



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PAULA JOYCE DELMIRO DE OLIVEIRA LIMA

**EXTRATOS ETANÓLICOS DOS RESÍDUOS DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE
EM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS EM POSTURA**

FORTALEZA

2021

PAULA JOYCE DELMIRO DE OLIVEIRA LIMA

EXTRATOS ETANÓLICOS DOS RESÍDUOS DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE EM
RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS EM POSTURA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (UFC/UFPB) da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia. Área de Concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

Co-orientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L71e Lima, Paula Joyce Delmiro de Oliveira.
Extratos etanólicos dos resíduos da manga como antioxidante em contendo diferentes fontes lipídicas para poedeiras comerciais em postura / Paula Joyce Delmiro de Oliveira Lima. – 2021.
133 f.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.
1. Antioxidante natural. 2. Mangiferina. 3. Ovos armazenados. 4. Mangifera indica L.. I. Título.
CDD 664
-

PAULA JOYCE DELMIRO DE OLIVEIRA LIMA

EXTRATOS ETANÓLICOS DOS RESÍDUOS DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE EM
RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS EM POSTURA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (UFC/UFPB) da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia. Área de Concentração: Zootecnia.

Aprovada em: 07 / 05 / 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Walbens Siqueira Benevides
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Profa. Dra. Silvana Cavalcante Bastos Leite (Conselheira)
Universidade do Vale do Acaraú (UVA)

Aos meus pais, Adail Menezes e Conceição Delmiro, pela vida, por toda dedicação e carinho fornecidos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por não me deixar desistir e por me dar forças a cada dia para prosseguir nesta conquista, apesar de todas as dificuldades.

Aos meus pais, José Adail Menezes de Oliveira e Maria Conceição Delmiro de Oliveira, que foram a base da minha formação, por todo auxílio e colaboração fornecidos para que chegasse até aqui.

Ao meu esposo, Wellington Rodrigues, pelas palavras de incentivo e por suprir minha ausência como mãe nos momentos em que não pude estar presente.

Aos meus filhos, Arthur Delmiro e Heitor Delmiro, pelos momentos de amor e carinho partilhados, me dando forças para prosseguir a cada novo dia.

À todos os familiares e amigos que me acompanharam durante esta jornada, pelos momentos de alegria e união compartilhados.

Ao professor e orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, pelo qual tenho grande admiração, pela orientação e conhecimento compartilhado, pela confiança, compreensão, paciência e todo apoio indispensáveis no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Zootecnista e co-orientador, Rafael Nepomuceno, por toda colaboração, ensinamentos, paciência, amizade e todo apoio fornecidos durante todo o período de doutorado.

Aos colegas de pós-graduação que auxiliaram nas atividades do meu experimento, Cleane, Edibergue, Monik, Tiago, Ju Fileto, Germana, Otoniel, dentre outros, pela colaboração, por todo conhecimento compartilhado e por terem tornando essa jornada mais agradável. Aos alunos de graduação que participaram ativamente durante todo o período experimental, em especial à Cirliane Abreu, pelo esforço e dedicação.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFC, Diego, Isaías, Maninho e ao Márcio, da fábrica de ração, pela colaboração nas atividades solicitadas.

Ao Laboratório de Produtos Naturais (LPN) do Departamento de Química da UFC, em especial a professora Dra. Teresa Trevisan, por ceder espaço para realização das análises químicas.

À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Zootecnia e todos os seus professores pela contribuição na minha formação profissional.

À FUNCAP, pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de auxílio.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão do extrato etanólico do caroço (EECar) e da casca (EECas) da manga como antioxidante em rações contendo diferentes fontes de lipídios para poedeiras comerciais semipesadas sobre o desempenho, qualidade interna e externa dos ovos frescos, a estabilidade lipídica das gemas *in natura* (TBARS) de ovos frescos e armazenados, as características de qualidade interna e externa dos ovos armazenados e os indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos submetidos a diferentes condições de temperatura e tempo de armazenamento. Foram realizados dois experimentos, utilizando-se 240 poedeiras semipesadas *Hy-Line Brown*[®] no primeiro experimento e 360 no segundo experimento, em ambos os experimentos as aves estavam com 60 semanas de idade. No primeiro experimento as aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x3, dois níveis do EECar (0 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando seis tratamentos e cinco repetições de oito aves cada. No segundo experimento as aves foram distribuídas em DIC com esquema fatorial 3x3, três níveis do EECas (0 mg/kg, 500 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando nove tratamentos e cinco repetições de oito aves cada. Os tratamentos aplicados no primeiro experimento foram: T1 – ração com óleo de soja sem inclusão do EECar; T2 – ração com óleo de girassol sem inclusão do EECar; T3 – ração com glicerina bruta sem inclusão do EECar; T4 – ração com óleo de soja e 1000 mg/kg do EECar; T5 – ração com óleo de girassol e 1000 mg/kg do EECar; T6 – ração com glicerina bruta e 1000 mg/kg do EECar. Os tratamentos aplicados no segundo experimento foram: T1 – ração com óleo de soja sem inclusão do EECas; T2 – ração com óleo de girassol sem inclusão do EECas; T3 – ração com glicerina bruta sem inclusão do EECas; T4 – ração com óleo de soja e 500 mg/kg do EECas; T5 – ração com óleo de girassol e 500 mg/kg do EECas; T6 – ração com glicerina bruta e 500 mg/kg do EECas; T7 – ração com óleo de soja e 1000 mg/kg do EECas; T8 – ração com óleo de girassol e 1000 mg/kg do EECas; T9 – ração com glicerina bruta e 1000 mg/kg do EECas. A utilização do extrato etanólico do caroço e da casca da manga na ração de poedeiras semipesadas não influenciou nenhuma das variáveis avaliadas para desempenho e qualidade dos ovos. Quanto à estabilidade lipídica da gema dos ovos, houve efeito significativo da inclusão do EECar e do EECas apenas sobre a oxidação lipídica que reduziu com a inclusão em ovos frescos e armazenados. Entre as fontes lipídicas, observou-se que a

utilização da glicerina bruta na ração promoveu elevação do pH do albúmen e da oxidação lipídica na gema dos ovos frescos e armazenados. Não houve interação significativa entre os fatores sobre as variáveis estudadas em ovos frescos, entretanto, quanto aos ovos armazenados, observou-se que o armazenamento em ambiente refrigerado promoveu melhores resultados de qualidade interna dos ovos. Dessa forma, a adição dos extratos etanólicos da manga reduz a oxidação lipídica nas gemas, independente da fonte lipídica e do tipo de armazenamento e a glicerina bruta como fonte lipídica aumenta o pH do albúmen e a estabilidade lipídica da gema dos ovos.

Palavras-chave: Antioxidante natural. Ovos armazenados. Mangiferina. Desempenho. Qualidade de ovos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the inclusion of the ethanolic extract of the mango seed (EECar) and of the mango peel (EECas) as antioxidant on laying hens fed with different sources of fat in the diet on performance and internal and external quality of fresh eggs, the lipid stability (TBARS) of fresh and stored eggs, the internal and external quality characteristics of the eggs and the indicators of egg foam formation and stability of the eggs submitted to different conditions temperature and storage time. Two experiments were conducted using 240 Hy-Line Brown laying hens in the first experiment and 360 in the second experiment, both at 60 weeks of age. In the first experiment, the birds were distributed in a completely randomized design with a 2x3 factorial, with two levels of EECar (0 mg/kg and 1000 mg/kg) and 3 sources of lipids (soybean oil, sunflower oil and crude glycerin), totaling six treatments and five repetitions of eight birds each. For the second experiment the layers were distributed in a completely randomized design with a 3x3 factorial scheme, three levels of EECas (0 mg/kg, 500 mg/kg and 1000 mg/kg) and 3 sources of lipids (soybean oil, sunflower and crude glycerin), total nine treatments and five repetitions of eight birds each. The treatments of the first experiment consisted of six rations: T1 – ration with soy oil without inclusion of EECar; T2 - ration with sunflower oil without inclusion of EECar; T3 – ration with crude glycerin without inclusion of EECar; T4 – ration with soy oil and 1000 mg/kg of EECar; T5 - ration with sunflower oil and 1000 mg/kg of EECar; T6 - ration with crude glycerin and 1000 mg/kg of EECar. The treatments used in the second experiment consisted of: T1 – ration with soy oil without inclusion of EECas; T2 - ration with sunflower oil without inclusion of EECas; T3 – ration with crude glycerin without inclusion of EECas; T4 – ration with soy oil and 500 mg/kg of EECas; T5 - ration with sunflower oil and 500 mg/kg of EECas; T6 - ration with crude glycerin and 500 mg/kg of EECas; T7 – ration with soy oil and 1000 mg/kg of EECas; T8 - ration with sunflower oil and 1000 mg/kg of EECas; T9 - ration with crude glycerin and 1000 mg/kg of EECas. The total experimental period was 126 days, divided into 6 periods of 21 days. The use of the ethanol extract from the seed and mango peel in laying hens did not significantly influence any of the variables evaluated for egg performance and quality. Regarding the lipid stability of the egg yolk, there was a significant effect of the inclusion of EECar and EECas only on the lipid oxidation that reduced with the inclusion in fresh and stored eggs. Among the lipid sources, it was observed that the use of crude glycerin in the diet promoted an increase in the albumen pH and lipid

oxidation in the yolk of fresh and stored eggs. There was no significant interaction between the factors on the variables studied in fresh eggs, however, as for stored eggs, it was observed that storage in a refrigerated environment promoted better results of internal egg quality. Thus, the addition of ethanol extracts from mango reduces lipid oxidation in the yolks, anyhow of the lipid source and type of storage, and crude glycerin as a lipid source increases the albumen's pH and the lipid stability of the egg yolk.

Keywords: Egg quality. Performance. Natural antioxidant. Stored eggs. Mangiferin.

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Aspectos produtivos de poedeiras comerciais semipesadas	18
2.2	Fontes de energia na alimentação de poedeiras	19
2.2.1	<i>Óleo de Soja</i>	20
2.2.2	<i>Óleo de girassol</i>	22
2.2.3	<i>Glicerina bruta</i>	24
2.3	Oxidação lipídica	26
2.4	Oxidação lipídica em ovos	28
2.5	Ovos enriquecidos com fontes lipídicas	29
2.6	Influência dos lipídios na qualidade dos ovos	31
2.7	Antioxidantes na alimentação de poedeiras	34
2.7.1	<i>Antioxidantes sintéticos</i>	34
2.7.2	<i>Antioxidantes naturais</i>	35
2.7.3	<i>Compostos fenólicos</i>	36
2.8	Uso de extratos vegetais com efeito antioxidante na alimentação de poedeiras	37
2.9	Uso da manga como fonte de antioxidante	38
3	EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE EM RAÇÕES DE POSTURA CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS: DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS	40
3.1	Introdução	41

3.2	Material e métodos	43
3.3	Resultados e discussão	49
3.4	Conclusão	57
4	DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS E EXTRATO ETANÓLICO DA CASCA DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE	58
4.1	Introdução	59
4.2	Material e métodos	61
4.3	Resultados e discussão	67
4.4	Conclusão	76
5	USO DO EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE NA RAÇÃO DE POEDEIRAS CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS: EFEITOS NA QUALIDADE DE OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS	77
5.1	Introdução	78
5.2	Material e métodos	80
5.3	Resultados e discussão	86
5.4	Conclusão	95
6	QUALIDADE DE OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS DE POEDEIRAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS INCLUINDO OU NÃO O EXTRATO ETANÓLICO DA CASCA DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE	97
6.1	Introdução	98
6.2	Material e métodos	100

6.3	Resultados e discussão	106
6.4	Conclusão	116
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
	REFERÊNCIAS	118

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avicultura industrial tem passado por inúmeras transformações em seu sistema de produção, visto que tem sofrido cada vez mais influência da opinião pública, formada por grupo de pessoas informadas e cada vez mais preocupadas com a qualidade dos produtos a serem adquiridos e, além disso, estão dispostos a pagar mais caro por um produto de melhor qualidade.

A produção de ovos depende de um conjunto de fatores, dentre os quais se destacam alimentação, vacinas, equipamentos, instalações, medicamentos e genética. Nesse contexto, uma das formas de manipular os produtos avícolas para que possam reunir características desejáveis aos consumidores, bem como, atuar como veículo para produção de produtos enriquecidos, é a nutrição animal.

Nesse contexto, a utilização de óleos e gorduras na alimentação das aves é uma prática comum, visto que atuam como excelente fonte de energia, melhorando a palatabilidade das rações, a conversão alimentar, facilitando a digestão e absorção de constituintes não lipídicos e, além disso, são fontes de ácidos graxos essenciais, contribuindo para obtenção de produtos com características nutricionais diferenciados. Nogueira *et al.* (2014) relatam a importância da inclusão desses componentes lipídicos na ração como fonte de ácidos graxos insaturados, essenciais para garantir uma adequada nutrição e produção dos animais.

Como produto final na avicultura de postura, o ovo é considerado um dos alimentos mais completos, pois além de ser um alimento natural e uma fonte de proteína de baixo custo, contém ainda gorduras, vitaminas, minerais e reduzida concentração calórica. É uma importante reserva de nutrientes favoráveis à saúde e preventivos de doenças, agindo nas atividades antibacteriana, antiviral e na modulação do sistema imunológico (AMARAL *et al.*, 2016).

Entretanto, devido à sua composição rica em ácidos graxos essenciais, como em qualquer alimento, os ovos estão naturalmente sujeitos à oxidação lipídica logo após a ovipostura. Apesar dos processos oxidativos não serem vistos como problema, quando utilizados ingredientes ricos em ácidos graxos insaturados na dieta e, conseqüentemente, a produção de ovos enriquecidos nesses ácidos de cadeia longa, pode haver uma maior susceptibilidade à deterioração oxidativa, afetando a qualidade dos ovos e resultando na produção de compostos tóxicos (AMENSOUR *et al.*, 2010).

Dessa forma, para usufruir dos benefícios da inclusão de fontes lipídicas na ração das aves, é aconselhável a utilização de antioxidantes dietéticos, visando a proteção dos ovos contra os efeitos indesejáveis da deterioração oxidativa. Considerando a tendência mundial na substituição de antioxidantes sintéticos pelos antioxidantes naturais, em decorrência da divulgação de seus benefícios à saúde, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de isolar, identificar e utilizar antioxidantes eficazes de origem natural.

Pesquisas utilizando fontes vegetais ricas em compostos com atividade antioxidante têm sido utilizadas na alimentação de poedeiras na busca pela melhoria do desempenho produtivo das aves e da qualidade dos ovos, além do efeito sobre a estabilidade lipídica das gemas dos ovos (HAYAT *et al.*, 2010; LUNA *et al.*, 2010; ZHAO *et al.*, 2011; OZEKU *et al.*, 2011).

A manga (*Mangifera indica L.*) é uma das frutas tropicais mais comuns no Brasil e, por se tratar de uma fruta sazonal, a grande maioria das frutas é processada. Após o processamento agroindustrial, 35 a 60% do peso total da fruta é descartado na forma de resíduos, que inclui cascas e caroços. A proporção de cascas e caroços da fruta varia de 20 a 30% e de 10 a 30%, respectivamente (LARRAURI *et al.*, 1996), que se não utilizados para nenhum fim comercial, serão descartados, tornando-se uma fonte de poluição.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do extrato etanólico do caroço e da casca da manga como antioxidante para poedeiras comerciais semipesadas alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas, sobre o desempenho e a qualidade interna e externa dos ovos frescos e armazenados, sobre a capacidade antioxidante e estabilidade lipídica da gema dos ovos frescos e armazenados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A prática da utilização de subprodutos na alimentação animal vem sendo realizada há décadas com o objetivo de aumentar a qualidade do produto final e/ou reduzir os custos da produção. Além disso, avicultura mundial está em constante busca por mudanças consistentes no sistema de produção de carne e ovos, pois a comercialização dos produtos finais tem sido muito influenciada pela opinião pública, formada pela pressão de grupos organizados, televisão, acesso à internet, entre outros aspectos relacionados ao interesse do mercado consumidor final em entender e rastrear a produção de alimentos.

De forma que os consumidores estão dispostos a pagar mais por alimentos, teoricamente, mais saudáveis, fazendo com que haja uma adaptação da indústria avícola para atender essa demanda do mercado. Assim, tornam-se fundamentais a realização de pesquisas que viabilizem a retirada de alguns aditivos das rações, substituindo os sintéticos por outros naturais e que apresentem eficácia sobre o desempenho dos animais.

Não obstante, com o melhoramento genético as poedeiras estão cada vez mais precoces, apresentando crescimento rápido e baixa capacidade de ingestão de ração em todas as fases, tornando um grande desafio dominar o dinamismo da genética, que tornou as aves muito mais exigentes nutricionalmente (BERTECHINI, 2012).

Dessa forma, a nutrição das aves merece devida atenção, visto que é responsável pela maximização dos índices produtivos, bem como, por sua atuação como veículo para produção de produtos enriquecidos em substâncias de valor nutricional, fornecendo características desejáveis aos produtos avícolas.

Nesse contexto, os lipídeos, incluindo óleos e gorduras, são ingredientes comumente utilizados nas rações de aves e suínos como excelente fonte de energia e ácidos graxos essenciais. Assim, a utilização destes ingredientes tem por objetivo, aumentar o nível energético, melhorar a palatabilidade das rações, a conversão alimentar e a absorção das vitaminas lipossolúveis, além de propiciar uma melhoria na consistência das rações fareladas ou peletizadas. Além disso, são fontes de ácidos graxos insaturados contribuindo para a obtenção de produtos com características nutricionais diferenciados (NOGUEIRA *et al.*, 2014).

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos, oferecendo um balanço de nutrientes essenciais, proteínas com alto valor biológico, minerais, vitaminas e ácidos graxos (ALCÂNTARA, 2012). Entretanto, por ser uma fonte de ácidos graxos essenciais, como em qualquer alimento, estão naturalmente sujeitos à oxidação lipídica.

A oxidação lipídica tem seu início após a postura do ovo, é um processo natural e contínuo considerado a deterioração mais importante que ocorre nos alimentos, pois afeta sua qualidade – principalmente o aroma, o sabor e o valor nutricional – e resulta na produção de compostos tóxicos (AMENSOUR *et al.*, 2010). Apesar dos processos oxidativos em ovos não serem vistos como um problema, a utilização de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados e, conseqüentemente, a produção de ovos enriquecidos nesses ácidos de cadeia longa podem torná-los ainda mais susceptíveis à deterioração oxidativa.

Além disso, os radicais livres originados durante o processo oxidativo se propagam destruindo os ácidos graxos essenciais, as proteínas, as vitaminas lipossolúveis e os carotenoides dos alimentos (LEESON & SUMMERS, 2001), comprometendo os demais nutrientes fornecidos via ração.

Dessa forma, o principal objetivo após a ovipostura é preservar ao máximo a qualidade original do ovo até que ele chegue ao consumidor. Para isso, além do armazenamento adequado dos ovos pós-postura, muitas vezes são utilizados antioxidantes sintéticos na alimentação das aves visando a proteção dos ovos contra os efeitos indesejáveis da deterioração oxidativa, pois apresentam elevada eficácia, baixo custo e boa estabilidade durante o processamento e estocagem, com efetiva redução da oxidação lipídica.

Muitos antioxidantes sintéticos comumente utilizados nas rações, como o butilato de hidroxianisol (BHA) e o butilato de hidroxitolueno (BHT), apresentam efetividade na redução da oxidação lipídica, entretanto, podem estar relacionados a uma possível ação carcinogênica, o que tem levado os consumidores a rejeitar produtos que os contenham (OKADA *et al.*, 1990; LUNA *et al.*, 2010).

Diante disso, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com objetivo de isolar, identificar e utilizar antioxidantes eficazes de origem natural. Alguns extratos e óleos essenciais de origem vegetal têm sido relatados como importantes fontes de antioxidantes naturais (HAYAT *et al.*, 2010; LUNA *et al.*, 2010; BOTSOGLOU *et al.*, 2012; FREITAS *et al.*, 2013). O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais podemos destacar os compostos fenólicos como ácido cafeico, ácido rosmarínico, carvacrol, carnosol, rosmanol, rosmadial, entre outros (HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2009; MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2009; SIMITZIS *et al.*, 2010; LARA *et al.*, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com esta revisão, descrever sobre a utilização de diferentes fontes lipídicas e seus efeitos na alimentação de poedeiras e a capacidade

antioxidante dos ovos, enfatizando a utilização de constituintes da manga como antioxidante natural em substituição aos antioxidantes sintéticos.

Aspectos produtivos de poedeiras comerciais semipesadas

Os ovos oriundos de poedeiras semipesadas apresentam coloração de casca marrom e atende a preferência de uma parcela de consumidores, variável conforme o país ou região. Estes ovos são produzidos por aves chamadas de “galinhas vermelhas”, resultantes da hibridação das raças *Rhode Island Red*, *New-Hampshire* e *Plymouth Rock*. Essas poedeiras, oriundas de linhagens comerciais, são desenvolvidas por grandes empresas de melhoramento genético dos Estados Unidos e Europa (notadamente Holanda, Alemanha e França) e comercializadas para o mundo todo (POLETTI, 2017).

Dentre as linhagens de poedeiras semipesadas disponíveis no mercado podemos citar a *Hy-Line Brown*, que até 90 semanas produz de 419 a 432 ovos/ave com uma conversão alimentar por kg de ovo entre 1,98 e 2,10, apresentando um apetite moderado e boa rusticidade, com excelente viabilidade (HY-LINE INTERNATIONAL, 2016).

A fase de produção dessas aves é, em geral, caracterizada por diferentes fases e volume de produção de ovos, com início da produção por volta da 18ª semana de vida e pico de produção aproximadamente na 31ª semana. Além disso, produção de ovos é dividida em 4 estágios: pico – que vai do primeiro ovo até 2% abaixo do pico, postura 2 – que vai do 2% abaixo do pico à 89% da postura, postura 3 – de 88 a 85% de postura e postura 4 – menor que 85% da postura, correspondendo à 18ª a 35ª semana, 36ª a 49ª semana, 50ª a 61ª semana e a partir da 62ª semana até o final da postura, respectivamente (Manual da linhagem *Hy-line brown*, 2016).

Com o aumento da idade da ave ocorre mudança na composição do ovo e está relacionada com o aumento do número de intervalos entre ovulações, quando a mesma quantidade de gema, proveniente da síntese hepática, é depositada em número cada vez menor de folículos, que conseqüentemente aumentam de tamanho e peso. Considerando que a secreção de albúmen ocorre como resposta à presença da gema no magno, a presença de gemas maiores resultará em ovos de maior conteúdo (SAUVEUR, 1993).

Galinhas poedeiras modernas são muito sensíveis às variações dos níveis nutricionais da dieta. Dessa forma, o que se busca é maior produção de ovos, boa conversão alimentar e menor porcentagem de ovos defeituosos. Para isso, torna-se necessário o

desenvolvimento de pesquisas visando estratégias nutricionais que venham garantir melhor desempenho dessas aves.

Nesse contexto, a alimentação das galinhas poedeiras torna-se complexa, visto que é necessário atender com precisão as exigências nutricionais destas aves para que possam expressar o máximo do potencial que a genética permite.

Alimentos de alta eficiência e qualidade devem ser utilizados na alimentação das aves, visto que a maximização da produção de ovos é dependente da ingestão diária de ração. Porém, o alto preço dos ingredientes utilizados nas rações tem estimulado a busca por alimentos alternativos que possam substituir os comumente utilizados, garantindo os elevados níveis de produção atingidos pelas linhagens comerciais modernas (WOYENGO *et al.*, 2014).

Sob esse aspecto, as fontes lipídicas, como óleos e gorduras, são ingredientes comumente utilizados nas rações de aves, visando o fornecimento de energia e ácidos graxos essenciais. A utilização destes ingredientes tem por objetivo aumentar o nível energético das rações, substituindo total ou parcialmente as fontes energéticas comumente utilizadas, melhorar a palatabilidade, a conversão alimentar e a absorção de vitaminas lipossolúveis, além de propiciar uma melhoria na consistência das rações peletizadas ou fareladas.

Fontes de energia na alimentação de poedeiras

Óleos e gorduras são ingredientes muito utilizados como fonte concentrada de energia e permitem a formulação de dietas de alta energia para aves. Essa prática vem sendo realizada desde 1980, onde as rações avícolas brasileiras passaram a usar mais frequentemente gorduras suplementares, uma vez que sua utilização incrementa a energia nas rações de forma prática e, conseqüentemente, o desempenho das aves (SANTOS *et al.*, 2009).

Por outro lado, a utilização de gorduras nas rações constitui uma alternativa para períodos de estresse por calor, quando ocorre redução do consumo pelas aves, uma vez que as gorduras aumentam a palatabilidade das rações e possibilitam menor incremento de calor em comparação a proteínas e hidratos de carbono (CHURCH e POND, 1988). Além disso, a gordura facilita a absorção de vitaminas lipossolúveis e de importantes pigmentos que colaboram na obtenção de características desejáveis nos produtos avícolas.

As fontes de energia utilizadas na alimentação animal são representadas pelos lipídios, que são substâncias não solúveis em água, dentre os quais podemos citar os triacilgliceróis, fosfolipídios, colesterol, entre outros. Os ácidos graxos, por sua vez, são os principais componentes da estrutura lipídica (TIRAPEGUI, 2000), sendo que os produtos da

hidrólise dos triglicerídeos, encontram-se presentes nas gorduras animal e vegetal em número par de carbonos, devido a biossíntese, a partir de 2 unidade de carbono (BERTECHINI, 2006).

Os ácidos graxos podem ser classificados em saturados, quando possuem apenas ligações simples, ou insaturados quando possuem duas ou mais ligações duplas na cadeia. Estes últimos se diferenciam em várias séries ou famílias, como ômega 9 (ω -9), ômega 6 (ω -6), ômega 3 (ω -3), entre outras. As duas famílias mais importantes são ômega 6 (C18:2), derivado do ácido linoleico (LA), e o ômega 3 (C18:3), derivado do ácido α – linolênico (LNA). Os nomes das duas séries derivam da posição da primeira dupla ligação, a partir do grupo metila, no sexto ou no terceiro átomo de carbono, respectivamente (BRIZ, 1997).

Apesar dos benefícios de sua utilização na dieta, os lipídios contêm ácidos graxos insaturados, que são mais susceptíveis à oxidação. Segundo Scott *et al.* (1982), o processo de oxidação lipídica é a principal causa da perda de qualidade do alimento ou da ração, pois afeta o sabor, o aroma, a cor e textura e resulta na produção de compostos tóxicos reduzindo o valor nutritivo do alimento.

Os ácidos graxos insaturados têm estrutura lipídica mais susceptíveis ao processo oxidativo, de acordo com Cosgrove *et al.* (1987). Isso se deve à existência de uma relação direta entre o grau de insaturações e a susceptibilidade à oxidação. Segundo Hamilton *et al.* (1983), os óleos vegetais que são comumente utilizados em rações para aves como uma excelente fonte de energia e ácidos graxos essenciais, apresentam maior susceptibilidade à deterioração, uma vez que apresentam maior velocidade de auto-oxidação, podendo influenciar diretamente a saúde dos animais. No entanto, sua inclusão respeitando níveis seguros, trazem mais benefícios do que prejuízos à produção avícola.

Óleo de Soja

O óleo de soja procede da indústria da soja, é obtido principalmente pelo processo de extrusão, onde os grãos recebem o calor originado da pressão da extrusora, sendo em seguida esmagados em prensa de alta pressão, que separa a soja do óleo. Há também o processo de extração de óleo por meio de solventes, contudo apresenta preços mais elevados. Dentre as vantagens de sua utilização estão: o alto conteúdo de ácidos graxos essenciais; formação de cristais grandes, que são facilmente filtráveis quando o óleo é hidrogenado e fracionado; alto índice de iodo, que permite a sua hidrogenação produzindo grande variedade de gorduras plásticas, e refino com baixas perdas (POUZET, 1996).

Além disso, é a gordura de origem vegetal de maior disponibilidade no mercado, ocupando o Brasil uma posição de destaque no comércio internacional. Segundo Penz Jr. (1991), ele é utilizado cru, e apresenta-se bastante rico em colina, fosfolipídios, antioxidantes e vitaminas. O óleo de soja é a principal fonte de energia utilizada na avicultura, apresentando em sua composição cerca de 85% de ácidos graxos insaturados, contendo principalmente ácido linoleico (C18:2 n-6 cis-9, 12). Por apresentar grandes quantidades de ácidos graxos polinsaturados, é uma fonte lipídica de alta digestibilidade (ARAÚJO, 2017).

Outro ponto de interesse é seu conteúdo em ácido linoleico, tornando-o especialmente aconselhável em rações para poedeiras, a base de cereais brancos, por seu efeito sobre o tamanho dos ovos. Segundo White (1992), a soja que se desenvolve em clima ameno produz mais óleos saturados do que aquela cultivada em clima frio, que contém maior quantidade de ácidos graxos insaturados, permanecendo constante o percentual de ácido linolênico.

Segundo a literatura, o óleo de soja possui 8.790 kcal/kg de energia metabolizável aparente para aves (ROSTAGNO *et al.*, 2017) e sua composição em ácidos graxos conta com cerca de 10,3% de ácido palmítico (16:0), 3,8% de ácido esteárico (18:0), 22,8% de ácido oleico (18:1), 51,0% de ácido linoleico (18:2) e 6,8% de ácido linolênico (18:3) (Adaptado de MOSHKIN, 1986; ANVISA, 1999; NRC, 2001).

Diversas pesquisas realizadas com óleo de soja na alimentação de poedeiras têm sido realizadas evidenciando os benefícios de sua utilização no desempenho e qualidade de ovos das aves. Ao fornecerem para poedeiras rações suplementadas com níveis crescentes de óleo de soja, Shafey *et al.* (1992) não verificaram alteração no consumo de ração e no peso dos ovos. Entretanto, estes mesmos autores observaram aumento significativo na produção e massa dos ovos em relação às aves alimentadas com a ração controle. Esse aumento da produção de ovos possivelmente está relacionado à melhor utilização da energia da ração suplementada com óleo, em virtude da diminuição do valor calórico.

Rodrigues *et al.* (2005) observaram que, sem suplementação com óleo de soja à ração, a produção de ovos diminuiu, mas, com a adição de óleo de soja, a produção aumentou e foi maior no nível máximo (8%) de óleo soja. Costa *et al.* (2008) avaliando poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleo de soja e óleo de canola verificou que, a cada percentual de óleo de soja adicionado, houve aumento potencial de 4,47% na produção - no nível máximo, a produção foi de 92,53%.

Com o uso de diferentes níveis de adição de óleo de soja (0, 1, 2, 3 e 4%), em rações de poedeiras comerciais, Rabello *et al.* (2007) relataram que os níveis de óleo

influenciaram de forma quadrática a conversão alimentar e o peso corporal das aves. Já Oliveira *et al.* (2010) observaram maior porcentagem de gema dos ovos das galinhas tratadas com dieta que continha óleo de soja do que as alimentadas com dieta com óleo de linhaça. Isso ocorre, de acordo com Keshavarz e Nakajima (1995), pois a adição de fonte lipídica à dieta das poedeiras novas influencia o tamanho da gema pela redução da taxa de passagem da ingesta, com conseqüente melhor aproveitamento dos nutrientes, assim como ocorre para o peso do ovo.

Óleo de girassol

Em seguida, podemos citar o óleo de girassol ocupando o quarto lugar entre os óleos mais produzidos mundialmente, cuja extração pode ser realizada por processo mecânico ou com uso de solvente. Apresenta um excelente valor nutricional, pois é rico em ácidos graxos poliinsaturados (59%) e apresenta altas quantidades de vitamina E, poderoso antioxidante que auxilia no combate aos radicais livres (HUI, 1996), caracterizando-se como uma fonte natural para suplementar essa vitamina lipossolúvel na dieta.

BUTOLO (2002) relatou que uma das principais características do girassol, quando comparado a outras oleaginosas, é a facilidade do seu processamento. As sementes de girassol são processadas inteiras e à temperatura ambiente, dispensando cozimento prévio. Isso é possível devido à rotação relativamente alta, aliada ao teor de cascas da semente, o que produz atrito, aquecendo o grão dentro da máquina, facilitando a extração do óleo. Os subprodutos, após a extração do óleo da semente, são passíveis de utilização na alimentação animal, principalmente o farelo após a separação das fibras das cascas, que pode atingir valor proteico em torno de 46%, valor energético em torno de 2.200 kcal/kg de energia metabolizável e teor de lisina total de 1,30%.

De acordo com WHITE (1992), a composição de ácidos graxos do óleo de girassol é muito variável, pois depende do clima, temperatura e de fatores genéticos. O óleo de girassol é uma fonte lipídica rica em ácidos graxos n-9 e n-6, com baixíssima quantidade de ácido linolênico, apresentando uma alternativa quando a intenção, por algum motivo, for elevar os níveis dietéticos da relação n-6/n-3, devido à sua alta relação. Alguns relatos descrevem sua composição em ácidos graxos como sendo composto por 5,4% de ácido palmítico (16:0), 3,5% de ácido esteárico (18:0), 45,3% de ácido oleico (18:1), 39,8% de ácido linoleico (18:2) e 0,2% de ácido linolênico (18:3) (Adaptado de MOSHKIN, 1986; ANVISA, 1999; NRC, 2001).

Além disso, existem algumas limitações quanto ao uso do girassol na alimentação dos animais, associadas à presença do composto polifenólico conhecido como ácido clorogênico (ROSA *et al.*, 2011). Embora sejam escassos relatos quanto aos efeitos prejudiciais *in vivo* destes compostos em testes alimentares utilizando subprodutos do girassol, sabe-se que o ácido clorogênico inibe enzimas como a tripsina e lipase (TREVINO *et al.*, 1998), que participam ativamente no metabolismo animal. Dessa forma, dependendo do método de extração do óleo de girassol, deve-se considerar a possibilidade de conter resíduos do ácido clorogênico no óleo e seus efeitos na utilização do mesmo sobre o desempenho animal.

Grobas *et al.* (2001), trabalharam com a adição de óleos de peixe, soja, girassol, linhaça, canola e sebo bovino na dieta de poedeiras, e não observaram efeitos sobre as variáveis de qualidade dos ovos. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2010), utilizando diferentes fontes lipídicas na ração de poedeiras observou que a coloração da gema foi influenciada pelos diferentes óleos adicionados à dietas, sendo mais intensa quando se utilizou o óleo de girassol, seguida pela coloração produzida pelos outros óleos.

Além disso, Araújo (2017) avaliando o perfil de ácidos graxos e energia metabolizável aparente de diferentes fontes lipídicas para poedeiras, observou que os valores de EMAn do óleo de girassol foram superiores aos óleos de soja e peixe, apresentando uma melhor digestibilidade (112,86%), quando comparado com as outras fontes lipídicas (100,01%, óleo de soja e 96,85%, óleo de peixe).

Glicerina bruta

Além das fontes de energia comumente utilizadas, outras fontes também vêm sendo estudadas como, por exemplo, a glicerina bruta. O uso da glicerina na alimentação animal já foi estudado no passado (SIMON *et al.*, 1996), contudo devido ao recente estímulo à produção de biodiesel, e conseqüente disponibilidade de glicerina bruta, houve um maior interesse no aproveitamento desse subproduto nas dietas dos animais de produção, visando à redução nos custos de produção.

As principais oleaginosas cultiváveis no Brasil que poderiam ser utilizadas para a fabricação de biodiesel são o girassol (*Helianthus annuus*), a soja (*Glycinemax*), o pinhão-manso (*Jatropha curcas*), a mamona (*Ricinus communis*), o dendê (*Elaeis guineensis*), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), o gergelim (*Sesamum orientale*), o algodão (*Gossypium spp.*

L.), o amendoim (*Arachis hypogaea*), a canola (*Brassi canapus*), o babaçu (*Orrbigny speciosa*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata*) (STORCK BIODIESEL, 2008).

Segundo Thompson e He (2006), a matéria-prima utilizada na produção do biodiesel é um dos fatores determinantes na composição da glicerina. Entretanto, quando se trabalha em escala industrial, os resultados indicam que as técnicas empregadas parecem ter uma maior influência na composição final da glicerina. A Agência Nacional do Petróleo (ANP) exige uma qualidade mínima para o biodiesel, mas não para a glicerina. Dessa maneira, os processos pelos quais a glicerina passa após a transesterificação e, conseqüentemente, sua composição final, dependem exclusivamente da usina (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

O grande interesse na utilização da glicerina bruta na alimentação animal, além de ser de interesse científico, econômico e ambiental, deve-se ao seu valor energético (MENTEN *et al.*, 2008). Do ponto de vista nutricional, a glicerina surge como uma fonte alimentar alternativa e promissora na alimentação animal, podendo substituir em parte, os concentrados energéticos da ração, principalmente o milho (ALMEIDA *et al.*, 2014).

As empresas produtoras de biodiesel utilizam fontes de gordura de origem vegetal e de origem animal, dessa forma as características físicas, químicas e nutricionais da glicerina bruta dependem da origem do ácido graxo (gordura animal ou óleo vegetal) e do tipo de catálise empregada na produção de biodiesel. De acordo com a Resolução n. 386, de 05 de agosto de 1999 (BRASIL, 1999) a glicerina está classificada como umectante na classe de aditivos admitidos para nutrição animal.

Através da transesterificação do óleo vegetal ou gordura animal é gerado o biodiesel, que ocorre por adição de álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (NaOH ou KOH), e é uma massa constituída por duas fases que podem ser separadas por decantação ou centrifugação. A fase mais densa é a glicerina bruta, contendo em torno de 50% de glicerol e várias impurezas, e a menos densa consiste no biodiesel, que também apresenta quantidade considerável de impurezas. Assim, para cada tonelada (1000 kg) de biodiesel, são produzidos aproximadamente 100 kg de glicerina bruta, com potencial para utilização na alimentação animal (BESERRA *et al.*, 2016).

O glicerol é o principal componente da glicerina bruta, um composto altamente energético que está presente em diversos alimentos, visto que é um componente estrutural importante dos triacilgliceróis e fosfolípidios. Além disso, participa ativamente do metabolismo animal, sendo precursor do gliceraldeído-3-fosfato, intermediário na vida da lipogênese e gliconeogênese, e também fornece energia através da via glicolítica e do ciclo do

ácido cítrico (BRISSON *et al.*, 2001). O glicerol pode ser convertido à glicose pelo fígado (KREBS *et al.*, 1966) e rins (KREBS e LUND, 1966) e fornece energia para o metabolismo celular.

Segundo Paule (2010), a glicerina não apresenta toxicidade ao organismo animal, desde que sua utilização respeite os limites estipulados e recomendados pelo MAPA (máximo de 150 ppm de metanol, 12% de umidade e, no mínimo, 80% de glicerol). A glicerina resultante do processo de produção de biodiesel não é pura, podendo conter resíduos de catalisadores, álcool entre outros, sendo assim, denominada de glicerina bruta.

Durante o processo de produção do biodiesel, o metanol não reagido é recuperado por destilação ao final das reações e reutilizado, porém de forma incompleta, restando resíduo do mesmo na glicerina. Isto constitui um problema quando se utiliza a glicerina nas rações, pois no metabolismo animal o metanol se transforma em ácido fórmico, que é tóxico, de forma que seu conteúdo de metanol não deve exceder 0,5% (PLUSKE, 2007).

Entretanto, não há evidências de que níveis de metanol, geralmente encontrados na glicerina bruta, provoquem efeitos colaterais adversos nos animais. Jung e Batal (2011) observaram que a glicerina bruta com até 3,1% de metanol pode ser incluída em até 10% nas dietas sem afetar o desempenho das aves.

No Brasil é mais comum a presença de cloreto de sódio na glicerina bruta e a indústria indica um limite de 7% para este sal, o que equivale a 2,75% de sódio neste coproduto. Assim, dependendo do nível de inclusão de glicerina bruta na ração, a exigência nutricional de sódio será excedida (MENTEN *et al.*, 2010).

Além disso, a utilização da molécula de glicerol pelas aves é limitada, devido ao fato da enzima glicerol quinase apresentar um ponto de saturação, limitando assim a transformação do glicerol em glicerol-3-fosfato (MIN *et al.*, 2010). Esse glicerol que não sofre a metabolização é eliminado pelos rins através da urina nas excretas (DASARI, 2007), por ser hidrofílico ao ser excretado carrega junto consigo água, acarretando no aumento da produção de urina nas excretas (GIANFELICI *et al.*, 2011).

A glicerina bruta utilizada no presente trabalho apresentava 3.582 kcal/kg de EMA, 91,60% de matéria seca, 0,18% de proteína bruta, 0,06% de sódio e 601 ppm de metanol, valores esses que foram considerados no cálculo das rações que incluíram a glicerina bruta (COSTA, 2019).

Fontinele *et al.* (2017) avaliaram o uso da glicerina bruta para poedeiras semipesadas até o nível de 10% e observaram aumento linear na produção de ovos e na massa de ovos das aves, enquanto houve efeito quadrático sobre o consumo de ração. Já Costa

(2019) observou uma piora na qualidade dos ovos ao adicionar 7% de glicerina bruta na ração de poedeiras leves, além disso, houve aumento na oxidação lipídica do fígado e piora a qualidade da casca, contudo, não afetou o desempenho das aves. Comportamento semelhante foi observado ao incluir a glicerina bruta na ração de poedeiras semipesadas, onde houve piora na qualidade da casca e na coloração da gema.

Oxidação lipídica

A oxidação lipídica consiste na deterioração de ácidos graxos e é dependente de oxigênio, podendo ocorrer durante o processamento, distribuição, armazenamento e preparo final do alimento (SOARES e SIEWERDT 2005). Sua reação envolve uma variedade de radicais livres que são formados pela ação de fontes externas de energia, como luz, temperatura e radiação (SILVA *et al.*, 2010).

Consiste em um fenômeno espontâneo e inevitável, causado principalmente pela peroxidação lipídica, com implicação direta no valor comercial seja dos compostos graxos, seja de todos os produtos que a partir deles são formulados (SILVA *et al.*, 1999). Essa oxidação também é responsável por outras mudanças que afetam sua qualidade nutricional, cor, sabor e textura dos alimentos (SHAHIDI *et al.*, 1992), podendo torná-los impróprios para consumo, pois além de provocar alterações que irão afetar a qualidade nutricional, também podem comprometer a integridade e segurança dos alimentos, devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais e formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (RAMALHO e JORGE, 2006).

Este aspecto é de grande importância, não somente sob o enfoque econômico, através de perdas devido à diminuição da vida de prateleira dos alimentos, mas também pela possibilidade dos radicais livres formados reagirem ou interagirem com outros constituintes dos alimentos provocando uma redução na qualidade nutricional dos demais ingredientes presentes na dieta (NAWAR, 1996).

Os radicais livres são definidos como átomos ou moléculas altamente reativos, que contenham um ou mais elétrons desemparelhados, apresentando grande instabilidade elétrica. Dessa forma, são capazes de captar elétrons de compostos próximos, resultando em reações de oxidação, que causam reações em cadeia de lesão celular. A formação de radicais livres pelo organismo em condições normais é inevitável, pois estes são necessários no processo de respiração celular que ocorre nas mitocôndrias, a fim de gerar o ATP (MACHLIN e BENDICH, 1987). Segundo Amorim e Tirapegui (2008), os radicais livres são produzidos

naturalmente pelo organismo, porém por ocasião de alguma disfunção biológica, podem ser produzidos em maior quantidade causando importantes deteriorações.

Segundo Barreiros *et al.* (2006), entre os danos mais graves causados pelo excesso de radicais livres ao organismo estão os danos ao DNA, às enzimas, às membranas celulares e ao sangue. Conforme estes pesquisadores, proteínas, fosfolipídios, glicoproteínas e glicolipídios das membranas são alguns dos potenciais alvos dos radicais livres. Com a membrana celular lesionada, as estruturas celulares dos órgãos ficam expostas, tornando-se vulneráveis, podendo gerar mutações genéticas que desfavoreçam a regulação do ciclo celular. É difícil medir de forma direta a oxidação nas células, porém é possível determinar indiretamente os efeitos oxidativos que levam a uma alteração no DNA, a partir da oxidação dos lipídeos, dos grupamentos sulfidril das proteínas, das bases púricas e pirimídicas (FERNANDES, 2017).

A oxidação é um processo autocatalítico e, uma vez iniciado, desenvolve-se em aceleração crescente, podendo acontecer tanto por via não enzimática (fotooxidação e autooxidação), quanto por via enzimática pela ação das lipoxigenases (SOARES, 2002; ARAÚJO, 2006). As reações de fotooxidação envolvem a presença de sensores nos tecidos animais e vegetais, como riboflavina, clorofila e mioglobina, em que a luz e o oxigênio dão início ao processo de transferência de energia para a reação de formação do peróxido. O oxigênio age direto na dupla ligação sem formar radical livre, ocorrendo a formação imediata de hidroperóxidos (MELO FILHO e VASCONCELOS, 2011). Já as reações de autooxidação, consideradas o principal mecanismo de oxidação de óleos e gorduras, são compostas por uma série de reações inter-relacionadas, que estão associadas à reação do oxigênio com ácidos graxos insaturados, e ocorre em três etapas: iniciação, propagação e terminação, sendo frequentemente iniciada pela exposição dos lipídeos à luz, calor, radiação ionizante, íons metálicos ou catálise metalo-protéica (RAMALHO e JORGE, 2006).

Para evitar a autooxidação de óleos e gorduras há a necessidade de diminuir a incidência de todos os fatores que a favorecem, mantendo ao mínimo os níveis de energia (temperatura e luz) que são responsáveis pelo desencadeamento do processo de formação de radicais livres, reduzindo a presença de traços de metais no óleo, evitando ao máximo o contato com oxigênio e bloqueando a formação de radicais livres por meio de antioxidantes, os quais, em pequenas quantidades, atuam interferindo nos processos de oxidação de lipídeos (RAMALHO e JORGE, 2006).

A rancidez oxidativa pode ser controlada, principalmente na fase inicial, pois dependendo de condições específicas ela torna-se mais lenta, podendo ser modificada mediante a presença de antioxidantes (CONEGLIAN *et al.*, 2011).

Oxidação lipídica em ovos

A estabilidade oxidativa dos alimentos depende da ação de diversos fatores, os quais estão relacionados com o tipo de estrutura lipídica e o meio onde se encontra (PRATT, 1992). Segundo Cosgrove *et al.* (1987), existe uma relação direta entre o grau de insaturações e a susceptibilidade à oxidação.

A gema é composta de 30 a 34% de gorduras, contendo colesterol (5% do total gorduroso) e, sobretudo, triglicerídeos (66%), fosfolipídios (28%) e ácidos graxos livres (1%), sendo que na porção lipídica, as maiores concentrações são de ácidos graxos insaturados (FENNEMA, 2000; SARCINELLI *et al.*, 2007).

Nesse contexto, por ser um alimento de origem animal e rico em ácidos graxos essenciais, os ovos estão naturalmente sujeitos aos processos de oxidação lipídica. Esses processos oxidativos iniciam-se após a ovipostura e avançam com o período de armazenamento, sendo assim a perda da qualidade é um fenômeno inevitável que acontece de forma contínua ao longo do tempo podendo ser agravada por diversos fatores (MENDES, 2010).

Embora os lipídios de ovos crus não sejam facilmente oxidados (PIKE e PENG, 1985), os processos oxidativos representam a deterioração mais importante que ocorre nos alimentos, pois afetam sua qualidade – principalmente o aroma, o sabor e o valor nutricional – e resulta na produção de compostos tóxicos (AMENSOUR *et al.*, 2010).

Nesse contexto, pesquisas realizadas com poedeiras comerciais revelam que durante períodos longos de armazenamento, ovos *in natura* armazenados tanto em condições refrigeradas quanto em temperatura ambiente, sofrem oxidação, sendo mais evidente em altas temperaturas (FRANCHINI *et al.*, 2002; PEREIRA, 2009).

Não obstante, os radicais livres originados durante o processo oxidativo se propagam destruindo os ácidos graxos essenciais, as proteínas, as vitaminas lipossolúveis e os carotenoides presentes no alimento (LEESON e SUMMERS, 2001), ocasionando redução na qualidade dos mesmos.

Apesar disso, Sakanaka *et al.* (2004), ao estudarem hidrolisados proteicos da gema de ovo, concluíram que eles podem ser utilizados como antioxidantes naturais para

prevenir a oxidação de óleos poliinsaturados e podem ser usados em ingredientes alimentares relacionados. Isso ocorre devido às grandes quantidades de lecitina, α -tocoferol e xantofilas, além de proteínas como a fosvitina e ovotransferrina (conalbumina), compostos de grande atividade antioxidante, presentes na gema do ovo (CUPPETT, 2001; LEE *et al.*, 2002). Além disso, a luteína também está presente na gema dos ovos, um pigmento carotenóide que vem sendo estudado como um dos mais importantes antioxidantes responsáveis pela saúde dos olhos humanos (COTRIM, 2011).

De acordo com Carvalho (2012), a alteração da composição de ácidos graxos dos ovos através do enriquecimento nutricional das rações, pode aumentar a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados presentes na gema, sendo estes mais susceptíveis a oxidação.

Costa (2019) observou que a inclusão da glicerina bruta como fonte lipídica na ração de poedeiras comerciais aumentou os valores de TBARS da gema, indicando maior oxidação lipídica, de ovos frescos e armazenados. Esse aumento na oxidação das gemas foi atribuído a maior produção endógena de radicais livres durante o metabolismo do glicerol. Além disso, esse efeito também pode ser atribuído ao aumento da quantidade de ácidos graxos insaturados nas gemas com a inclusão desse ingrediente na ração das aves (DUARTE *et al.*, 2014).

Segundo Shahryar *et al.* (2010), o nível de oxidação lipídica nos ovos, ao final do período de armazenamento, está diretamente relacionado à composição lipídica e à transferência do antioxidante para os ovos. Assim, ovos enriquecidos com ácidos graxos insaturados são mais susceptíveis à oxidação lipídica e, conseqüentemente, apresentarão maiores valores de TBARS, se o antioxidante adicionado à ração não for transferido para os ovos em quantidade suficiente.

Ovos enriquecidos com fontes lipídicas

O ovo representa uma importante fonte nutricional, especialmente rico em proteínas de alto valor biológico com nutrientes como os carotenóides luteína, zeaxantina, vitaminas e minerais essenciais à saúde humana, além disso, contém quantidades significativas de ácidos graxos insaturados (linoleico e oleico) e gorduras (SARCINELLI *et al.*, 2007; AGUIAR *et al.*, 2009). Além disso, seu conteúdo lipídico pode ser influenciado pela linhagem, tamanho do ovo, bem como por componentes e diferentes tipos de gordura adicionada à ração (BARRETO *et al.*, 2006).

Nesse contexto, com o objetivo de atender às exigências dos consumidores por produtos de melhor qualidade, vários estudos têm sido realizados visando a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados na gema dos ovos comerciais, através da suplementação dietética com fontes ricas nesses ácidos graxos na ração de poedeiras. O interesse da população pelos teores dietéticos destas frações lipídicas é atribuído à prevenção de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de câncer (CEDRO, 2008).

Visando esse aspecto, a possibilidade de se reduzir os ácidos graxos saturados da gema dos ovos e elevar os insaturados, por meio da manipulação dietética das aves, tem sido uma opção para melhorar a qualidade nutricional dos ovos, tornando-os mais saudáveis e melhorando, ainda, a aceitabilidade por parte dos consumidores (AVEWORLD, 2007).

Os ácidos graxos poliinsaturados, ou PUFAS, apresentam papel fisiológico muito importante no metabolismo das aves, participando na integridade da hipófise, transporte de vitaminas lipossolúveis, são essenciais para o tecido nervoso, estão presente nas membranas celulares responsáveis pela permeabilidade e flexibilidade das membranas, entre outros atributos (LINKO e HAYAKAWA, 1996). Além disso, vale ressaltar que as PUFAS da série ω -6 e ω -3 atuam modulando o metabolismo e o transporte do colesterol, formando parte das lipoproteínas a ele associadas.

É possível manipular o perfil de ácidos graxos dos ovos de poedeiras via dieta devido ao metabolismo lipídico característico e único das aves, permitindo alteração em sua composição proporcionalmente ao conteúdo e qualidade da gordura utilizada na dieta das aves. Isso ocorre, pois, após a ingestão dos lipídios da dieta estes são hidrolisados no intestino a ácidos graxos e monoglicerídios, sendo posteriormente absorvidos no lúmen intestinal pelo sistema porta hepático e transportados através de portomícrons até o fígado. Após isso, o sistema hepático é responsável pela síntese das VLDLs (lipoproteína de densidade muito baixa) que serão transportadas pelo plasma até a gema do ovo, onde as mesmas são incorporadas à gema de forma intacta (CHERIAN *et al.*, 1996; LEESON e SUMMERS, 2001; PITA, 2007).

Existem no mercado, sobretudo em países desenvolvidos, muitos produtos sintéticos que possuem suplementação com PUFA ômega-3. Entretanto, devido à escassa disponibilidade e ao alto custo desses produtos, esta via é ainda de muito baixo impacto, sendo uma alternativa mais interessante a inclusão de fontes lipídicas naturais que contenham em sua composição grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados para atuar como veículos para prover enriquecimento com PUFA (BORN, 1998).

Outro fator que pode ser afetado pela nutrição é a deposição de colesterol na gema do ovo (HARGIS, 1991). Entretanto, os resultados encontrados na literatura sobre os efeitos da dieta nas concentrações de colesterol no ovo e no plasma são contraditórios (MURATA *et al.*, 2003). De acordo com Bertechini (2003), a galinha possui dez vezes mais capacidade de produção de colesterol, por quilograma de fígado, que o homem. Dessa forma, a manipulação da dieta das aves com intuito de reduzir o colesterol dos ovos é pouco significativa, já que as aves conseguem manter seu conteúdo como sendo essencial em sua composição, como pode ser observado por Murata *et al.* (2003).

A concentração de colesterol na gema é muito resistente a mudanças porque a ave mantém um determinado nível de colesterol para garantir o desenvolvimento do embrião (SHAFEY e CHAM, 1994). Por outro lado, como relatado anteriormente, a ave tem habilidade para alterar o conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados na gema, em resposta ao tipo de fonte de lipídeos fornecidos na ração. (VAN-ELSWYK *et al.*, 1994).

Muramatsu *et al.* (2005) observaram em seu estudo com diferentes níveis de óleo vegetal na dieta de poedeiras que, quando se considera o conjunto dos PUFAs ômega-3 (ácido linolênico e DHA) pode-se afirmar que o uso do óleo de soja nas rações aumenta suas concentrações na gema do ovo. Igualmente, os PUFAs linoleico, linolênico e DHA, quando considerados em conjunto, foram influenciados positivamente pelo óleo de soja e tiveram suas concentrações aumentadas com o uso dessa matéria-prima na ração.

Já Faitarone (2010), avaliando o efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas na ração de poedeiras, observou que a composição em ácidos graxos poliinsaturados na gema dos ovos das aves que não receberam suplementação de óleo na dieta foi inferior aos dos ovos provenientes das poedeiras suplementadas com óleo, independentemente do tipo de óleo. Esse resultado deve-se ao alto teor de ácidos graxos poliinsaturados encontrado, principalmente, nos óleos de soja e linhaça que foi incorporado aos ovos.

No entanto, muitos destes produtos apresentam problemas sensoriais e de estabilidade oxidativa, já que os PUFA são muito susceptíveis a desenvolver processos de rancidez oxidativa, o que obriga a incorporação de antioxidantes, em sua formulação, para evitar sua rápida deterioração.

Influência dos lipídios na qualidade dos ovos

A absorção de lipídios nas aves jovens é limitada e isso ocorre devido a estrutura do enterócito só alcançar seu desenvolvimento efetivo após a 3ª semana de vida, quando os

mecanismos de digestão e absorção atingem a plenitude. Assim, a digestibilidade de lipídios aumenta com a idade da ave (MACARI *et al.*, 1994). O mesmo ocorre para a secreção de sais biliares e suco pancreático, fazendo com que o metabolismo dos lipídios seja mais eficiente em aves adultas. Além disso, as aves mais jovens também apresentam maior dificuldade no aproveitamento das gorduras saturadas quando comparadas às aves adultas. Efeitos similares são observados quanto à quantidade de ácidos graxos livres, pois os animais jovens os utilizam com menos eficiência que os animais adultos (MATEOS e MENDEZ, 1990).

Segundo Franco (1992), o efeito extracalórico da gordura nas rações consiste na maior energia líquida desta, uma vez que sua deposição pela ave é muito mais eficiente quando fornecida pela dieta do que pela síntese a partir de precursores da acetilcoenzima A. Dessa forma, quando a gordura é incluída na dieta, a síntese de ácidos graxos é reduzida e a ave dispõe de mais energia para o desempenho produtivo proposto.

Nesse contexto, a inclusão de fontes lipídicas na nutrição das poedeiras pode influenciar a qualidade e composição do perfil em ácidos graxos e, além disso, pode ainda influenciar diretamente na qualidade física do produto final, como por exemplo, alterando características como tamanho dos ovos, percentagem de seus componentes e resistência da casca (FRANCO e SAKAMOTO, 2005).

Oliveira *et al.* (2010) observou que poedeiras alimentadas com dietas adicionadas de óleos vegetais produziram ovos significativamente mais pesados do que as que receberam dieta sem adição de óleos. Os resultados deste experimento assemelham-se aos encontrados por Keshavarz e Nakajima (1995) e Grobas *et al.* (2001), que também observaram aumento de peso dos ovos produzidos por poedeiras tratadas com dietas adicionadas de fontes de lipídios, indicando que essa adição foi suficiente para promover o aumento de peso dos ovos. Segundo Keshavarz e Nakajima (1995), esse aumento do peso do ovo pode estar relacionado ao aumento da disponibilidade dos nutrientes, em consequência da diminuição da taxa de passagem da ingesta, pela presença do óleo.

De acordo com March e Mcmillan (1990), a suplementação em ácido linoleico aumentaria o peso do ovo em consequência do aumento da gema. Jensen e Shutze (1963) afirmam que a inclusão do ácido linoleico incrementa o peso do ovo e da gema, mas que esses efeitos estariam visíveis somente com o uso de dietas deficientes em ácido linoleico como testemunhas.

Já Grobas *et al.* (2001), afirmam que a inclusão de alimentos de origem vegetal que sejam ricos em gorduras, proporcionam aumento no peso da gema e, conseqüentemente, aumento no peso dos ovos. Isso ocorre, pois a inclusão de gorduras na ração promove uma

maior concentração de lipídios absorvidos e depositados na gema do ovo, o que pode contribuir para o seu aumento (NOGUEIRA *et al.*, 2014).

Oliveira *et al.* (2010) observaram ainda aumento na porcentagem de gema dos ovos de poedeiras com 20 semanas tratadas com dieta que continha óleo de soja, que produziram ovos com maior porcentagem de gema do que as alimentadas com dieta com óleo de linhaça. Entretanto, a adição ou não de óleos vegetais à dieta de poedeiras com 54 semanas não causou efeito na porcentagem de sólidos totais da gema e nos valores de UH, pH e cor da gema.

Quando a qualidade dos ovos é insatisfatória pode acarretar prejuízos econômicos às indústrias e à saúde do consumidor. Um dos principais fatores que afeta a qualidade dos ovos, juntamente com a qualidade interna do produto, são o tempo e as condições de armazenamento (SCOTT e SILVERSIDES, 2000).

Durante o armazenamento dos ovos, ocorre redução da altura do albúmen e, conseqüentemente, também diminui os valores de unidade Haugh, que é uma das variáveis que retrata a qualidade interna dos ovos. Assim como também ocorre a perda de peso do ovo (SCOTT e SILVERSIDES, 2000; ALLEONI e ANTUNES, 2001; SILVERSIDES e BUDGELL, 2004; LEANDRO *et al.*, 2005; CARVALHO *et al.*, 2007). Quando são adicionadas fontes lipídicas à ração das aves ocorre uma maior concentração de lipídios absorvidos e depositados na gema do ovo e, com isso, há uma maior susceptibilidade à peroxidação oxidativa desse produto. Com isso, os ovos podem ficar propensos à perda da qualidade mais rapidamente, em decorrência dessa maior concentração de lipídios nos ovos (HAYAT *et al.*, 2010).

Além disso, a ingestão exagerada de gorduras na dieta das aves, afeta diretamente o consumo de ração e na absorção dos demais nutrientes, conseqüentemente, pode resultar em diminuição da produção de ovos, devido à necessidade dos mesmos para a formação do mesmo (NOGUEIRA *et al.*, 2014).

Conforme Hester (1999), uma dieta rica em gordura (8% a 12%) resulta no declínio da qualidade da casca, pois o autor cita que o excesso de gordura retém o cálcio. As explicações mais plausíveis referem-se à interferência dos ácidos graxos na absorção de cálcio e vice-versa (BRUGALLI *et al.*, 1999). Os lipídios em alta concentração na dieta podem combinar-se com o cálcio, formando sais e dificultando a absorção desses nutrientes. É importante ressaltar que além da dieta, a idade da poedeira também exerce forte influência sobre a qualidade da casca. Entretanto, é necessário atentar aos limites de utilização de

gorduras na dieta, visto que a qualidade da casca é o principal determinante da qualidade externa dos ovos e interfere na durabilidade do ovo durante sua vida de prateleira.

Antioxidantes na alimentação de poedeiras

A adição de antioxidante aos ingredientes ou às rações é realizada com o objetivo de neutralizar os efeitos deletérios dos radicais livres, cuja função é preservar o alimento, retardando sua deterioração. Dessa forma, antioxidantes são definidos como compostos ou substâncias químicas que inibem a oxidação ou, qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidável, diminui ou inibe significativamente a oxidação do mesmo (SOUSA *et al.*, 2007). São utilizados para preservar alimentos através do retardamento da deterioração, rancidez e descoloração, decorrentes da autooxidação.

Além disso, a adição de antioxidante na alimentação animal também pode ser realizada como estratégia para evitar gastos com a suplementação de nutrientes especializados, destruídos durante o processo de peroxidação, dando ao nutricionista maior garantia de estar formulando rações mais próximas das exigências estabelecidas e que os nutrientes estarão disponíveis para os animais (FISCHER *et al.*, 2005).

De acordo com Kong e Lillehei (1998), os únicos compostos capazes de inibir a formação de radicais livres são os antioxidantes, os quais impedem, através de sua própria redução, o dano oxidativo celular e minimizam a toxicidade causada por eles. Os antioxidantes utilizados pela indústria de alimentos podem ser isolados a partir de materiais naturais ou produzidos por síntese, sendo idênticos aos encontrados na natureza, enquanto outros são fabricados por cientistas de alimentos e não são baseados em substâncias que ocorrem naturalmente (CONEGLIAN *et al.*, 2011). Na seleção de antioxidantes são desejáveis as seguintes propriedades: eficácia em baixas concentrações, ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e em características do alimento e não podem ser tóxicos (SOUZA, 2006).

Antioxidantes sintéticos

Os antioxidantes podem ser sintéticos ou naturais, são compostos aromáticos que contém pelo menos uma oxidrila (OH). Os principais antioxidantes sintéticos utilizados na indústria alimentícia são os fenóis com várias substituições no anel, são amplamente utilizados devido ao seu elevado nível de eficácia, dentre eles podemos citar o butil-

hidroxianisol (BHA), o butil-hidroxitolueno (BHT), o galato de propila (PG) e o terc-butilhidroquinona (TBHQ), que são antioxidantes primários, que agem inibindo a oxidação na etapa de iniciação (TAKEMOTO *et al.*, 2009; CONEGLIAN *et al.*, 2011).

Além disso, seus radicais intermediários são relativamente estáveis devido à deslocação por ressonância e à falta de posições moleculares apropriadas para serem atacadas pelo oxigênio molecular (FENNEMA, 1996).

A elevada utilização dos antioxidantes sintéticos em produtos alimentícios deve-se ao fato de que eles apresentam características tecnológicas muito apropriadas e adequadas para retardar ou inibir a oxidação dos produtos sem acarretar problemas ou defeitos tecnológicos (ANTUNES e CANHOS, 1984).

Entretanto, alguns relatos demonstram que a utilização desses compostos na alimentação pode estar relacionada à possível ação carcinogênica, o que tem levado os consumidores a rejeitar produtos que os contenham (OKADA *et al.*, 1990; LUNA *et al.*, 2010). Diante disso, há uma maior tendência na busca por antioxidantes de origem natural, em substituição aos antioxidantes sintéticos.

Nesse contexto, devido aos possíveis problemas provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, as pesquisas voltam-se para encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, os quais permitirão substituir os sintéticos ou utilizá-los de forma associada.

Antioxidantes naturais

A partir dos anos 80 o interesse em encontrar antioxidantes naturais para uso em produtos alimentícios ou farmacêuticos aumentou consideravelmente, com o intuito de substituir antioxidantes sintéticos os quais têm sido restringidos devido ao seu potencial carcinogênico, bem como pela comprovação de diversos outros males como aumento do peso do fígado e significativo aumento do retículo endoplasmático (ZHENG e WANG, 2001).

Nesse contexto, evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de vegetais tem sido associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis. Esse efeito protetor tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os polifenóis (MARTINEZ-VALVERDE, *et al.* 2000; KAUR e KAPOOR, 2002).

As frutas, reconhecidas fontes de vitaminas, minerais e fibras, apresentam em sua constituição vários compostos com ação antioxidante, os quais incluem ácido ascórbico,

carotenoides e polifenóis. A quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, variedade e grau de maturação da fruta, bem como, das condições climáticas e edáficas do cultivo (LEONG *et al.*, 2002).

Os polifenóis são produtos secundários do metabolismo vegetal e constituem um amplo e complexo grupo de fitoquímicos dividido em várias classes, segundo o esqueleto carbônico dos fitoquímicos, dentre as quais se destacam a dos ácidos fenólicos e a dos flavonoides, entre outras (MARTINEZ-VALVERDE, *et al.* 2000). A capacidade antioxidante dos polifenóis é devida, principalmente, as suas propriedades redutoras, cuja intensidade da ação antioxidante exibida por estes fitoquímicos é diferenciada uma vez que depende, fundamentalmente, do número e posição de hidroxilas presentes na molécula (RICE-EVANS, *et al.* 1997; OU *et al.*, 2002).

Dentre as vantagens de se utilizar antioxidantes naturais em substituição aos sintéticos estão as implicações na área de saúde e sua funcionalidade. Nota-se, por exemplo, que a maior solubilidade dos antioxidantes naturais tanto em água como em óleo é de grande utilidade na preparação de emulsões e outras formulações, como os hidrogéis.

Na utilização de antioxidantes naturais há vantagem também no nível preservacionista, na medida em que as indústrias alimentícias produzem resíduos que poderiam ter um destino muito mais benéfico, favorecendo o homem e o meio ambiente. Por exemplo, muitos frutos comestíveis são processados para fabricação de sucos naturais, sucos concentrados, doces em conserva, polpas e extratos. Esses frutos possuem sementes e cascas, fontes naturais de antioxidantes, que são muitas vezes descartadas em vez de serem utilizadas, evitando o desperdício de alimentos.

Pesquisas utilizando fontes vegetais ricas em compostos com atividade antioxidante têm sido utilizadas na alimentação de poedeiras na busca pela melhoria do desempenho produtivo das aves e da qualidade dos ovos, além do efeito sobre a estabilidade lipídica das gemas dos ovos (HAYAT *et al.*, 2010; LUNA *et al.*, 2010; ZHAO *et al.*, 2011; OZEKU *et al.*, 2011).

Compostos fenólicos

Os antioxidantes estão naturalmente presentes em frutas, sendo que algumas apresentam altas concentrações de determinados grupos. Dentre os componentes com atividade antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos e sua quantidade é diretamente proporcional à eficiência da

atividade antioxidante. Os antioxidantes fenólicos são excelentes doadores de elétrons ou de hidrogênio (JUNQUEIRA, 2010).

Os compostos fenólicos encontram-se amplamente distribuídos no reino vegetal, englobando desde moléculas simples até aquelas com elevado grau de polimerização e estão presentes nos vegetais tanto nas formas livres como complexados a açúcares e proteínas (BORGUINI, 2006). Esse grande e complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados. Podendo apresentar-se como pigmentos ou ainda produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente (SILVA *et al.*, 2010). Dentre estas classes, destacam-se a dos flavonoides e a dos ácidos fenólicos por serem largamente distribuídos na natureza e os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (SOARES, 2002).

A ação dos compostos fenólicos como antioxidantes pode ser pela doação de hidrogênio ou elétrons, agente quelante de metais, ou ainda pela ação de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de constituintes do alimento, particularmente de ácidos graxos e de óleos (SOARES *et al.*, 2009). Estudos realizados com os compostos fenólicos demonstram sua capacidade antioxidante, assim como seu possível efeito na prevenção de diversas enfermidades cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas (HARBORNE e WILLIAMS, 2000; SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

Uso de extratos vegetais com efeito antioxidante na alimentação de poedeiras

A utilização de extratos de materiais vegetais, incluindo óleos essenciais e essências, apresenta elevada concentração em compostos fenólicos, que despertam o interesse da indústria de alimentos devido à sua ação antioxidante, influenciando positivamente na qualidade e valor nutricional dos alimentos.

Aliado a isso, as exigências atuais do consumidor por alimentos mais saudáveis e naturais também auxiliaram no incentivo do crescimento do número de pesquisas na área de nutrição animal com alimentos alternativos em substituição aos alimentos comumente utilizados nas rações, principalmente transgênicos e sintéticos, de modo a manter ou incrementar a produtividade, reduzir os custos (GARCIA e DALE, 2006), e melhorar a qualidade do produto final.

Diversas fontes vegetais ricas em compostos com atividade antioxidante têm sido estudadas e utilizadas na alimentação de poedeiras, visando à melhoria do desempenho das aves e da qualidade dos ovos. Radwan *et al.* (2008) constataram que a inclusão na ração de

1% de ervas – orégano (*Origanum sp.*), alecrim (*Rosmarinus officinalis L.*) ou tomilho (*Thymus vulgaris*) – ou 0,5% de açafrão (*Cúrcuma Longa L.*) pode melhorar o desempenho produtivo das galinhas, beneficiar a estabilidade oxidativa dos ovos e reduzir a oxidação dos lipídios da gema durante o armazenamento.

Zhao *et al.* (2011) avaliaram os efeitos da raiz de gengibre na dieta de poedeiras e observaram que independente da concentração, a suplementação de gengibre em pó aumentou as atividades das enzimas antioxidantes, e diminuiu o conteúdo de malonaldeído (MDA) no soro das aves. Já Özekü *et al.* (2011) relataram melhoria significativa da altura do albúmen e valores de unidade Haugh, em ovos de poedeiras alimentadas com mistura de óleos essenciais de orégano, louro, sálvia, murta, erva doce e citrus.

Botsoglou *et al.* (2012) verificaram que o uso das folhas de oliveira (*Olea europea L.*), na ração de poedeiras voltadas à ovos enriquecidos com ácidos graxos ômega-3, promoveu maior estabilidade lipídica das gemas dos ovos. Alagawany *et al.* (2016) constataram que a inclusão de extrato de *Yucca schidigera* promoveu melhora no desempenho produtivo, no perfil sanguíneo e na atividade das enzimas antioxidantes nos ovos de poedeiras.

Uso da manga como fonte de antioxidante

O Brasil é um dos maiores produtores de manga (*Mangifera indica L.*) e sua forma mais consumida é *in natura*, entretanto, por ser uma fruta sazonal a maior parte de sua produção normalmente é processada, gerando grande volume de resíduos que podem poluir o meio ambiente (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Nesse contexto, estudos anteriores com subprodutos da manga relatam que a casca e o caroço da manga são boas fontes de antioxidantes naturais (HUBER *et al.*, 2012), devido a presença de diferentes componentes com essa ação, entre as quais a provitamina A, na forma de β -caroteno, e as vitaminas C e E (PURAVANKARA *et al.*, 2000; ABDALLA *et al.*, 2007; AJILA *et al.*, 2007), além da presença do fenol glicosilxantona, na forma de mangiferina, que apresenta atividade antioxidante comprovada (PURAVANKARA *et al.*, 2000; BERARDINI *et al.*, 2005; ABDALLA *et al.*, 2007; BARRETO *et al.*, 2008).

A ação antioxidante do extrato da casca da manga foi relatada por Pereira *et al.* (2010). Esses pesquisadores verificaram que, adicionado em mortadelas, o extrato etanólico da casca da manga apresentou efeito antioxidante que pode ser comparado ao do antioxidante sintético BHT. A ação antioxidante dos extratos etanólicos da manga pode ser atribuída à ação

sinérgica de substâncias com atividade antioxidante, como os polifenóis, antocianinas, carotenoides e tocoferóis, que estão presentes nos extratos (PEREIRA *et al.*, 2011).

Freitas *et al.* (2013) observaram que a inclusão dos extratos etanólicos do caroço e da casca da manga em até 40 mg/kg na ração de poedeiras e 1% de óleo de soja como fonte lipídica, promoveu melhora na qualidade do albúmen e estabilidade lipídica da gema dos ovos. Também, observou-se que os extratos etanólicos do caroço ou da casca da manga podem ser utilizados como alternativa efetiva na substituição do antioxidante sintético na alimentação das poedeiras. Além disso, foi observado que o extrato etanólico de caroço de manga é mais eficiente do que o de casca, em retardar a oxidação lipídica de ovos armazenados por até 60 dias.

Já Fernandes (2017) não observou efeito da inclusão do extrato etanólico do caroço da manga sobre o desempenho ou qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo até 1000 mg/kg do extrato antioxidante. Por outro lado, foi observado melhora na capacidade e a atividade antioxidante da gema dos ovos frescos, considerando-se os níveis ótimos de 75 mg/kg e 53 mg/kg para os métodos de DPPH e ABTS, respectivamente. No entanto, ficou evidente efeito pró-oxidante de níveis superiores a este, visto que a capacidade antioxidante diminuiu.

Diante dos resultados já obtidos, torna-se essencial o desenvolvimento de novas pesquisas que possam estudar mais profundamente os efeitos do extrato etanólico obtidos da manga e associá-los a diferentes fontes de lipídios na tentativa de elucidar os mecanismos de ação e comprovar a sua eficiência para uso na alimentação de aves.

3 EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE EM RAÇÕES DE POEDEIRAS COMERCIAIS EM POSTURA CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS: DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão do extrato etanólico do caroço da manga (EECar) como antioxidante na ração de poedeiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas sobre o desempenho, qualidade interna e externa e estabilidade lipídica dos ovos. Foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas *Hy-Line brown*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, dois níveis do EECar (0 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes lipídicas (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando seis tratamentos e cinco repetições de oito aves cada. Não houve interação significativa entre os fatores sobre as variáveis estudadas. A adição do EECar ou das fontes lipídicas não influenciou significativamente o consumo de ração, a produção, o peso e a massa de ovos, bem como a conversão alimentar das aves. Quanto à qualidade dos ovos, observou-se redução na oxidação lipídica dos ovos das aves que receberam EECar na ração. Por sua vez, entre as fontes lipídicas, observou-se que a utilização da glicerina bruta na ração promoveu elevação do pH do albúmen e da oxidação lipídica na gema dos ovos. Dessa forma, a adição de EECar reduz a oxidação lipídica nas gemas, independente da fonte lipídica e a glicerina bruta como fonte lipídica piora o pH do albúmen e a estabilidade lipídica da gema dos ovos.

Palavras-chave: antioxidante natural; *Mangifera indica L*; mangiferina; produção de ovos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the inclusion of the ethanolic extract of the mango seed (EECar) as antioxidant on laying hens fed with different sources of fat in the diet on performance and internal, external quality and lipid stability of eggs were evaluated. Two hundred and forty hens *Hy-Line brown*, were distributed in a completely randomized design with six diets in a 2x3 factorial arrangement, two levels of the EECar (0 mg/kg and 1000 mg/kg) and 3 lipid sources (soybean oil, sunflower oil and crude glycerin), with six treatments and five replications of eight birds in total. There was no significant interaction between the

factors on the studied variables. The addition of EECar and the different lipid sources did not affect the feed intake, egg production, egg weight, produced egg mass and feed conversion of laying hens. As for the quality of the eggs, there was a reduction in lipid oxidation of eggs from laying hens that received EECar in the feed. In turn, among the lipid sources, it was observed that the use of crude glycerin in the feed promoted an increase in the albumen pH and lipid oxidation in the egg yolk. Thus, the addition of EECAR reduces lipid oxidation in the yolks, regardless of the lipid source and crude glycerin as a lipid source, worsens the albumen pH and the lipid stability of the egg yolk.

Key words: egg production. *Mangifera indica* L. mangiferin. natural antioxidants.

INTRODUÇÃO

Fontes lipídicas, como óleos e gorduras, são comumente utilizadas na alimentação das aves com a finalidade de incrementar o nível energético das rações e melhorar a digestibilidade e absorção dos constituintes não lipídicos da dieta (NOGUEIRA *et al.*, 2014). Além disso, são fontes de ácidos graxos, que podem ser manipulados na dieta para a obtenção de produtos com características nutricionais diferenciados.

Não obstante, na composição do ovo estão presentes ácidos graxos essenciais à nutrição humana e, como em qualquer alimento, os ácidos graxos da gema do ovo estão, naturalmente, sujeitos à oxidação lipídica. Somado a isso, a utilização de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados e, conseqüentemente, a produção de ovos enriquecidos com esses ácidos graxos de cadeia longa, há uma maior suscetibilidade à peroxidação desses produtos (HAYAT *et al.*, 2010).

Sabe-se que a oxidação lipídica é considerada a mais importante deterioração dos alimentos, visto que afeta sua qualidade, principalmente o aroma, o sabor e o valor nutricional resultando na produção de compostos tóxicos (AMENSOUR *et al.*, 2010). Além disso, os radicais livres originados durante o processo oxidativo se propagam destruindo os ácidos graxos essenciais, as proteínas, as vitaminas lipossolúveis e os carotenoides dos alimentos (LEESON e SUMMERS, 2001).

Assim, o principal objetivo após a ovipostura é preservar ao máximo a qualidade original do ovo até que ele chegue ao consumidor. Nesse contexto, a inclusão de antioxidantes sintéticos ou naturais na alimentação das aves torna-se um aliado na proteção dos ovos contra os efeitos indesejáveis da deterioração oxidativa. Com isso, evitam-se gastos com a

suplementação de nutrientes especializados, que podem ser destruídos durante o processo de peroxidação e, além disso, possibilita uma maior precisão quanto ao atendimento das exigências estabelecidas e que os nutrientes estarão disponíveis para os animais (FISCHER *et al.*, 2005).

Durante muito tempo foram utilizados apenas antioxidantes sintéticos nas rações, e os resultados na redução da oxidação lipídica foram positivos. Entretanto, esses antioxidantes podem estar relacionados a uma possível ação carcinogênica, levando os consumidores a rejeitarem produtos que os contenham (OKADA *et al.*, 1990; LUNA *et al.*, 2010).

Diante da tendência na busca por antioxidantes naturais, em substituição aos antioxidantes sintéticos, pesquisas utilizando fontes vegetais ricas em compostos com atividade antioxidante têm sido realizadas na alimentação de poedeiras no intuito de melhorar o desempenho produtivo das aves e a qualidade dos ovos, além do efeito sobre a estabilidade lipídica das gemas dos ovos (HAYAT *et al.*, 2010; LUNA *et al.*, 2010; ZHAO *et al.*, 2011; OZEKU *et al.*, 2011).

Estudos têm demonstrado que a manga (*Mangifera indica L.*) apresenta potencial atividade antioxidante. Segundo Huber *et al.* (2012), a casca e o caroço da manga são boas fontes de antioxidantes naturais, pois contêm diferentes compostos fenólicos, provitamina A na forma de β -caroteno, e vitaminas C e E, que podem ser potencializados quando utilizados como extratos (PURAVANKARA *et al.*, 2000; ABDALLA *et al.*, 2007; AJILA *et al.*, 2007).

Freitas *et al.* (2013) trabalhando com poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo óleo de soja, encontraram que os teores de 40 mg/kg de extrato etanólico da casca da manga e 20 ou 40 mg/kg de extrato etanólico do caroço foram efetivos na prevenção de danos oxidativos aos ovos durante o armazenamento e podem ser utilizados na alimentação das poedeiras como substituto ao antioxidante sintético. Fernandes (2017) avaliou a inclusão do extrato etanólico do caroço da manga até o nível de 1000 mg/kg na ração de poedeiras e não observou efeitos sobre o desempenho ou qualidade dos ovos. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos da inclusão do EECar na ração de poedeiras contendo diferentes fontes lipídicas.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da inclusão do extrato etanólico do caroço da manga como antioxidante na dieta de poedeiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas sobre o desempenho produtivo, qualidade interna do ovo e estabilidade oxidativa dos ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental utilizado foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFC) da Universidade Federal do Ceará sob o protocolo nº 47/2018, de 11 de setembro de 2018, e estava de acordo com os Princípios Éticos sobre Experimentação Animal editado pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA).

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no município de Fortaleza- CE.

Aquisição do resíduo e preparação do extrato etanólico do caroço da manga

O resíduo da manga, constituído de caroços, foi obtido a partir da extração da polpa e adquirido na forma *in natura* em uma empresa de beneficiamento da fruta. Foi desidratado, em processo de pré-secagem, onde foi exposto ao sol sobre uma tela plástica, durante um período de 48 horas, posteriormente foi realizada a secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas. Durante todo o período de secagem, o material foi revolvido duas vezes ao dia, para facilitar a desidratação e evitar o surgimento de fungos. Depois de seco o material foi triturado.

A preparação dos extratos naturais do caroço da manga foi realizada no Laboratório de Extração de Produtos Naturais (LAEX), localizado nas instalações do Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), pelo método de extração a frio utilizando os solventes orgânicos: hexano e etanol.

Inicialmente, o resíduo triturado da manga foi colocado em recipientes de vidro onde permaneceu submerso em hexano por um período de sete dias a temperatura ambiente. Em seguida, o hexano foi removido e submetido à evaporação em evaporador rotativo a 50°C, rotação de 60 rpm e pressão reduzida para recuperação do solvente e obtenção do extrato hexânico. O solvente recuperado foi utilizado para re-extração por mais duas vezes com as mesmas condições da extração inicial. Os extratos hexânicos obtidos nas três extrações foram descartados e os resíduos foram utilizados para extração etanólica nas mesmas condições descritas para a extração hexânica. O extrato etanólico obtido foi acondicionado em recipiente de vidro e identificado para posterior utilização.

Obtenção das fontes lipídicas

O óleo de soja utilizado foi adquirido de empresa privada oriundo do processo de extrusão dos grãos de soja. O óleo de girassol foi produzido no Setor de avicultura (UFC), a partir da prensagem à frio das sementes de girassol com casca, com a utilização de uma prensa mecânica da empresa Scott Tech, modelo ERT 40-V1. A glicerina bruta (Tabela 1), proveniente do algodão, foi fornecida pela Usina de Biodiesel do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, localizada no município de Caetés/PE.

Tabela 1. Composição nutricional e energética da glicerina bruta

Paramêtros	Glicerina bruta
EMA kcal/kg	3.582
Matéria seca (%)	91,60
Proteína bruta (%)	0,18
Sódio (%)*	0,06
Metanol (ppm)*	601

*Dados disponibilizados pelo fornecedor.

Determinação do potencial antioxidante, fenólicos totais e atividade antioxidante total do extrato etanólico do caroço da manga

Foram retiradas alíquotas do extrato para avaliação do potencial antioxidante, atividade antioxidante total e determinação de compostos fenólicos (Tabela 2), onde o butilato de hidroxitolueno (BHT) foi utilizado como padrão. O potencial antioxidante dos extratos foi avaliado pela capacidade de sequestro do radical DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil), de acordo com o procedimento descrito por Brand-Willians *et al.* (1995), sendo os resultados expressos em mg/L, referente à metade da concentração inibitória máxima (IC50). A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por meio de ensaio com o radical livre ABTS+ (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e o resultado expresso em μM de capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) por g de extrato (RUFINO *et al.*, 2007). A análise dos compostos fenólicos foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu, expresso em mg de equivalente de ácido gálico - EqAG – por g de extrato (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; MUELLER-HARVEY, 2001).

Tabela 2. Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico do caroço da manga

Antioxidantes	DPPH ¹ IC50 (mg/L)	ABTS ² (μ M TEAC/g)	Fenólicos totais ³ (mg EqAG/g)
BHT ⁴	289,17	350,83	-
EECar ⁵	175,66	518,68	95,50

¹Radical 2,2 difenil-1-picril-hidrazil; ²Radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); ³Compostos fenólicos; ⁴Butil metil fenol ou hidroxitolueno; ⁵Extrato etanólico do caroço da manga.

Experimentos com poedeiras

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura/DZ/CCA/UFC em um galpão convencional para criação de poedeiras, em gaiolas de arame galvanizado (25 x 40 x 45 cm) com capacidade para 2 aves por gaiola.

Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais semipesadas *Hy Line Brown*, com peso médio inicial de 1.834 ± 146 g, produção média de ovos 85,52% e 60 semanas de idade. As aves foram selecionadas com base no peso e produção de ovos e distribuídas uniformemente nas gaiolas, de modo que todas as repetições fossem constituídas de aves com pesos e produção de ovos similares, conforme recomendações de Sakomura e Rostagno (2007).

Delineamento, tratamentos e rações experimentais

As aves foram distribuídas ao acaso em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3), sendo dois níveis do extrato etanólico do caroço da manga (0 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes lipídicas (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando seis tratamentos, com cinco repetições de oito aves cada. As rações foram formuladas para serem isoenergéticas e isonutritivas (Tabela 3), de acordo com as exigências nutricionais das aves (Manual de manejo *Hy-line Brown*, 2018), e considerando os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2017).

Os tratamentos consistiram em seis rações contendo: óleo de soja sem adição de extrato etanólico do caroço da manga (EECar); óleo de girassol sem adição do EECar; glicerina bruta sem adição de EECar; óleo de soja com 1000 mg/kg de EECar; óleo de girassol com 1000 mg/kg de EECar; glicerina bruta com 1000 mg/kg de EECar.

Tabela 3. Composição e níveis nutricionais das rações experimentais para poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes fontes lipídicas e com extrato etanólico do caroço da manga como antioxidante

Ingredientes	Fontes Lipídicas					
	OS ¹	OG ²	GB ³	OS	OG	GB
	EECar ⁴ , 0 mg/kg			EECar, 1000 mg/kg		
Milho	65,35	65,44	61,99	65,35	65,44	61,99
Farelo de soja (45%)	21,38	21,36	19,92	21,38	21,36	19,92
Calcário calcítico	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30
Fosfato bicálcico	1,42	1,42	1,44	1,42	1,42	1,44
Óleo de soja	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Óleo de girassol	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Glicerina Bruta	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00
Milho Far. Glúten 60%	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45
EECar	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
Inerte	0,79	0,71	0,11	0,69	0,61	0,01
Sal comum	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37
Dl-metionina	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Suplemento vitamínico ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina	0,06	0,06	0,09	0,06	0,06	0,09
Suplemento mineral ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Níveis Nutricionais e Energéticos Calculados						
EM (kcal/kg)	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00
Proteína Bruta (%)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
FDA (%)	3,99	3,99	3,88	3,99	3,99	3,88
FDN (%)	10,90	10,91	10,38	10,90	10,91	10,38
Cálcio (%)	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Lisina Dig (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Met+Cis Dig (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina Dig (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Treonina Dig (%)	0,52	0,52	0,51	0,52	0,52	0,51
Triptofano Dig (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

¹Óleo de soja; ²Óleo de girassol; ³Glicerina bruta; ⁴EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ⁵Suplemento vitamínico – níveis de garantia por Kg do produto: vitamina A (min) 5.500.000 UI, vitamina B1 (min) 500 mg, vitamina B12 (min) 7.500 mcg, vitamina B2 (min) 2.502 mg, vitamina B6 (min) 750 mg, vitamina D3 (min) 1.000.000 UI, vitamina E (min) 6.500 UI, vitamina K3 (min) 1.250 mg, Biotina (min) 25 mg, Niacina (min) 17,5 g, Ácido fólico (min) 251 mg, Ácido pantotênico (min) 6.030 mg; ⁶Suplemento mineral - níveis de garantia por Kg do produto: Cobalto (min) 50 mg, Cobre (min) 3.000 mg, Ferro (min) 25 g, Iodo (min) 500 mg, Manganês (min) 32,5 g, Selênio (min) 100,05 mg, Zinco (min) 22,49 g.

A alimentação das aves e a avaliação da qualidade dos ovos foram realizadas durante o período experimental de 126 dias, dividido em seis períodos de 21 dias cada. As aves receberam ração e água à vontade durante todo período experimental, com iluminação de 16 horas diárias de luz (natural e artificial). A coleta de ovos foi realizada diariamente, ao final da tarde.

O monitoramento das variáveis ambientais: temperatura do ar (TA, °C) e umidade relativa média do ar (UR, %), foram coletadas a cada 5 minutos durante todo o período experimental com o auxílio de miniestações meteorológicas *Data Loggers*, da marca HOBO[®], instalado na região central do galpão à altura das gaiolas, sendo as médias de temperatura ambiente máxima e mínima e umidade relativa do ar no galpão, durante o período experimental de 37,27°C; 23,97°C e 62,28%, respectivamente.

Avaliação do desempenho

As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso do ovo (g), massa de ovo produzida (g/ave/dia), conversão alimentar (kg de ração/massa de ovos). A ração oferecida no início de cada período de produção e as sobras, no final, foram pesadas e, por diferença, foi calculado o consumo de ração. A produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e, ao final de cada período, foram calculadas as percentagens de postura. Com base nos dados de consumo de ração e produção de ovos, foi realizado o cálculo de conversão alimentar. Os ovos foram coletados, identificados e armazenados à temperatura ambiente, no quarto dia de cada semana. Nos dias seguintes, era realizada a pesagem dos ovos de cada repetição, em balança eletrônica de precisão (0,01g), para determinar o peso médio dos ovos. A massa de ovos foi calculada pela multiplicação do peso médio dos ovos pela percentagem de postura.

Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos

A avaliação da qualidade dos ovos foi realizada uma vez por semana, durante todo o período experimental. Para isso, todos os ovos de cada repetição foram coletados, e três deles foram selecionados, aleatoriamente (tendo-se evitado os ovos quebrados, trincados ou sujos), para serem avaliados. Inicialmente, determinou-se a gravidade específica (GE) dos ovos, conforme Freitas *et al.* (2004). Após a determinação da GE, os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro, para a determinação da altura do albúmen, por meio de um

micrômetro de profundidade S-6428 (Ames, Waltham, A-EUA). Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo do valor da unidade Haugh (UH), pela equação $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, em que H é a altura do albúmen (mm), e W é o peso do ovo (g).

Para determinar as proporções de cada constituinte nos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança de precisão (0,01g), e as cascas foram lavadas, postas para secar à temperatura ambiente por 48 horas, e então pesadas. As proporções de gema e casca foram obtidas pela relação entre o peso de cada porção e o peso do ovo, e a de albúmen foi determinada por diferença: albúmen = 100 - (gema + casca).

Após a pesagem das gemas, estas foram avaliadas quanto à cor, através de sensor de cor Digital YolkFan™ (Nix Sensor Ltd), que utiliza escala de cores industrial variando de 1 (amarelo pálido) a 16 (laranja escuro).

Para a determinação da espessura da casca, após a pesagem foram retirados fragmentos dos polos maior, menor e da região equatorial dos ovos para medida da espessura da casca em cada região com o uso de micrômetro externo com divisões de 0,01mm (Mitutoyo®, 0-25mm). A espessura da casca foi considerada como a média da espessura obtida nas três regiões do ovo.

Para avaliação do pH do albúmen e estabilidade da espuma, foram utilizadas as claras frescas dos ovos de cada repetição durante o quinto período experimental. O pH do albúmen foi medido, logo após a quebra do ovo, utilizando um pHmetro (Hanna Instruments – HI99121) equipado com um eletrodo. O eletrodo foi imerso diretamente na amostra e a leitura foi feita após 1 minuto.

A análise da estabilidade da espuma foi realizada segundo método modificado de Bovsková e Miková (2011). Foram pesados 50 g de albúmen de cada unidade experimental e a amostra seguiu para agitação em batedeira por cerca de 3 minutos. Após, a espuma formada foi pesada e colocada em funil por 30 minutos. O líquido proveniente da degradação da espuma foi transferido para uma proveta de 50 ml e então calculou-se os parâmetros de índice de durabilidade da espuma (calculado pela diferença entre o volume da espuma e o volume de sobrenadante, dividido pelo volume da amostra, %), densidade específica (g/ml) e overrun (calculado pela diferença entre o peso da amostra e o peso da espuma, dividido pelo volume da espuma, %).

A oxidação lipídica foi avaliada por meio da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo método de extração acidoaquosa, conforme Kang *et al.* (2001). Para isso, foram coletados os ovos também no quinto período

experimental e foram selecionados três ovos por repetição, com base na ausência de rachaduras, manchas ou sujeiras na casca. As gemas dos três ovos de cada repetição foram separadas da clara, colocadas em béquer, homogeneizadas e levadas para análise. O número de substâncias reativas na amostra foi expresso como miligrama de malonaldeído por quilograma de gema.

Analises estatísticas dos dados

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o SAS, versão 9.2, considerando-se o nível de 5% de probabilidade para significância em todas as análises. Os dados das variáveis de desempenho, qualidade externa e interna dos ovos, bem como a estabilidade lipídica foram submetidos à análise de variância pelo procedimento ANOVA, segundo um modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo dois níveis do extrato etanólico do caroço da manga e três fontes lipídicas. As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) ao nível de 5% de probabilidade para significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho das poedeiras

Não foi observada interação significativa ($P > 0,05$) entre os fatores, extrato etanólico e as fontes lipídicas nenhuma das variáveis avaliadas para desempenho (Tabela 4). Também, observou-se que não houve diferença significativa entre as fontes lipídicas utilizadas, ou dos níveis de extrato etanólico do caroço da manga sobre essas variáveis.

A utilização das diferentes fontes lipídicas nas rações experimentais poderia tornar os ingredientes mais susceptíveis à oxidação da fração lipídica da ração, visto que possuem diferentes perfis de ácidos graxos, e a maior presença de ácidos graxos insaturados pode favorecer a oxidação lipídica, comprometendo a disponibilidade da energia da ração. Além disso, Scott *et al.* (1982) relataram que o processo de oxidação lipídica é a principal causa da perda de qualidade do alimento ou da ração, pois reduz seu valor nutritivo, altera o sabor dos alimentos e pode resultar ainda na produção de compostos tóxicos. Porém, como não foram observados efeitos negativos na quantidade de alimento consumido pelas aves no presente estudo, e como as dietas foram calculadas para serem isoenergéticas, pode-se inferir

que as fontes lipídicas utilizadas não comprometeram a quantidade e a disponibilidade de energia da ração.

Tabela 4. Desempenho de poedeiras comerciais semipesadas alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço da manga como antioxidante no período de 60 a 78 semanas de idade

Fatores	Consumo (g/ave/dia)	Produção (%/ave/dia)	Peso dos ovos (g)	Massa de ovo (g/ave/dia)	Conversão alimentar (g/g)
Fonte lipídica					
Óleo de soja	98,14	83,25	62,85	52,30	1,88
Óleo de girassol	100,48	83,68	63,06	52,73	1,92
Glicerina bruta	98,21	85,34	61,57	52,51	1,88
Níveis de EECar¹					
0 mg/kg	98,36	83,42	62,80	52,37	1,89
1000 mg/kg	99,53	84,75	62,18	52,65	1,90
Média	98,94	84,09	62,49	52,51	1,89
EPM ²	0,7051	0,9521	0,2827	0,6034	0,0159
ANOVA³			<i>p-valor</i>		
FL ⁴	0,2660	0,6470	0,0620	0,9621	0,5500
EECar	0,3784	0,4936	0,2500	0,8223	0,7358
FL x EECar	0,0534	0,2049	0,3933	0,2887	0,5221

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Outro fator que está diretamente associado à quantidade de alimento ingerido voluntariamente pelas aves é a palatabilidade da ração (LEESON e SUMMERS, 2001). A presença de compostos fenólicos do extrato etanólico da manga, quando em elevadas quantidades podem contribuir para a adstringência e sabor amargo dos alimentos, prejudicando a palatabilidade dos mesmos. No entanto, quando adicionado em baixas concentrações atua na proteção dos alimentos contra a deterioração oxidativa dos elementos presentes na dieta (VIERA *et al.*, 2011). A ausência de influência negativa sobre o consumo voluntário de ração pode indicar que a adição dos extratos não prejudicou a palatabilidade da ração.

A manutenção dos nutrientes necessários e em quantidades adequadas à produção de ovos pelas aves é garantida pela ingestão diária de ração, visto que, poedeiras apresentam baixa capacidade de ingestão e armazenamento de alimentos (BERTECHINI, 2012). Assim, apesar das diferentes fontes de gordura utilizadas, como não houve diferenças quanto aos

níveis de energia das rações, visto que foram calculadas para serem isoenergéticas, e devido à ausência de efeito sobre o consumo de ração, era esperado que não houvesse alterações na quantidade de ovos produzidos. Por outro lado, Fontinele *et al.* (2017) avaliando níveis crescente de glicerina bruta na ração de poedeiras observaram aumento no consumo de ração com a inclusão até o nível de 6%, com conseqüente elevação na produção de ovos.

Quanto ao peso dos ovos, Leeson e Summers (2001) afirmam que o peso do ovo está relacionado com o consumo adequado de proteína e aminoácidos, principalmente metionina, pelas aves. Assim, como as rações eram isoproteicas e formuladas para atender as exigências de aves em produção, também era esperado ausência de alterações no peso dos ovos.

Conseqüentemente, era esperado que não houvesse alterações quanto à massa de ovos, visto que esta variável é predominantemente afetada pelo número de ovos produzidos e o peso dos ovos, de modo que aumenta de acordo com a porcentagem de postura das aves (LIMA NETO *et al.*, 2007). Da mesma forma, a conversão alimentar das aves não foi afetada, visto que varia em função do consumo de ração e da massa de ovos, que também não apresentaram influencia dos fatores testados.

Diante do exposto, pode-se inferir que as diferentes fontes lipídicas testadas não provocaram prejuízo ao nível de energia da ração, bem como, a inclusão do extrato antioxidante nos níveis utilizados não promoveram melhoria nas variáveis de desempenho.

Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Freitas *et al.* (2013), que utilizaram extrato etanólico do caroço da manga na alimentação de poedeiras comerciais em até 40 mg/kg de ração e 1% de óleo de soja, e não observaram efeitos significativos sobre as variáveis de desempenho. Já Alagawany *et al.* (2016) utilizando extrato de *Yucca schidigera* observaram melhoria na produção e massa de ovos, que pode estar associado à atividade biológica de fenólicos presentes na planta, causando maior eficiência alimentar e utilização, resultando em melhor desempenho produtivo.

Avaliação da qualidade do albúmen dos ovos

Quanto aos parâmetros de qualidade do albúmen (Tabela 5) não foram observadas interação significativa entre os fatores, fontes lipídicas e o extrato etanólico sobre as variáveis avaliadas. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre os níveis do extrato antioxidante. Entretanto, o pH do albúmen variou com a fonte de gordura utilizada. O maior valor de pH foi encontrado nos ovos das aves alimentadas com ração contendo

glicerina bruta, seguido dos ovos oriundos dos tratamentos com óleo de girassol, e o menor valor no tratamento que utilizou óleo de soja na ração das aves.

Tabela 5. Avaliação da qualidade do albúmen de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	Albúmen (%)	MS Albúmen (%)	Unidades Haugh	pH	Índice de durabilidade (%)	Overrun (%)	Densidade (g/ml)
Fonte lipídica							
Óleo de soja	66,08	10,85	88,59	8,64a	379,80	25,26	0,250
Óleo de girassol	66,09	10,73	87,14	8,83b	372,20	24,85	0,251
Glicerina bruta	65,47	10,85	86,73	9,04c	367,80	24,45	0,256
Níveis de EECar¹							
0 mg/kg	65,95	10,73	87,09	8,85	373,47	25,01	0,250
1000 mg/kg	65,81	10,89	87,88	8,82	373,07	24,69	0,255
Média	65,88	10,81	87,48	8,84	373,27	24,85	0,252
EPM ²	0,1592	0,0417	0,4406	0,0409	5,1875	0,3316	0,0033
ANOVA³				<i>p-valor</i>			
FL ⁴	0,2100	0,3864	0,2177	<0,0001	0,6785	0,6521	0,7615
EECar	0,6543	0,0534	0,3783	0,6713	0,9717	0,6534	0,5156
FL x EECar	0,4284	0,4087	0,6788	0,7046	0,8801	0,7130	0,8024

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

A ausência de efeito na porcentagem e matéria seca do albúmen, e unidades Haugh eram esperadas, visto que, os sólidos totais do albúmen são constituídos em maior parte por proteínas, e os tratamentos eram isoproteicos e isoaminoacídicos. Além disso, os valores de UH dos ovos avaliados foram acima de 86, indicando boa qualidade de albúmen que, segundo Mano *et al.* (2007), devem apresentar índices acima de 72 UH.

Por outro lado, Ozeku *et al.* (2011), observaram aumento da altura do albúmen e de unidades Haugh com a utilização de mistura de óleos essenciais à ração das aves. Da mesma forma, Freitas *et al.* (2013), observaram que os ovos das aves alimentadas com ração sem adição de antioxidante apresentaram os menores valores de UH, sugerindo que a suplementação em compostos com ação antioxidante pode melhorar a qualidade do albúmen e, conseqüentemente, a vida útil dos ovos.

Já Grobas *et al.* (2001), avaliando o efeito da suplementação com diferentes fontes de gordura à dieta de poedeiras observaram influência do tipo de gordura quanto ao peso do

albúmen, entretanto, não observaram efeito quanto ao nível de suplementação sobre nenhum dos componentes de qualidade dos ovos.

No entanto, os resultados encontrados na presente pesquisa concordam em parte com Oliveira *et al.* (2010), que não observaram efeitos da inclusão de diferentes fontes lipídicas sobre as características e qualidade do albúmen.

Não foi evidenciada influência da utilização do extrato etanólico da manga sobre o pH do albúmen. Entretanto, pesquisas demonstram que a presença de antioxidantes pode atuar protegendo o oviduto dos efeitos deletérios da oxidação e, com isso, beneficiando as características do albúmen. Por outro lado, as alterações observadas na presente pesquisa sobre o pH do albúmen quanto à inclusão das fontes lipídicas na ração das aves podem estar associadas à maior presença de cargas positivas oriundas do metabolismo do glicerol e dos ácidos graxos insaturados provenientes da glicerina bruta e do óleo de girassol, respectivamente, que contribuíram para elevação do mesmo. Segundo Fernandes (2017), os processos de oxidação lipídica naturais do organismo podem prejudicar a qualidade do albúmen. Dessa forma, possivelmente, a elevação do pH seja resultante do efeito deletério dos radicais livres sobre o oviduto.

Fatores como pH do albúmen, fontes de calor, agentes físico-químicos e efeitos de superfície podem resultar em mudança de solubilidade e perda de algumas propriedades funcionais do albúmen (SANTANA, 2017). Entretanto, apesar das alterações observadas no pH do albúmen quanto à fonte lipídica, estas estiveram dentro de uma faixa segura, visto que não comprometeram os resultados de estabilidade da espuma dos ovos frescos medidos pela durabilidade, overrun e densidade da espuma.

Apesar de ausência de efeito sobre a qualidade da espuma, os valores de pH do albúmen dos ovos frescos apresentam-se mais alcalino, que devido ao excesso de cargas que produz repulsão entre as moléculas, tendem a maior solubilidade das proteínas (MACHADO *et al.*, 2007). Dessa forma, segundo Daltin (2011), a maior concentração de cargas favorece a interação das proteínas com a água, deixando a espuma mais estável, sugerindo boa qualidade da espuma.

Avaliação da qualidade da gema dos ovos

Na avaliação dos parâmetros de qualidade da gema (Tabela 6) não foram observadas interação significativa entre os fatores, extrato etanólico e as fontes lipídicas, sobre as variáveis estudadas. Houve diferença significativa entre as fontes de gorduras

utilizadas, bem como, quanto à inclusão do extrato etanólico do caroço da manga sobre a estabilidade dos lipídeos da gema, medida pelos valores de TBARS.

Tabela 6. Avaliação da qualidade da gema de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	Gema (%)	MS Gema (%)	Cor Gema	TBARS (mg de malonaldeído/ kg de gema)
Fonte lipídica				
Óleo de soja	24,91	46,93	8,19	1,90ab
Óleo de girassol	24,79	46,78	8,12	1,74b
Glicerina Bruta	25,26	46,64	8,17	2,16a
Níveis de EECar¹				
0 mg/kg	24,99	46,63	8,17	2,17a
1000 mg/kg	24,98	46,94	8,15	1,70b
Média	24,85	46,78	8,16	1,94
EPM ²	0,1203	0,0936	0,0263	0,0819
ANOVA³			<i>p-valor</i>	
FL ⁴	0,0952	0,4676	0,6374	0,0401
EECar	0,9811	0,1069	0,6836	0,0012
FL x EECar	0,4872	0,7178	0,8445	0,2739

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

A gema apresenta alto percentual de ácido linoleico em sua composição que, durante o processo oxidativo da fração lipídica do alimento, pode ser destruído acarretando redução na proporção desse componente (LOPES *et al.*, 2011). No entanto, como não foram observadas alterações quanto ao percentual e matéria seca da gema e como as análises foram feitas nos ovos frescos, pode-se afirmar que os fatores testados não foram suficientes para alterar o conteúdo de ácido linoleico da ração, o que proporcionou a obtenção de ovos com valores semelhantes.

Além disso, a proporção relativa de gema no ovo varia em função de diversos fatores, sobretudo pela alimentação (GROBAS e MATEOS, 1996). Freitas *et al.* (2013) também não observaram efeito da utilização de extrato etanólico da manga sobre o percentual de gema dos ovos. Por outro lado, Silva *et al.* (2007) observaram que o aumento de 1,5 g por ave no consumo de óleo aumentou significativamente a porcentagem de gema. Entretanto, apesar da inclusão das diferentes fontes lipídicas às rações na presente pesquisa, não foram observadas diferenças significativas quanto à proporção de gema nos ovos.

Quanto à coloração da gema, a ausência de alterações pode indicar que a oxidação lipídica foi mínima ou insuficiente para alterá-la, visto que, segundo Robey e Shermer (1994) essas alterações ocorrem devido à oxidação e destruição dos carotenoides, substâncias lipossolúveis que ficam armazenadas como gorduras ou lipoproteínas na gema dos ovos. Além disso, as fontes de gordura utilizadas não eram ricas em carotenoides.

A resposta da estabilidade dos lipídeos na gema aos tratamentos aumentou com a inclusão do extrato etanólico do caroço da manga, reduzindo em até 21,65% a oxidação. Esse efeito pode estar associado à ação antioxidante dos compostos fenólicos presentes no extrato, que atuam prevenindo contra a deterioração oxidativa (VIEIRA *et al.*, 2011). Isso ocorre pois o nível de TBARS nos ovos está diretamente relacionado à composição lipídica da gema e a transferência do antioxidante para os ovos (SHAHRYAR *et al.*, 2010).

Por outro lado, na avaliação da extensão da oxidação lipídica nas gemas dos ovos, maior concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico foi observada nas dietas que incluíram glicerina bruta. Esse resultado pode ser decorrente da ingestão de substâncias tóxicas, como metais pesados e metanol residual, presentes nesse ingrediente (KRAUSE, 2008).

O menor valor de TBARS encontrado para as aves alimentadas com óleo de girassol pode estar associado à capacidade antioxidante observadas nesse ingrediente. Apesar da sua composição em ácidos graxos poliinsaturados superiores ao óleo de soja, o óleo de girassol apresenta uma fonte potencial de antioxidantes naturais que está associado aos níveis de α -tocoferóis e ácido clorogênico, que podem ter atuado reduzindo a quantidade dessas substâncias nas gemas dos ovos frescos (ŽILIC *et al.*, 2010).

Avaliação da qualidade da casca dos ovos

Na avaliação dos parâmetros de qualidade da casca dos ovos (Tabela 7) não foram observadas interação significativa entre os fatores, extrato etanólico e as fontes de gorduras, sobre as variáveis percentual de casca, densidade específica, espessura de casca e cor da casca. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre as fontes de gorduras utilizadas, ou dos níveis de extrato etanólico do caroço da manga sobre essas variáveis.

A ausência de efeito sobre a porcentagem e a espessura de casca com a inclusão de fontes lipídicas também foram verificados por Oliveira *et al.* (2010), esse comportamento é comum, visto que praticamente toda gordura do ovo está depositada na gema. Por outro lado, sabe-se que o excesso de ácidos graxos (8 a 12%) na ração de poedeiras contribui para

formação de sais insolúveis com o cálcio no intestino delgado das aves, dificultando, assim, a mobilização desse mineral pelas poedeiras para formação da casca (MURAMATSU *et al.*, 2005). Dessa forma, pode-se inferir que, apesar da inclusão das diferentes fontes de gordura às rações, os níveis de ácidos graxos nas rações estiveram dentro dos limites adequados à boa qualidade da casca.

Tabela 7. Avaliação da qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	Casca (%)	Densidade específica (g/cm ³)	Espessura de casca (mm)	Cor da casca
Fonte lipídica				
Óleo de soja	9,45	1,084	0,372	4,79
Óleo de girassol	9,54	1,083	0,374	4,50
Glicerina Bruta	9,52	1,083	0,374	4,69
Níveis de EECar ¹				
0 mg/kg	9,43	1,083	0,371	4,67
1000 mg/kg	9,57	1,083	0,376	4,66
Média	9,50	1,080	0,370	4,66
EPM ²	0,0383	0,0004	0,0012	0,0524
ANOVA ³		<i>p-valor</i>		
FL ⁴	0,6522	0,6479	0,7817	0,0600
EECar	0,0878	0,9241	0,0685	0,9032
FL x EECar	0,5903	0,1742	0,6615	0,2574

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Além disso, Freitas *et al.* (2013) utilizando 40 mg/kg de extrato etanólico do caroço da manga na ração de poedeiras também não observaram efeitos do extrato antioxidante sobre essas variáveis.

A densidade específica dos ovos frescos apresenta relação direta com a porcentagem de casca, como não houve influencia dos tratamentos sobre o percentual de casca, era esperado que não houvesse alterações quanto às densidades (HEMPE *et al.*, 1988). Além disso, os valores encontrados demonstram que as densidades estão dentro da normalidade, visto que, segundo Baião e Lúcio (2005) valores de 1,080 g/cm³ indicam boa qualidade da casca.

Quanto à coloração da casca dos ovos, considerava-se a possibilidade de haver diferença significativa, visto que, a presença do ácido clorogênico poderia causar o

aparecimento de manchas na casca dos ovos de galinhas alimentadas com óleo de girassol, conforme relatado por Rose *et al.* (1972), e com isso promover um escurecimento na coloração da casca.

Além disso, a inclusão da glicerina bruta na dieta de aves também pode ser relacionada com efeito prejudicial na pigmentação da casca do ovo quando adicionado na dieta de poedeiras marrons. Pois em sua composição estão presentes metais como: lítio (239ppm), alumínio (172ppm), enxofre (30ppm) e principalmente o vanádio (<10ppm), que já foi associado com efeito prejudicial na pigmentação da casca do ovo quando adicionado na dieta de poedeiras marrons (ODABASI *et al.*, 2006). Entretanto, a quantidade de óleo de girassol ou glicerina bruta na dieta das aves, não foram o suficiente para promover alterações na coloração da casca dos ovos.

Os resultados obtidos na presente pesquisa corroboram com Freitas *et al.* (2013), em que a adição do extrato etanólico da manga não influenciou significativamente a proporção de casca, densidade específica ou espessura da casca.

CONCLUSÃO

A adição de extrato etanólico do caroço da manga ou as diferentes fontes de lipídios na ração de postura não afetam os parâmetros de desempenho.

Na qualidade dos ovos, a utilização da glicerina bruta como fonte lipídica piora o pH do albúmen e a estabilidade lipídica da gema dos ovos. Por sua vez, a adição de extrato etanólico do caroço da manga reduz a oxidação lipídica, independente da fonte lipídica.

4 DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS E EXTRATO ETANÓLICO DA CASCA DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão do extrato etanólico da casca da manga (EECas) como antioxidante na ração de poedeiras alimentadas com diferentes fontes de lipídios sobre o desempenho, qualidade interna e externa e estabilidade lipídica dos ovos. Foram utilizadas 360 poedeiras semipesadas *Hy-Line brown*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, três níveis do EECas (0 mg/kg, 500 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando nove tratamentos e cinco repetições de oito aves cada. Não houve interação significativa entre os fatores sobre as variáveis estudadas. A adição dos níveis de EECas ou das diferentes fontes lipídicas não influenciaram o consumo de ração, a produção, o peso e a massa de ovos e a conversão alimentar das aves. Quanto á qualidade dos ovos, houve efeito significativo da inclusão do EECas apenas sobre a oxidação lipídica que reduziu com a inclusão. Entretanto, quanto às fontes lipídicas, observou-se que a utilização da glicerina bruta na ração promoveu uma piora no pH do albúmen e da estabilidade lipídica na gema dos ovos. Dessa forma, a inclusão do EECas melhora a estabilidade lipídica nas gemas, independente da fonte lipídica e a glicerina bruta como fonte lipídica promove piora sobre o pH do albúmen e na oxidação lipídica da gema dos ovos.

Palavras-chave: gorduras; consumo de ração; conversão alimentar; mangiferina; postura.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the inclusion of the ethanol extract of the mango peel (EECas) as antioxidant on laying hens fed with different sources of fat in the diet on performance and internal, external quality and lipid stability of eggs. Three hundred and sixty hens *Hy-Line brown*, were distributed in a completely randomized design with nine diets in a 3x3 factorial arrangement, three levels of the EECas (0 mg/kg, 500 mg/kg and 1000 mg/kg) and 3 lipid sources (soybean oil, sunflower oil and crude glycerin), with nine treatments and five

replications of eight birds in total. There was no significant interaction between the factors on the studied variables. The inclusion of EECas or the different lipid sources did not affect the feed intake, egg production, egg weight, produced egg mass and feed conversion of laying hens. As for the quality of the eggs, there was a significant effect of the inclusion of EECas only on the lipid oxidation which reduced with inclusion. However, regarding lipid sources, it was observed that the use of crude glycerin in the feed promoted an increase in the albumen pH and lipid oxidation in the egg yolk. Thus, the inclusion of EECas improves the lipid stability in the yolks, regardless of the lipid source and the crude glycerin as a lipid source causes a worsening of the albumen pH and of the lipid oxidation of the egg yolk.

Key words: egg production. fat. feed conversion. feed intake. mangiferin.

INTRODUÇÃO

Na avicultura de postura moderna as práticas de manejo nutricional utilizadas tem se adequado cada vez mais à utilização de técnicas que possibilitem melhoria no desempenho e na eficiência de produção das aves. Dessa forma, a utilização de óleos vegetais e gorduras como ingredientes na ração das aves tornam-se interessante do ponto de vista alimentar, uma vez que a sua utilização incrementa a energia nas rações, melhora a palatabilidade e facilita a digestão e absorção de constituintes não lipídicos nos ingredientes. Além disso, são importantes fontes de ácidos graxos insaturados e devem ser fornecidos via ração para permitir uma adequada nutrição e produção dos animais (NOGUEIRA *et al.*, 2014).

Não obstante, o ovo é considerado um dos alimentos mais completos, oferecendo um balanço de nutrientes essenciais, proteínas com alto valor biológico, minerais, vitaminas e ácidos graxos (ALCÂNTARA, 2012). Entretanto, por ser uma fonte de ácidos graxos, como em qualquer alimento, estão naturalmente sujeitos à oxidação lipídica.

Apesar dos processos oxidativos em ovos serem vistos como um processo natural, a utilização de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados e, conseqüentemente, a produção de ovos enriquecidos nesses ácidos de cadeia longa podem torna-los mais susceptíveis à deterioração oxidativa (FAITARONE, 2010).

Assim, o excesso de radicais livres produzidos durante o metabolismo pode provocar efeitos negativos no organismo dos animais, destruindo ácidos graxos essenciais, proteínas, vitaminas lipossolúveis e carotenoides dos alimentos (LEESON e SUMMERS, 2001). Esses compostos afetam a qualidade dos ovos, resultam na produção de compostos

tóxicos e limitam sua estabilidade e vida útil (AMENSOUR *et al.*, 2010; HAYAT *et al.*, 2010).

Nesse contexto, vários estudos foram realizados utilizando antioxidantes sintéticos na alimentação das aves. Eles apresentam elevada eficácia, baixo custo e boa estabilidade durante o processamento e estocagem, com efetividade na redução da oxidação lipídica. No entanto, relatos de seus possíveis efeitos tóxicos tem tornado mais restrita sua utilização em alimentos (OKADA *et al.*, 1990; LUNA *et al.*, 2010), aliado a uma maior consciência dos consumidores com atenção na segurança dos aditivos usados nos alimentos, surgindo a necessidade de buscar antioxidantes naturais, em substituição aos antioxidantes sintéticos.

Diante disso, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com objetivo de isolar, identificar e utilizar antioxidantes eficazes de origem natural. O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais podemos destacar os compostos fenólicos como ácido caféico, ácido rosmarínico, carvacrol, carnosol, rosmanol, rosmadial, entre outros (HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2009; MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2009; SIMITZIS *et al.*, 2010; LARA *et al.*, 2011).

Nesse contexto, estudos têm demonstrado que a manga (*Mangifera indica L.*) se apresenta como potencial fonte de antioxidante natural. De acordo com Huber *et al.* (2012), a casca e o caroço da manga são boas fontes de antioxidantes naturais, pois contêm diferentes compostos fenólicos, provitamina A na forma de β -caroteno, e vitaminas C e E (PURAVANKARA *et al.*, 2000; ABDALLA *et al.*, 2007; AJILA *et al.*, 2007). Além disso, durante o processamento da manga para fabricação de sucos, doces em conserva, polpas e extratos são gerados grandes volumes de resíduos, 35 a 60% do peso total da fruta é descartado na forma de resíduos, que inclui cascas e caroços. Caso não recebam destinação correta, esses resíduos geram grande poluição ao meio ambiente (HUBER *et al.*, 2012; DORTA *et al.*, 2013).

Freitas *et al.* (2012) relatam que a adição de 20 ou 40 mg/kg dos extratos etanólicos obtidos da casca ou do caroço de manga não influenciaram o desempenho de frangos de corte, porém podem ser mais efetivos do que o antioxidante sintético BHT em retardar a oxidação lipídica da carne de frangos. Freitas *et al.* (2013) trabalhando com poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo 1% de óleo de soja encontraram que os teores de 40 mg/kg de extrato etanólico da casca da manga e 20 ou 40 mg/kg de extrato etanólico do caroço foram efetivos na prevenção de danos oxidativos aos ovos durante o armazenamento e podem ser utilizados na alimentação das poedeiras como substituto ao

antioxidante sintético. No entanto, pouco se sabe sobre a utilização de níveis mais elevados do EECas, e sobre sua utilização em aves alimentadas com diferentes fontes de gordura.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão do extrato etanólico da casca da manga como antioxidante na dieta de poedeiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas sobre o desempenho produtivo, qualidade interna e externa e estabilidade oxidativa dos ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais utilizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Ceará sob o protocolo 47/2018, de 11 de setembro de 2018, e estavam de acordo com os Princípios Éticos sobre Experimentação Animal editado pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA).

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no município de Fortaleza- CE.

Obtenção das fontes lipídicas

O óleo de soja utilizado foi adquirido de empresa privada oriundo do processo de extrusão dos grãos de soja. O óleo de girassol foi produzido no Setor de avicultura (UFC) a partir da prensagem à frio das sementes de girassol com casca, com a utilização de uma prensa mecânica da empresa Scott Tech, modelo ERT 40-V1. A glicerina bruta (Tabela 8), proveniente do algodão, foi fornecida pela Usina de Biodiesel do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, localizada no município de Caetés/PE.

Preparo do extrato etanólico da casca da manga

Para a preparação do extrato natural, as cascas dos frutos maduros de mangas das variedades Coité e Jasmim foram adquiridas em uma indústria de processamento de polpas de frutas e submetidos à secagem em estufa, à 50°C por 24 horas. Em seguida, o material foi triturado e submetido à extração exaustiva a frio, com os solventes orgânicos hexano e etanol (BARRETO *et al.*, 2008).

Tabela 8. Composição nutricional e energética da glicerina bruta

Paramêtros	Glicerina bruta
EMA kcal/kg	3.582
Matéria seca (%)	91,60
Proteína bruta (%)	0,18
Sódio (%)*	0,06
Metanol (ppm)*	601

*Dados disponibilizados pelo fornecedor.

Inicialmente, o resíduo triturado foi colocado em recipientes de vidro onde permaneceu imerso em hexano, durante sete dias, à temperatura ambiente (25°C). Após a extração, o material foi filtrado, e o extrato foi concentrado em rotaevaporador Waterbath B-480 (Büchi Labortechnik, AG, Flawil, Suíça) a 50°C, à rotação de 60 rpm e à pressão reduzida, para obtenção do extrato hexânico e do solvente recuperado, o qual foi utilizado para reextração por mais duas vezes, conforme as condições da extração inicial.

Os extratos hexânicos obtidos nas três extrações foram descartados e os resíduos foram utilizados para extração etanólica nas mesmas condições descritas para a extração hexânica. O extrato etanólico obtido foi acondicionado em recipiente de vidro e identificado para posterior utilização. Como o extrato apresentava-se com características de gel, após a pesagem, ele foi diluído na fonte lipídica utilizada, para ser misturado em cada ração.

Determinação do potencial antioxidante, fenólicos totais e atividade antioxidante total do extrato etanólico da casca da manga

Foram retiradas alíquotas do extrato para avaliação do potencial antioxidante, atividade antioxidante total e determinação de compostos fenólicos (Tabela 9), onde o butilato de hidroxitolueno (BHT) foi utilizado como padrão. O potencial antioxidante do extrato foi avaliado pela capacidade de sequestro do radical DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil), de acordo com o procedimento descrito por Brand-Willians *et al.* (1995), sendo os resultados expressos em mg/L, referente à metade da concentração inibitória máxima (IC50). A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por meio de ensaio com o radical livre ABTS+ (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico)) e o resultado expresso em µM de capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) por g de extrato (RUFINO *et al.*, 2007). A análise dos compostos fenólicos foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu,

expresso em mg de equivalente de ácido gálico - EqAG – por g de extrato (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; MUELLER-HARVEY, 2001).

Tabela 9. Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico da casca da manga

Antioxidantes	DPPH ¹ IC50 (mg/L)	ABTS ² (μ M TEAC/g)	Fenólicos totais ³ (mg EqAG/g)
BHT ⁴	289,17	350,83	-
EECas ⁵	48,91	252,64	46,43

¹Radical 2,2 difenil-1-picril-hidrazil; ²Radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); ³Compostos fenólicos; ⁴Butil metil fenol ou hidroxitolueno; ⁵Extrato etanólico da casca da manga.

Experimento com poedeiras

Foram utilizadas 360 poedeiras comerciais *Hy line brown*, com peso médio inicial de 1.834 ± 146 g, produção média de ovos 85,52% e com 60 semanas de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado (25x40x45 cm) à densidade de 2 aves por gaiola. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, três níveis do extrato etanólico da casca da manga (0 mg/kg, 500 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes lipídicas (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando nove tratamentos e cinco repetições de oito aves cada.

Os tratamentos consistiram em nove rações contendo: óleo de soja sem adição de extrato etanólico da casca da manga (EECas); óleo de girassol sem adição do EECas; glicerina bruta sem adição de EECas; óleo de soja com 500 mg/kg de EECas; óleo de girassol e 500 mg/kg de EECas; glicerina bruta com 500 mg/kg de EECas; óleo de soja com 1000 mg/kg de EECas; óleo de girassol com 1000 mg/kg de EECas; glicerina bruta com 1000 mg/kg de EECas.

As rações experimentais (Tabela 10) utilizadas eram isonutrientes e isoenergéticas e formuladas seguindo as exigências nutricionais das aves (Manual de manejo *Hy-line Brown*, 2018), e considerando os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2017).

A alimentação das aves e a avaliação da qualidade dos ovos foram realizadas durante o período experimental de 126 dias, dividido em seis períodos de 21 dias cada. As aves receberam ração e água à vontade durante todo período experimental, com iluminação de 16 horas diárias de luz. A coleta de ovos foi realizada diariamente, ao final da tarde.

Tabela 10. Composição e níveis nutricionais das rações experimentais para poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes fontes lipídicas e com extrato etanólico da casca da manga como antioxidante

Ingredientes	Fontes lipídicas								
	OS ²	OG ³	GB ⁴	OS	OG	GB	OS	OG	GB
	EECas ¹ , 0 mg/kg			EECas, 500 mg/kg			EECas, 1000 mg/kg		
Milho	65,35	65,44	61,99	65,35	65,44	61,99	65,35	65,44	61,99
Farelo de soja (45%)	21,38	21,36	19,92	21,38	21,36	19,92	21,38	21,36	19,92
Calcário calcítico	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30
Fosfato Bicálcico	1,42	1,42	1,44	1,42	1,42	1,44	1,42	1,42	1,44
Óleo de soja	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Óleo de girassol	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Glicerina Bruta	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00
Milho Far. Glúten 60%	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45
EECas ¹	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10
Inerte	0,79	0,71	0,11	0,74	0,66	0,06	0,69	0,61	0,01
Sal comum	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37
DL-metionina	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Suplemento vitamínico ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina	0,06	0,06	0,09	0,06	0,06	0,09	0,06	0,06	0,09
Suplemento mineral ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis Nutricionais e Energético Calculados									
EM (kcal/kg)	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00
Proteína bruta (%)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
FDA (%)	3,99	3,99	3,88	3,99	3,99	3,88	3,99	3,99	3,88
FDN (%)	10,90	10,91	10,38	10,90	10,91	10,38	10,90	10,91	10,38
Cálcio (%)	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09
Fósforo disp.(%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Lisina Dig (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Met+Cis Dig (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina Dig (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Treonina Dig (%)	0,52	0,52	0,51	0,52	0,52	0,51	0,52	0,52	0,51
Triptofano Dig (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²Óleo de soja; ³Óleo de girassol; ⁴Glicerina bruta; ⁵Suplemento vitamínico – níveis de garantia por Kg do produto: vitamina A (min) 5.500.000 UI, vitamina B1 (min) 500 mg, vitamina B12 (min) 7.500 mcg, vitamina B2 (min) 2.502 mg, vitamina B6 (min) 750 mg, vitamina D3 (min) 1.000.000 UI, vitamina E (min) 6.500 UI, vitamina K3 (min) 1.250 mg, Biotina (min) 25 mg, Niacina (min) 17,5 g, Ácido fólico (min) 251 mg, Ácido pantotênico (min) 6.030 mg; ⁶Suplemento mineral - níveis de garantia por Kg do produto: Cobalto (min) 50 mg, Cobre (min) 3.000 mg, Ferro (min) 25 g, Iodo (min) 500 mg, Manganês (min) 32,5 g, Selênio (min) 100,05 mg, Zinco (min) 22,49 g.

Avaliação de desempenho

As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso do ovo (g), massa de ovo produzida (g/ave/dia), conversão alimentar (kg de ração/kg de massa de ovos). A ração oferecida no início de cada período de produção e as sobras, no final, foram pesadas e, por diferença, calculou-se o consumo de ração. A produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e, ao final de cada período, foram calculadas as percentagens de postura. Com base nos dados de consumo de ração e produção de ovos, foi realizado o cálculo de conversão alimentar. Os ovos foram coletados, identificados e armazenados à temperatura ambiente, no quarto dia de cada semana. Nos dias seguintes, era realizada a pesagem dos ovos de cada repetição, em balança eletrônica de precisão (0,01g), para determinar o peso médio dos ovos. A massa de ovos foi calculada pela multiplicação do peso médio dos ovos pela percentagem de postura.

Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos

A avaliação da qualidade dos ovos foi realizada uma vez por semana, durante todo o período experimental. Para isso, todos os ovos de cada repetição foram coletados, e três deles foram selecionados, aleatoriamente (tendo-se evitado os ovos quebrados, trincados ou sujos), para serem avaliados. Inicialmente, determinou-se a gravidade específica (GE) dos ovos, conforme Freitas *et al.* (2004). Após a determinação da GE, os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro, para a determinação da altura do albúmen, por meio de um micrômetro de profundidade S-6428 (Ames, Waltham, A-EUA). Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo do valor da unidade Haugh (UH), pela equação $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, em que H é a altura do albúmen (mm), e W é o peso do ovo (g).

Para determinar as proporções de cada constituinte nos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança de precisão (0,01g), e as cascas foram lavadas, postas para secar à temperatura ambiente por 48 horas, e então pesadas. As proporções de gema e casca foram obtidas pela relação entre o peso de cada porção e o peso do ovo, e a de albúmen foi determinada por diferença: albúmen = 100 - (gema + casca). Após a pesagem das gemas, estas foram avaliadas quanto à cor, através de sensor de cor Digital YolkFan™ (Nix Sensor Ltd), que utiliza escala de cores industrial variando de 1 (amarelo pálido) a 16 (laranja escuro).

Para a determinação da espessura da casca, após a pesagem foram retirados fragmentos dos polos maior, menor e da região equatorial dos ovos para medida da espessura da casca em cada região com o uso de micrômetro digital com divisões de 0,01mm (Mitutoyo[®], 0-25mm). A espessura da casca foi considerada como a média da espessura obtida nas três regiões do ovo.

Para avaliação do pH do albúmen e estabilidade da espuma, foram utilizadas as claras frescas dos ovos de cada repetição durante o quinto período experimental. O pH do albúmen foi medido, logo após a quebra do ovo, utilizando um pHmetro (Hanna Instruments – HI99121) equipado com um eletrodo. O eletrodo foi imerso diretamente na amostra e a leitura foi feita após 1 minuto.

A análise da estabilidade da espuma foi realizada segundo método modificado de Bovsková e Miková (2011). Foram pesados 50 g de albúmen de cada unidade experimental e a amostra seguiu para agitação em batedeira por cerca de 3 minutos. Após, a espuma formada foi pesada e colocada em funil por 30 minutos. O líquido proveniente da degradação da espuma foi transferido para uma proveta de 50 ml e então calculou-se os parâmetros de índice de durabilidade da espuma (calculado pela diferença entre o volume da espuma e o volume de sobrenadante, dividido pelo volume da amostra, %), densidade específica (g/ml) e overrun (calculado pela diferença entre o peso da amostra e o peso da espuma, dividido pelo volume da espuma, %).

A oxidação lipídica foi avaliada por meio da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo método de extração acidoaquosa, conforme Kang *et al.* (2001). Para isso, foram coletados os ovos também no quinto período experimental e foram selecionados três ovos por repetição, com base na ausência de rachaduras, manchas ou sujeiras na casca. As gemas dos três ovos de cada repetição foram separadas da clara, colocadas em béquer, homogeneizadas e levadas para análise. O número de substâncias reativas na amostra foi expresso como miligrama de malonaldeído por quilograma de gema.

Análises estatísticas dos dados

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o SAS, versão 9.2, considerando-se o nível de 5% de probabilidade para significância em todas as análises. Os dados das variáveis de desempenho, qualidade externa e interna dos ovos e estabilidade lipídica foram submetidos à análise de variância pelo procedimento ANOVA, segundo um

modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, três níveis de inclusão do extrato etanólico da casca da manga e três fontes de lipídios. As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho das poedeiras

Na avaliação dos dados de desempenho (Tabela 11) não foi observada interação significativa entre os fatores, extrato etanólico da casca da manga e as fontes lipídicas sobre as variáveis consumo de ração, percentagem de postura, peso médio dos ovos, massa de ovos produzida e conversão alimentar. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre os níveis de extrato etanólico utilizados ou das fontes de gorduras sobre essas variáveis.

Tabela 11. Desempenho de poedeiras comerciais semipesadas alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca da manga como antioxidante

Fatores	Consumo (g/ave/dia)	Produção (%/ave/dia)	Peso dos ovos (g)	Massa de ovo (g/ave/dia)	Conversão alimentar (g/g)
Fonte lipídica					
Óleo de soja	99,10	85,24	62,35	53,20	1,87
Óleo de girassol	99,43	85,10	62,74	53,64	1,86
Glicerina Bruta	98,06	83,86	61,71	51,46	1,91
Níveis de EECas¹					
0 mg/kg	98,36	83,42	62,67	52,38	1,89
500 mg/kg	100,51	85,92	62,08	53,13	1,90
1000 mg/kg	97,72	84,86	62,05	52,79	1,86
Média	98,86	84,73	62,27	52,77	1,88
EPM ²	0,8474	0,6794	0,2184	0,4631	0,0169
ANOVA³			<i>p-valor</i>		
FL ⁴	0,7944	0,6450	0,0617	0,1436	0,3519
EECas	0,3905	0,3128	0,2695	0,8087	0,5903
FL x EECas	0,3895	0,1436	0,5409	0,5777	0,2865

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – análise de variância; ⁴FL – fonte lipídica.

A inclusão de fontes de gorduras vegetais pode ser realizada como estratégia nutricional, visto que, por serem absorvidos mais facilmente apresentam valores mais altos de

energia metabolizável, promovendo melhor desempenho das aves (GAIOTTO *et al.*, 2000). Por outro lado, sua composição rica em ácidos graxos insaturados, pode promover maior suscetibilidade da dieta à peroxidação, que pode ocasionar menor qualidade dos alimentos e resultar na produção de compostos tóxicos (HAYAT *et al.*, 2010; AMENSOUR *et al.*, 2010). Além disso, a lipoperoxidação reduz o teor de ácidos graxos da fração lipídica do alimento, resultando em diminuição nos valores de EMA e EMAn (LEESON e SUMMERS, 2001) e aumento no consumo de ração pelas aves para atender a exigência de energia.

Nesse contexto, a adição de compostos fenólicos na alimentação animal é de suma importância, visto que apresentam potencial atividade antioxidante, atuando na proteção dos alimentos contra a oxidação lipídica. Entretanto, quando em concentrações elevadas, podem interagir com proteínas, carboidratos e minerais, reduzindo o valor nutricional do alimento, além de contribuir para a adstringência e sabor amargo dos alimentos (VIEIRA *et al.*, 2011), que nos leva a outro fator que está diretamente associado à quantidade de alimento ingerido voluntariamente pelas aves, a palatabilidade da ração (LEESON e SUMMERS, 2001).

Dessa forma, como não foram observados efeitos negativos sobre o consumo voluntário de ração pelas aves e como as rações foram calculadas para serem isoenergéticas, pode-se inferir que as diferentes fontes lipídicas utilizadas não comprometeram a disponibilidade de energia, bem como, a adição do extrato etanólico não prejudicou a palatabilidade da ração.

A obtenção dos nutrientes necessários e em quantidades adequadas à produção de ovos pelas aves é garantida pela ingestão diária de ração, visto que, poedeiras apresentam baixa capacidade de ingestão e armazenamento de alimentos (BERTECHINI, 2012). Dessa forma, a ausência de alterações na produção de ovos pode ser atribuída à ingestão das rações isonutritivas e isoenergéticas, já que o consumo entre os tratamentos não variou.

Segundo Leeson e Summers (2001) o peso dos ovos é influenciado pelos níveis adequados de proteína e aminoácidos, principalmente metionina, presentes na dieta. Assim, como as rações eram isoproteicas e formuladas para atender as exigências de aves em produção, esperava-se que o peso não alterasse entre os tratamentos. Conseqüentemente, a massa de ovos não sofreu alterações, visto que a quantidade de ovos produzidos parece ser predominante sobre essa variável (LEESON, 1996).

Nesse sentido, a ausência de efeito sobre a conversão alimentar das aves é justificada, visto que varia em função do consumo de ração e da massa de ovos, que também não sofreram influencia dos fatores testados.

Os resultados encontrados no presente estudo assemelham-se ao encontrado por Nogueira *et al.* (2014), que utilizando fonte alternativa de lipídios não encontraram influência significativa sobre o desempenho. Em contrapartida, Fontinele *et al.* (2017), observaram redução no consumo de poedeiras alimentadas com ração contendo glicerina bruta, quando os níveis ultrapassaram 8%, valor superior ao utilizado no presente estudo.

A ausência de influência significativa de fontes naturais de antioxidantes sobre o consumo de ração e o desempenho de poedeiras é comum (BOZKURT *et al.*, 2012). ÖZEKU *et al.* (2011) avaliaram a inclusão de uma mistura de óleos essenciais e ácidos orgânicos na dieta de poedeiras e também não observaram efeitos sobre as variáveis de desempenho. Freitas *et al.* (2013) utilizando extratos de manga até 40 mg/kg como antioxidante na ração de poedeiras e tendo óleo de soja como fonte lipídica, também não observaram influência dos tratamentos sobre o consumo ou demais variáveis de desempenho.

Na avaliação da qualidade do albúmen (Tabela 12) não foi observada interação significativa entre os fatores, extrato etanólico e as fontes de gorduras sobre as variáveis analisadas. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre os níveis de extrato ou das fontes de gordura, com exceção do pH do albúmen. Onde maior valor de pH foi encontrado nos ovos das aves alimentadas com ração contendo glicerina bruta, tratamentos com óleo de girassol apresentaram valor intermediário, e menor valor com óleo de soja na dieta das aves.

O fornecimento dos nutrientes em quantidades adequadas às exigências metabólicas das aves poedeiras é necessário para se obter boa qualidade interna e externa dos ovos. Assim, prioritariamente, o fornecimento adequado de proteínas é fundamental para formação do albúmen. Dessa forma, como não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para consumo de ração e os tratamentos eram isoproteicos e isoaminoácídicos, a ausência de efeito no percentual e matéria seca de albúmen, e unidades Haugh eram esperados.

Apesar de não apresentarem diferença significativa entre os tratamentos, as médias de UH encontram-se dentro dos parâmetros de qualidade descritos por Silva (2004), segundo as quais quanto maior seu valor, melhor será a qualidade dos ovos. Resultados semelhantes foram relatados por Bozkurt *et al.* (2012), que não observaram efeito da adição de óleos essenciais associados às vitaminas A, C e E, sobre a qualidade do albúmen.

Tabela 12. Avaliação da qualidade do albúmen de ovos de poedeiras comerciais semipesadas alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca de manga como antioxidante

Fatores	Albúmen (%)	Unidades Haugh	MS albúmen (%)	pH	Índice de durabilidade (%)	Overrun (%)	Densidade (g/ml)
Fonte lipídica							
Óleo de soja	65,94	88,16	10,83	8,75b	384,40	25,59	0,245
Óleo de girassol	65,96	87,09	10,61	8,82ab	372,13	24,76	0,253
Glicerina Bruta	65,90	87,06	10,75	8,95a	373,73	24,91	0,251
Níveis de EECas¹							
0 mg/kg	65,75	87,35	10,73	8,85	373,47	25,01	0,250
500 mg/kg	65,92	87,46	10,76	8,82	383,60	25,44	0,246
1000 mg/kg	66,13	87,49	10,70	8,86	373,20	24,80	0,253
Média	65,93	87,42	10,73	8,84	376,76	25,08	0,250
EPM ²	0,1194	0,2619	0,0378	0,0345	3,8609	0,2489	0,0026
ANOVA³				<i>p-valor</i>			
FL ⁴	0,9361	0,1075	0,0575	0,0425	0,3895	0,3716	0,4838
EECas	0,1580	0,9689	0,8122	0,8377	0,4726	0,5822	0,5257
FL x EECas	0,2965	0,7206	0,2155	0,0836	0,5074	0,5066	0,3881

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Por outro lado, Özekü *et al.* (2011), observaram aumento na altura do albúmen e nos valores de unidade Haugh, em ovos de poedeiras alimentadas com uma mistura de óleos essenciais, com propriedades antioxidantes. Freitas *et al.* (2013), encontraram diferença significativa entre os valores de unidades Haugh, onde os ovos das aves alimentadas com a ração sem adição de antioxidantes apresentaram os menores valores de unidade Haugh, enquanto os ovos das aves alimentadas com BHT ou com os produtos da manga, não diferiram significativamente entre si.

Quanto à utilização de diferentes fontes lipídicas sobre as características e qualidade do albúmen, os resultados encontrados no presente estudo estão em conformidade com Muramatsu *et al.* (2005), que avaliando a inclusão de diferentes níveis de óleo de soja na ração de poedeiras, não encontraram efeitos sobre peso e percentual de albúmen. Já Oliveira *et al.* (2010) avaliando o efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas: óleo de soja, óleo de girassol, óleo de linhaça ou ração sem adição de óleo para poedeiras, não observaram influência dos fatores testados sobre nenhuma características e qualidade do albúmen.

Oliveira *et al.* (2010) observaram que, independente da fonte lipídica utilizada, não houve efeito sobre o pH do albúmen de ovos recém-postos. Entretanto, na presente

pesquisa, foi observado maior valor de pH do albúmen nos ovos das aves alimentadas com a glicerina bruta como fonte de gordura. Esse resultado possivelmente está associado a maior geração de radicais livres durante o metabolismo do glicerol. Da mesma forma, o valor intermediário de pH observado com o óleo de girassol como fonte de gordura, pode ser resultante da maior presença de cargas positivas devido a maior concentração de ácidos graxos insaturados presentes, quando comparado ao óleo de soja. Segundo Fernandes (2017), o processo de oxidação lipídica natural do organismo pode prejudicar a qualidade do albúmen. Dessa forma, possivelmente, a elevação do pH nos casos observados pode ser resultante do efeito deletério dos radicais livres sobre o oviduto.

Por outro lado, pesquisas demonstram que a presença de antioxidantes na ração de poedeiras atua protegendo o oviduto dos efeitos deletérios da oxidação, promovendo benefícios à formação do albúmen (FERNANDES, 2017). Entretanto, no presente estudo não foram observados benefícios da utilização do extrato etanólico da manga sobre o pH do albúmen.

Alterações do pH podem causar redução da solubilidade das proteínas do albúmen, prejudicando sua funcionalidade (SANTANA, 2017), visto que, logo após a ovipostura esses valores variam entre 7,6 a 8,0 e tendem a aumentar com o tempo de armazenamento, indicando deterioração da qualidade do albúmen. Entretanto, apesar das alterações observadas no pH, esses valores estiveram dentro de uma faixa segura, de forma que as variáveis de qualidade da espuma não foram afetadas negativamente pelas fontes de gorduras ou presença de extrato etanólico nas rações.

Além disso, as proteínas são sensíveis a alterações em seu pH, em função das suas características ácido-base. Dessa forma, as proteínas apresentam maior solubilidade em valores de pH ácidos ou alcalinos, devido ao excesso de cargas que produz repulsão entre as moléculas (MACHADO *et al.*, 2007). Assim, como os valores de pH na presente pesquisa estiveram mais elevados, houve uma tendência a maior interação das proteínas com a água que, segundo Daltin (2011), deixam a espuma mais estável, sugerindo boa qualidade da espuma.

Na avaliação da qualidade da gema (Tabela 13) não foi observada interação significativa entre os fatores, extrato etanólico e as fontes de gorduras, sobre as variáveis estudadas. Houve diferença significativa entre as fontes de gorduras utilizadas, bem como, quanto à inclusão do extrato da casca da manga sobre a estabilidade dos lipídeos da gema, medida pelos valores de TBARS.

Tabela 13. Avaliação da qualidade da gema de ovos de poedeiras comerciais semipesadas alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca da manga como antioxidante

Fatores	Gema (%)	MS Gema (%)	Cor Gema	TBARS (mg de malonaldeído/ kg de gema)
Fonte lipídica				
Óleo de soja	24,92	46,87	8,22	1,95b
Óleo de girassol	24,60	46,41	8,14	1,76c
Glicerina Bruta	24,86	46,28	8,23	2,30a
Níveis de EECas¹				
0 mg/kg	24,92	46,69	8,18	2,25a
500 mg/kg	24,67	46,16	8,16	1,97b
1000 mg/kg	24,80	46,71	8,25	1,78c
Média	24,75	46,52	8,20	2,00
EPM ²	0,0966	0,1151	0,0233	0,0568
ANOVA³			<i>p-valor</i>	
FL ⁴	0,0717	0,0749	0,0589	<0,001
EECas	0,2047	0,0746	0,0561	<0,001
FL x EECas	0,4481	0,6445	0,0520	0,2144

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

A proporção relativa de gema no ovo varia em função de diversos fatores, sobretudo pela alimentação (GROBAS e MATEOS, 1996). Sendo composta majoritariamente por componentes lipídicos, a gema apresenta alto percentual de ácido linoleico que, durante o processo oxidativo natural do alimento, pode ser destruído acarretando redução na proporção da mesma (LOPES *et al.*, 2011). Dessa forma, a presença de antioxidantes na ração, e sua posterior transferência para gema, podem atuar protegendo os componentes lipídicos, beneficiando a proporção da gema.

Entretanto, como não foram observadas alterações quanto ao percentual e matéria seca da gema e como as análises foram feitas nos ovos frescos, pode-se afirmar que a inclusão do extrato etanólico da manga não foi suficiente para promover benefícios à composição da gema, o que proporcionou a obtenção de ovos com valores semelhantes. Freitas *et al.* (2013) também não observaram efeito da inclusão de até 40 mg/kg de extrato etanólico da manga sobre o percentual de gema dos ovos.

Por outro lado, a inclusão de gorduras na ração promove uma maior concentração de lipídios absorvidos e depositados na gema do ovo, o que pode contribuir para o seu aumento. Entretanto, apesar da utilização de diferentes fontes lipídicas na ração, como as

rações utilizadas neste experimento foram calculadas para serem isoenergéticas e seguiram as recomendações para atender às exigências nutricionais das aves em produção, os fatores testados não foram suficientes para promover diferenças significativas entre os tratamentos para percentual e matéria seca da gema. Esses resultados assemelham-se ao observado por Nogueira *et al.* (2014) que utilizando fontes lipídicas nas rações de poedeiras não observaram alterações na percentagem de gema.

A ausência de diferenças na coloração das gemas entre os tratamentos pode indicar que essa oxidação foi mínima, visto que, a oxidação lipídica na gema do ovo pode promover alterações em sua coloração pela degradação dos pigmentos responsáveis pela cor amarelada, como os carotenoides, cuja concentração depende da qualidade do ovo e da dieta (ORNELLAS, 1985).

Oliveira *et al.* (2010) trabalhando com a inclusão de diferentes óleos vegetais à dieta de poedeiras também não observaram efeito dos tratamentos sobre a cor da gema. Da mesma forma, Özekü *et al.* (2011), também não observaram efeito sobre a coloração da gema, em ovos de poedeiras alimentadas com uma mistura de óleos essenciais de orégano, louro, sálvia, murta, erva-doce e citrus.

Quanto ao efeito da fonte lipídica utilizada, observou-se uma maior concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) nas dietas que incluíram glicerina bruta. A concentração em ácidos graxos insaturados e os produtos da sua oxidação, bem como de compostos antioxidantes nos ovos, pode ser influenciada pela ingestão de alimentos ricos nesses compostos que são transferidos para a gema. Assim, esse efeito pode ser ainda decorrente da maior geração de radicais livres durante o metabolismo do glicerol, ou ainda a presença de substâncias tóxicas, como metais pesados e metanol residual (KRAUSE, 2008).

Já as aves alimentadas com rações contendo óleo de girassol apresentaram valor intermediário de TBARS. Esse efeito pode estar associado à maior concentração em ácidos graxos insaturados do óleo de girassol, quando comparado ao óleo de soja, tornando-o mais propenso aos processos oxidativos. Entretanto, a ação antioxidante dos α -tocoferóis e compostos fenólicos, ênfase ao ácido clorogênico, presentes na composição do óleo de girassol, podem ter colaborado para minimizar a oxidação nos ovos frescos quando comparado à glicerina bruta (ŽILIC *et al.*, 2010).

Com relação à estabilidade lipídica da gema, a inclusão de 1000 mg/kg de extrato etanólico da casca da manga na dieta das poedeiras, reduziu em até 21% a oxidação. Esse efeito pode estar associado à ação antioxidante dos compostos fenólicos presentes no extrato,

que segundo Vieira *et al.* (2011) atuam como sequestradores de radicais livres, prevenindo contra a deterioração oxidativa.

Esses resultados estão em concordância com Freitas *et al.* (2013), que observaram redução da oxidação lipídica em ovos mediante adição de BHT e com a inclusão dos extratos etanólicos de caroço e de casca de manga em até 40 mg/kg.

Dessa forma, pode-se inferir que a suplementação de antioxidantes via dieta é de suma importância para a indústria avícola quando se busca por alimentos com reduzido estresse oxidativo, visto que, a estabilidade oxidativa na dieta apresenta grande influência e determinação na vida de prateleira dos produtos de origem animal.

Na avaliação da qualidade da casca dos ovos (Tabela 14) não foi encontrada interação significativa entre os fatores, extrato etanólico e as fontes lipídicas, sobre as variáveis percentual de casca, densidade específica, espessura de casca e cor da casca. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre os níveis de extrato etanólico da casca da manga utilizados, ou da fonte de gordura sobre essas variáveis.

Como não houve diferenças quantitativas sobre a proporção de albúmen e gema dos ovos, também era esperado o mesmo comportamento sobre os parâmetros de qualidade de casca. Entretanto, alguns estudos têm demonstrado que a utilização de fontes lipídicas na ração de poedeiras podem apresentar efeitos indesejáveis sobre a qualidade da casca dos ovos. Isso porque, a rancidez da gordura da ração pode causar sintomas carenciais de vitamina D e com isso prejudicar a absorção e mobilização do cálcio no organismo das aves, prejudicando a formação da casca do ovo (LEESON E SUMMERS, 2001).

Pita *et al.* (2004), verificaram significativa redução no peso da casca de ovos quando alimentaram as aves com rações contendo alto nível de ácidos graxos poli-insaturados sem a adição de tocoferol. Contudo, quando estas rações foram suplementadas com o antioxidante, houve incremento no valor percentual da casca, sugerindo efeito benéfico da inclusão do antioxidante na composição da casca.

Entretanto, na presente pesquisa não foram observados efeitos da inclusão das fontes lipídicas ou do EECas sobre a qualidade da casca. Esses resultados concordam com Oliveira *et al.* (2010), que não encontraram influência sobre a porcentagem e a espessura de casca com a inclusão de fontes lipídicas. Além disso, Freitas *et al.* (2013) utilizando 40 mg/kg de extrato etanólico da casca da manga na ração de poedeiras também não observaram efeitos do extrato antioxidante sobre essas variáveis.

Tabela 14. Avaliação da qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca da manga como antioxidante

Fatores	Casca (%)	Espessura de casca (mm)	Densidade específica (g/cm ³)	Cor da casca
Fonte lipídica				
Óleo de soja	9,45	0,374	1,083	4,80
Óleo de girassol	9,50	0,371	1,082	4,67
Glicerina Bruta	9,48	0,373	1,082	4,93
Níveis de EECas ¹				
0 mg/kg	9,44	0,372	1,083	4,73
500 mg/kg	9,55	0,373	1,083	4,80
1000 mg/kg	9,44	0,373	1,081	4,87
Média	9,48	0,373	1,083	4,80
EPM ²	0,0266	0,0011	0,0004	0,0603
ANOVA ³			<i>p-valor</i>	
FL ⁴	0,7339	0,4400	0,1618	0,2159
EECas	0,1734	0,8873	0,0763	0,6733
FL x EECas	0,7111	0,5456	0,8468	0,5332

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Os valores de densidade específica observados estão acima de 1,080 g/cm³, valor preconizado por Peebles e McDaniel (2004) como de boa qualidade, visto que, valores inferiores indicam baixa resistência da casca. A resistência da casca está relacionada ao fornecimento em níveis suficientes e equilibrados de nutrientes como cálcio, fósforo e vitamina D3 na dieta das aves (MENDONÇA *et al.*, 2013). Dessa forma, pode-se inferir que os níveis de nutrientes fornecidos na dieta foram adequados às exigências das aves, bem como, os níveis de extrato etanólicos da casca junto às diferentes fontes lipídicas utilizadas na dieta não afetaram negativamente os parâmetros qualitativos da casca.

A coloração marrom dos ovos de poedeiras semipesadas é regulada pela maior deposição desses pigmentos na região externa da casca (BENITES *et al.*, 2005). Entretanto, alguns fatores podem influenciar na deposição desses pigmentos, como sistema de alojamento, idade, raça, dieta, fatores estressantes e doenças como bronquite infecciosa (SAMIULLAH *et al.*, 2015).

Diante disso, esperava-se ocorrer diferença quanto à coloração da casca, visto que, existem relatos sobre ação do ácido clorogênico, presente no óleo de girassol, promovendo modificações na cor da casca (ROSE *et al.*, 1972). Além disso, a utilização de glicerina bruta na dieta, dada sua composição, também apresenta potencial para promover alterações na cor

da casca, devido à presença de metais presentes neste ingrediente, como: lítio (239ppm), alumínio (172ppm), enxofre (30ppm) e principalmente o vanádio (<10ppm), que já foi associado com efeito prejudicial na pigmentação da casca do ovo quando adicionado na dieta de poedeiras marrons (ODABASI *et al.*, 2006). Entretanto, a quantidade de óleo de girassol ou glicerina bruta na dieta das aves, não foram o suficiente para promover alterações na coloração da casca dos ovos.

CONCLUSÃO

A adição de extrato etanólico da casca da manga ou as diferentes fontes de lipídios na ração de postura não afetam os parâmetros de desempenho.

Na qualidade dos ovos, a utilização da glicerina bruta como fonte lipídica piora o pH do albúmen e a estabilidade lipídica da gema dos ovos. Por outro lado, a inclusão do extrato etanólico da casca da manga até 1000 mg/kg reduz a oxidação lipídica, independente da fonte lipídica.

5 USO DO EXTRATO ETANÓLICO DO CAROÇO DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE NA RAÇÃO DE POEDEIRAS CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS: EFEITOS NA QUALIDADE DE OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão do extrato etanólico do caroço da manga (EECar) como antioxidante na ração de poedeiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas sobre a qualidade interna e externa dos ovos, a quantidade de compostos fenólicos, a capacidade antioxidante pelo método DPPH, a estabilidade dos lipídeos da gema e os indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos frescos e armazenados. Para isso, foram utilizadas 240 poedeiras comerciais semipesadas *Hy-Line Brown*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3), sendo dois níveis do EECar (0 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando seis tratamentos e cinco repetições de oito aves cada. Durante três dias, foram selecionados oito ovos por repetição e submetidos aos períodos de armazenamento de 0 e 28 dias e às condições de armazenamento, em temperatura ambiente e refrigerado. Não houve interação significativa entre os fatores sobre as variáveis estudadas em ovos frescos, entretanto, quanto aos ovos armazenados, observou-se que o armazenamento em ambiente refrigerado promoveu melhores resultados de qualidade interna dos ovos. Houve efeito significativo da adição do EECar sobre a oxidação lipídica da gema dos ovos frescos e armazenados. Por sua vez, entre as fontes lipídicas, observou-se que a utilização da glicerina bruta na ração promoveu aumento da oxidação lipídica na gema dos ovos frescos, elevação do pH do albúmen, maior concentração de fenólicos totais e melhor capacidade antioxidante (DPPH) dos ovos frescos e armazenados. Dessa forma, a adição de EECar reduz a oxidação lipídica nas gemas, e eleva o potencial antioxidante nos ovos, representado pelos fenólicos totais e DPPH, independente da fonte lipídica e do tipo de armazenamento, bem como a glicerina bruta como fonte lipídica piora o pH do albúmen e a estabilidade lipídica da gema dos ovos.

Palavras-chaves: antioxidante natural; extrato de manga; mangiferina; produção de ovos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the ethanol extract of the mango seed (EECar) as antioxidants on laying hens fed with different sources of fat in the diet on internal and external quality of the eggs, amount of phenolic compounds, antioxidant capacity by the DPPH method, stability of the yolk lipids and the indicators of egg foam formation and stability of the eggs submitted to different storage conditions. For this, two hundred and forty hens Hy-Line Brown, were distributed in a completely randomized design with a 2x3 factorial arrangement, two levels of the EECar (0 mg/kg e 1000 mg/kg) and three lipid sources (soybean oil, sunflower oil and crude glycerin), with six treatments and five replications of eight birds in total. During three days, eight eggs were selected per repetition and submitted to storage for 0 and 28 days under normal and refrigerated storage conditions. There was no significant interaction between the factors on the variables studied in fresh eggs, however, as for stored eggs, it was observed that storage in a refrigerated environment promoted better results of internal egg quality. There was a significant effect of the addition of EECar on the lipid oxidation of fresh and stored egg yolk. In turn, among the lipid sources, it was observed that the use of crude glycerin in the diet promoted an increase in lipid oxidation in the yolk of fresh eggs, an increase in the pH of the albumen, higher concentration of total phenolics and better antioxidant capacity (DPPH), of fresh and stored eggs. Thus, the addition of EECar reduces lipid oxidation in the yolks, and increases the antioxidant potential, represented by total phenolics and DPPH, regardless of the lipid source and type of storage, and crude glycerin as a lipid source worsens the albumen pH and lipid stability of the egg yolk.

Key words: egg production. feed intake. mangiferina. mango extract. natural antioxidants

INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de ovos e a manutenção das vantagens nutricionais dependem das características e qualidade do produto oferecido, que é determinada por um conjunto de fatores que podem influenciar o seu grau de aceitabilidade no mercado. Nesse contexto, a utilização de diferentes fontes lipídicas nas rações visa melhorar o desempenho dos animais e, devido sua composição rica em ácidos graxos poliinsaturados, pode favorecer a produção de ovos enriquecidos nesses ácidos, contribuindo para obtenção de produtos com características nutricionais diferenciadas.

Entretanto, por ser um produto natural de origem animal, e devido sua composição natural em ácidos graxos essenciais, estão naturalmente sujeitos à oxidação lipídica, sendo considerado um processo inevitável e contínuo ao longo do tempo (SACCOMANI *et al.*, 2019). Dessa forma, com o incremento na utilização desses ácidos na dieta das aves e, conseqüentemente, maior concentração desses compostos nos ovos, há uma maior susceptibilidade à peroxidação desses produtos (HAYAT *et al.*, 2010), alguns fatores podem agravar o processo oxidativo afetando a qualidade dos ovos, dentre esses podemos citar as condições de temperatura e umidade durante a estocagem e o período de armazenamento.

Dessa forma, após a postura o principal objetivo é preservar ao máximo a qualidade original do ovo até que ele chegue ao consumidor (MENDES *et al.*, 2012). Para isso, além do armazenamento adequado dos ovos pós-postura, muitas vezes são utilizados antioxidantes na alimentação das aves no intuito de proteger os ovos contra os efeitos indesejáveis da deterioração oxidativa.

Entretanto, os antioxidantes sintéticos comumente utilizados nas rações, como o butilato de hidroxianisol (BHA) e o butilato de hidroxitolueno (BHT), têm sido associados a uma possível ação carcinogênica, o que tem levado os consumidores a rejeitar produtos que os contenham (OKADA *et al.*, 1990; LUNA *et al.*, 2010). Diante disso, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com objetivo de isolar, identificar e utilizar antioxidantes eficazes de origem natural.

Alguns extratos e óleos essenciais de origem vegetal têm sido relatados como importantes fontes de antioxidantes naturais (HAYAT *et al.*, 2010; LUNA *et al.*, 2010; BOTSOGLOU *et al.*, 2012). O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os polifenóis (MARTINEZ-VALVERDE *et al.*, 2000; KAUR e KAPOOR, 2002). As frutas são principais fontes dietéticas de polifenóis, apresentando composição variada destes constituintes.

Estudos demonstram que a manga (*Mangifera indica L.*) se apresenta como potencial fonte de antioxidante natural, visto que contém diferentes compostos fenólicos (PURAVANKARA *et al.*, 2000; ABDALLA *et al.*, 2007; AJILA *et al.*, 2007). Além disso, por se tratar de uma fruta sazonal e abundante no Brasil, há uma geração de resíduos em grande escala que, caso não recebam o destino adequado, geram grande poluição (DORTA *et al.*, 2013).

Freitas *et al.* (2013) trabalhando com poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo 1% de óleo de soja, encontraram que os teores de 40 mg/kg de extrato

etanólico da manga foram efetivos na prevenção de danos oxidativos aos ovos durante o armazenamento e podem ser utilizados na alimentação das poedeiras como substituto ao antioxidante sintético. No entanto, pouco se sabe sobre a utilização de níveis mais elevados do EECar na dieta de poedeiras alimentadas com diferentes fontes lipídicas.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos do EECar como antioxidante para poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas sobre a qualidade dos ovos frescos e armazenados.

MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais utilizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Ceará sob o protocolo 47/2018, de 11 de setembro de 2018, e estavam de acordo com os Princípios Éticos sobre Experimentação Animal editado pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA).

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no município de Fortaleza- CE.

O óleo de soja utilizado foi adquirido de empresa privada oriundo do processo de extrusão dos grãos de soja. O óleo de girassol foi produzido no Setor de avicultura (UFC) a partir da prensagem à frio das sementes de girassol com casca, com a utilização de uma prensa mecânica da empresa Scott Tech, modelo ERT 40-V1. A glicerina bruta (Tabela 15), proveniente do algodão, foi fornecida pela Usina de Biodiesel do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, localizada no município de Caetés/PE.

Tabela 15. Composição nutricional e energética da glicerina bruta

Parâmetros	Glicerina bruta
EMA kcal/kg	3.582
Matéria seca (%)	91,60
Proteína bruta (%)	0,18
Sódio (%)*	0,06
Metanol (ppm)*	601

*Dados disponibilizados pelo fornecedor.

Para a preparação do extrato natural, os caroços dos frutos maduros de mangas das variedades Coité e Jasmim, foram adquiridos em uma indústria de processamento de polpas de frutas e submetidos à secagem em estufa a 50°C por 24 horas. Em seguida, o material foi triturado e submetido à extração exaustiva a frio, com os solventes orgânicos hexano e etanol (BARRETO *et al.*, 2008).

Inicialmente, o resíduo triturado foi colocado em recipientes de vidro onde permaneceu imerso em hexano, durante sete dias, à temperatura ambiente (25°C). Após a extração, o material foi filtrado, e o extrato foi concentrado em rotaevaporador Waterbath B-480 (Büchi Labortechnik, AG, Flawil, Suíça) a 50°C, à rotação de 60 rpm e à pressão reduzida, para obtenção do extrato hexânico e do solvente recuperado, o qual foi utilizado para reextração por mais duas vezes, conforme as condições da extração inicial.

Os extratos hexânicos obtidos nas três extrações foram descartados e os resíduos foram utilizados para extração etanólica nas mesmas condições descritas para a extração hexânica. O extrato etanólico obtido foi acondicionado em recipiente de vidro e identificado para posterior utilização. Como o extrato apresentava-se com características de gel, após a pesagem, ele foi diluído na fonte lipídica utilizada, para ser misturado em cada ração.

Foram retiradas alíquotas do extrato para determinação do potencial antioxidante, fenólicos totais e atividade antioxidante total do extrato etanólico do caroço da manga (Tabela 16), onde o butilato de hidroxitolueno (BHT) foi utilizado como padrão. O potencial antioxidante dos extratos foi avaliado pela capacidade de sequestro do radical DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil), de acordo com o procedimento descrito por Brand-Willians *et al.* (1995), sendo os resultados expressos em mg/L, referente à metade da concentração inibitória máxima (IC50). A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por meio de ensaio com o radical livre ABTS+ (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e o resultado expresso em µM de capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) por g de extrato (RUFINO *et al.*, 2007). A análise dos compostos fenólicos foi realizada pelo método Folin-Ciocalteau, expresso em mg de equivalente de ácido gálico - EqAG – por g de extrato (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; MUELLER-HARVEY, 2001).

Tabela 16. Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico do caroço da manga

Antioxidantes	DPPH ¹ IC50 (mg/L)	ABTS ² (µM TEAC/g)	Fenólicos totais ³ (mg EqAG/g)
BHT ⁴	289,17	350,83	-
EECar ⁵	175,66	518,68	95,50

¹Radical 2,2 difenil-1-picril-hidrazil; ²Radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); ³Compostos fenólicos; ⁴Butil metil fenol ou hidroxitolueno; ⁵Extrato etanólico do caroço da manga.

Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais semipesadas *Hy Line Brown*, com peso médio inicial de 1.834 ± 146 g, produção média de ovos de 85,52% e com 60 semanas de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado (25x40x45 cm) dimensionado à densidade de 2 aves por gaiola. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, dois níveis do extrato etanólico do caroço da manga (0 mg/kg e 1000 mg/kg) e três fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando seis tratamentos e cinco repetições de oito aves cada.

Os tratamentos consistiram em seis rações contendo: óleo de soja sem adição de extrato etanólico do caroço da manga (EECar); óleo de girassol sem adição do EECar; glicerina bruta sem adição de EECar; óleo de soja com 1000 mg/kg de EECar; óleo de girassol com 1000 mg/kg de EECar; glicerina bruta com 1000 mg/kg de EECar.

As rações experimentais (Tabela 17) utilizadas eram isonutrientes e isoenergéticas, de acordo com as exigências nutricionais das aves (Manual de manejo Hy-line Brown, 2018), e considerando os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2017).

A alimentação das aves e a avaliação da qualidade dos ovos foram realizadas durante o período experimental de 126 dias, dividido em seis períodos de 21 dias cada. As aves receberam ração e água à vontade durante todo período experimental, com iluminação de 16 horas diárias de luz. A coleta de ovos foi realizada diariamente, ao final da tarde.

A qualidade dos ovos submetidos a diferentes condições de armazenamento foi avaliada no quinto período experimental. Para isso, dos ovos produzidos durante três dias, todos os ovos de cada repetição foram coletados, e oito deles foram selecionados aleatoriamente, tendo-se evitado os ovos quebrados, trincados ou sujos, para serem submetidos aos períodos de armazenamento de 0 e 28 dias e às condições de armazenamento, em temperatura ambiente e refrigerado.

Após a seleção e identificação, os ovos foram acondicionados em bandejas de papelão e armazenados. A temperatura de armazenamento foi monitorada diariamente com o uso de um termômetro digital, onde foram registrados valores médios de 23°C para temperatura ambiente e 4°C para refrigerado.

Para viabilizar as metodologias de análises, dos oito ovos armazenados por repetição, dois foram utilizados para avaliação da qualidade interna e externa, dois para

avaliação do pH do albúmen e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma e outros dois para a determinação da estabilidade lipídica da gema.

Tabela 17. Composição e níveis nutricionais das rações experimentais com extrato etanólico do caroço da manga para poedeiras comerciais

Ingredientes	Fontes Lipídicas					
	OS ¹	OG ²	GB ³	OS	OG	GB
	EECar ⁴ , 0 mg/kg			EECar, 1000 mg/kg		
Milho	65,35	65,44	61,99	65,35	65,44	61,99
Farelo de soja (45%)	21,38	21,36	19,92	21,38	21,36	19,92
Calcário calcítico	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30
Fosfato bicálcico	1,42	1,42	1,44	1,42	1,42	1,44
Óleo de soja	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Óleo de girassol	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Glicerina Bruta	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00
Milho Far. Glúten 60%	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45
EECar	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
Inerte	0,79	0,71	0,11	0,69	0,61	0,01
Sal comum	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37
Dl-metionina	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Rovimix ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina	0,06	0,06	0,09	0,06	0,06	0,09
Roligomix ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Níveis Nutricionais e Energético Calculados						
EM (kcal/kg)	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00
Proteína Bruta (%)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
FDA (%)	3,99	3,99	3,88	3,99	3,99	3,88
FDN (%)	10,90	10,91	10,38	10,90	10,91	10,38
Cálcio (%)	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Lisina Dig (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Met+Cis Dig (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina Dig (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Treonina Dig (%)	0,52	0,52	0,51	0,52	0,52	0,51
Triptofano Dig (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

¹Óleo de soja; ²Óleo de girassol; ³Glicerina bruta; ⁴EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ⁵Rovimix – níveis de garantia por Kg do produto: vitamina A (min) 5.500.000 UI, vitamina B1 (min) 500 mg, vitamina B12 (min) 7.500 mcg, vitamina B2 (min) 2.502 mg, vitamina B6 (min) 750 mg, vitamina D3 (min) 1.000.000 UI, vitamina E (min) 6.500 UI, vitamina K3 (min) 1.250 mg, Biotina (min) 25 mg, Niacina (min) 17,5 g, Ácido fólico (min) 251 mg, Ácido pantotênico (min) 6.030 mg; ⁶Roligomix - níveis de garantia por Kg do produto: Cobalto (min) 50 mg, Cobre (min) 3.000 mg, Ferro (min) 25 g, Iodo (min) 500 mg, Manganês (min) 32,5 g, Selênio (min) 100,05 mg, Zinco (min) 22,49 g.

As mesmas gemas dos ovos utilizados na avaliação de qualidade foram coletadas e separadas para realização das análises de quantificação dos compostos fenólicos e avaliação da capacidade antioxidante dos ovos. Para isso, essas gemas foram posteriormente secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, em seguida a amostra seca foi triturada, acondicionada em potes e armazenada em freezer para preparação dos extratos de gema.

A avaliação da qualidade dos ovos submetidos a diferentes condições de armazenamento foi realizada de acordo com a data de estocagem, adotando-se os mesmos procedimentos e sequência de determinações descritas para as avaliações durante todo o período experimental.

Para o cálculo da perda de peso dos ovos, todos os ovos de cada parcela foram pesados em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g, no primeiro dia e após o armazenamento.

Ao final do período experimental, estes foram novamente pesados e pela diferença entre o peso no início e no final do tempo de armazenagem foi mensurada a perda de peso em gramas. Este valor foi dividido pelo peso do ovo no início do armazenamento e multiplicado por cem, gerando os dados de perda de peso em porcentagem (BARBOSA *et al.*, 2008).

Na avaliação da qualidade interna e externa, os ovos frescos e armazenados de cada parcela foram, inicialmente, submetidos à determinação da densidade específica (DE) dos ovos, conforme Freitas *et al.* (2004). Após a determinação da DE, os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro, para a determinação da altura do albúmen, por meio de um micrômetro de profundidade S-6428 (Ames, Waltham, MA, EUA). Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo do valor da unidade Haugh (UH), pela equação $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 P^{0,37})$, em que H é a altura do albúmen (mm), e P é o peso do ovo (g).

Para determinar as proporções de cada constituinte nos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança de precisão (0,01g), e as cascas foram lavadas, postas para secar à temperatura ambiente por 48 horas, e então pesadas. As proporções de gema e casca foram obtidas pela relação entre o peso de cada porção e o peso do ovo, e a de albúmen foi determinada por diferença: %albúmen = 100 - (%gema + %casca).

Para obtenção dos extratos das rações e dos ovos desidratados a serem utilizados nos ensaios antioxidantes, 1 grama de material foi previamente reconstituído com 3 ml de água, e posteriormente extraído em metanol (1:10 v/v), por 1 hora sob agitação (Adaptado,

SMET *et al.*, 2006). O extrato foi centrifugado por 10 minutos, a 1000 rpm, e o sobrenadante filtrado em papel filtro.

A quantificação dos compostos fenólicos nos extratos foi realizada de acordo com Genovese *et al.* (2008). À uma alíquota de 0,25ml do extrato foram adicionados 0,25ml do reagente de Folin-Ciocalteu, 2ml de água destilada e, após 3 minutos, 0,25ml de solução saturada de carbonato de sódio. A mistura foi homogeneizada e incubada em banho de água fervente, a 37°C por 30 minutos e depois centrifugada por 10 minutos a 1000 rpm. A absorbância foi lida em espectrofotômetro (750 nm). Os fenólicos totais foram expressos em mg de ácido gálico/g de amostra.

A medida da capacidade antioxidante pelo método de eliminação do radical livre DPPH (2,2 -difênil -1- picril -hidrazil) no extrato metanólico do ovo foi realizada seguindo a metodologia descrita por Arabshahi-Delouee e Urooj (2007), com adaptações. No ensaio, 1ml do extrato metanólico do ovo foi misturada a 3ml da solução de DPPH, em metanol (6.10-5 Mol/L), sendo mantido por 30 minutos à temperatura ambiente na ausência de luz, sendo a leitura realizada em espectrofotômetro (517nm) e a capacidade antioxidante foi expressa como porcentagem de eliminação do DPPH em relação ao controle utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{DPPH}(\%) = \frac{\text{absorbância do controle} - \text{absorbância da amostra}}{\text{absorbância do controle}} \times 100$$

A oxidação lipídica dos ovos foi avaliada por meio da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo método de extração acidoaquosa, conforme Kang *et al.* (2001). Em cada período de armazenamento descrito acima, as gemas dos dois ovos de cada repetição foram separadas da clara, colocadas em béquer, homogeneizadas e levadas para análise. O número de substâncias reativas na amostra foi expresso como miligrama de malonaldeído por quilograma de gema.

Para avaliação do pH do albúmen e estabilidade da espuma dos ovos frescos e armazenados, foram utilizados os albúmens dos ovos submetidos a diferentes condições de armazenamento. O pH do albúmen foi medido, logo após a quebra do ovo, utilizando um pHmetro (Hanna Instruments – HI99121) equipado com um eletrodo. O eletrodo foi imerso diretamente na amostra e a leitura foi feita após 1 minuto.

A análise da estabilidade da espuma foi realizada segundo método modificado de Bovsková e Miková (2011). Foram pesados 50 g de albúmen de cada unidade experimental e

a amostra seguiu para agitação em batedeira por cerca de 3 minutos. Após, a espuma formada foi pesada e colocada em funil por 30 minutos. O líquido proveniente da degradação da espuma foi transferido para uma proveta de 50 ml e então calculou-se os parâmetros de índice de durabilidade da espuma (calculado pela diferença entre o volume da espuma e o volume de sobrenadante, dividido pelo volume da amostra, %), densidade específica (g/ml) e overrun (calculado pela diferença entre o peso da amostra e o peso da espuma, dividido pelo volume da espuma, %).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o SAS, versão 9.2, considerando-se o nível de 5% de probabilidade para significância em todas as análises. Os dados obtidos para os ovos frescos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento ANOVA, segundo um modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo dois níveis de inclusão do extrato etanólico do caroço da manga e três fontes de lipídios. Os dados de ovos armazenados foram analisados seguindo o mesmo modelo fatorial, onde foram adicionadas ao modelo as condições de armazenamento (refrigerado ou ambiente). As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a avaliação dos parâmetros de qualidade dos ovos (Tabela 18) não foi observada interação significativa entre os fatores sobre as variáveis percentagem de albúmen, de gema e de casca, e a densidade específica dos ovos.

A proporção relativa dos componentes do ovo varia em função de diversos fatores, sobretudo pela alimentação (GROBAS e MATEOS, 1996). Os sólidos totais do albúmen são constituídos majoritariamente por proteínas, assim, a ausência de efeito na percentagem de albúmen e unidades Haugh era esperada, pois os tratamentos eram isoproteicos e isoaminoacídicos, e a quebra foi realizada um dia após a sua postura, não havendo portanto influência do armazenamento (COSTA *et al.*, 2004).

Com relação ao percentual de gema, devido à inclusão de diferentes fontes lipídicas era provável que existissem alterações em sua composição devido ao elevado percentual de ácido linoleico presente na gema que, durante o processo oxidativo da fração lipídica do alimento, pode ser destruído acarretando redução na proporção desse componente (LOPES *et al.*, 2011). Entretanto, como não foram observadas alterações quanto ao percentual da gema e como as análises foram feitas nos ovos frescos, pode-se afirmar que os fatores

testados não foram suficientes para alterar o conteúdo de ácido linoleico da ração, o que proporcionou a obtenção de ovos com valores semelhantes.

Tabela 18. Parâmetros de qualidade de ovos frescos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)	Unidades Haugh	Densidade específica
Fonte lipídica					
Óleo de soja	66,30	24,23	9,47	88,48	1,089
Óleo de girassol	66,52	24,29	9,22	85,71	1,089
Glicerina Bruta	65,79	25,19	9,38	84,52	1,088
Níveis de EECar ¹					
0 mg/kg	66,56	24,22	9,48	85,63	1,089
1000 mg/kg	65,85	24,92	9,23	86,85	1,088
Média	66,20	24,57	9,36	86,24	1,089
EPM ²	0,2175	0,2162	0,0751	0,7347	0,0007
ANOVA ³			<i>p-valor</i>		
FL ⁴	0,3733	0,1063	0,4004	0,0846	0,7310
EECar	0,1073	0,0891	0,0997	0,3971	0,5334
FL x EECar	0,5085	0,3598	0,5205	0,6196	0,6666

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Muramatsu *et al.* (2005) afirmam que o excesso de ácidos graxos na ração de poedeiras contribui para formação de sais insolúveis com o cálcio no intestino delgado das aves, dificultando, assim, a mobilização desse mineral pelas poedeiras para formação da casca. No entanto, a quantidade de fontes lipídicas adicionadas às rações foi pequena, permitindo inferir que os níveis de ácidos graxos nas rações estiveram dentro dos limites adequados à boa qualidade da casca. Além disso, Freitas *et al.* (2013) utilizando 40 mg/kg de extrato etanólico do caroço da manga na ração de poedeiras também não observaram efeitos do extrato antioxidante sobre essas variáveis.

A densidade específica dos ovos frescos apresenta relação direta com a porcentagem de casca, como não houve influencia dos tratamentos sobre o percentual de casca, era esperado que não houvesse alterações quanto às densidades. Dessa forma, os valores de densidade específica estão dentro dos parâmetros relatados por Baião e Lúcio (2005) como normais, valores de 1,080 g/cm³, indicando boa qualidade da casca.

Na determinação da quantidade de compostos fenólicos, da capacidade antioxidante (DPPH) e da estabilidade oxidativa da gema medida pelo TBARS (Tabela 19), não foram observadas interação significativa entre os fatores, fontes de gorduras e o extrato etanólico sobre as variáveis avaliadas. No entanto, houve diferença significativa quanto à inclusão do EECar, bem como, entre as fontes de gorduras utilizadas sobre todas as variáveis.

Tabela 19. Fenólicos totais, capacidade antioxidante (DPPH) e peroxidação na gema (TBARS) dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	Fenólicos totais (mg de Eq.AG / g de gema)	DPPH (%)	TBARS (mg/kg de gema)
Fonte lipídica			
Óleo de soja	0,94a	48,51a	1,90ab
Óleo de girassol	0,95a	48,55a	1,74b
Glicerina Bruta	0,81b	45,22b	2,16a
Níveis de EECar ¹			
0 mg/kg	0,89b	46,96b	2,17a
1000 mg/kg	0,91a	47,90a	1,70b
Média	0,90	47,43	1,94
EPM ²	1,3719	0,3437	0,0819
ANOVA ³		<i>p-valor</i>	
FL ⁴	<.0001	<.0001	0,0401
EECar	0,0052	<.0001	0,0012
FL x EECar	0,4774	0,5625	0,2739

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ² EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Observou-se uma menor concentração de compostos fenólicos e capacidade antioxidante (DPPH), bem como, uma maior concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) nas dietas que incluíram glicerina bruta. Esse resultado pode indicar uma maior geração de radicais livres durante o metabolismo do glicerol, ou ainda a presença de substâncias tóxicas na glicerina bruta e sua posterior transferência para gema dos ovos (KRAUSE, 2008).

Quanto às demais fontes lipídicas utilizadas, observou-se diferença apenas quanto ao valor de TBARS, onde o menor valor foi obtido nos ovos das aves alimentadas com ração contendo óleo de girassol, enquanto o óleo de soja apresentou valor intermediário.

A maior ou menor concentração em ácidos graxos insaturados e os produtos da sua oxidação, bem como de compostos antioxidantes nos ovos, pode ser influenciada pela

ingestão de alimentos ricos nesses compostos que são transferidos para a gema. Dessa forma, embora o óleo de girassol seja mais propenso aos processos oxidativos que o óleo de soja, devido a maior concentração de ácidos graxos insaturados, a ação antioxidante dos α -tocoferóis e compostos fenólicos, principalmente do ácido clorogênico, presentes no óleo de girassol, podem ter colaborado para minimizar a oxidação nos ovos frescos (ŽILIC *et al.*, 2010).

Por outro lado, a inclusão do extrato etanólico do caroço da manga conseguiu melhorar o potencial antioxidante e reduzir em até 22% a oxidação dos lipídios da gema. Esse efeito pode estar associado à ação antioxidante dos compostos fenólicos presentes no extrato, que atuam como sequestradores de radicais livres, doando hidrogênio de seus grupos hidroxil (DAMODARAN *et al.*, 2018).

Na avaliação dos dados de pH do albúmen e indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos frescos (Tabela 20) não foi observada interação significativa entre os fatores sobre as variáveis pH, índice de batida, índice de durabilidade, densidade da espuma, overrun e fase de ar. Também, observou-se que não houve diferença quanto aos níveis de EECar, ou das fontes lipídicas sobre essas variáveis, com exceção do pH do albúmen.

Não foi evidenciada influência da utilização do extrato etanólico da manga sobre o pH do albúmen. Entretanto, as aves alimentadas com rações contendo glicerina bruta como fonte de gordura apresentaram maior valor de pH do albúmen, sendo o valor intermediário observado nos ovos oriundos dos tratamentos com óleo de girassol, e o menor valor no tratamento que utilizou óleo de soja na ração das aves.

Esse resultado ainda pode ser explicado pela maior presença de cargas positivas oriundas do metabolismo do glicerol e dos ácidos graxos insaturados presentes na glicerina bruta e óleo de girassol, respectivamente, que podem ter contribuído para elevação do pH do albúmen. Visto que, segundo Fernandes (2017), os processos de oxidação lipídica naturais do organismo podem prejudicar a qualidade do albúmen produzido no oviduto. Dessa forma, possivelmente, a elevação do pH seja resultante do efeito deletério desses compostos oxidativos sobre o oviduto.

Por outro lado, Oliveira *et al.* (2010) observaram que independente da fonte lipídica utilizada, não houve efeito sobre o pH do albúmen de ovos recém-postos. Entretanto, apesar das alterações observadas no pH do albúmen quanto à fonte lipídica, elas estiveram dentro de uma faixa segura, visto que não comprometeram os resultados de estabilidade da espuma dos ovos frescos.

Tabela 20. Valores de pH e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos frescos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	pH	Índice de batida (%)	Índice durabilidade (%)	Densidade (g/ml)	Overrun (%)	Fase de ar
Fonte lipídica						
Óleo de soja	8,64c	398,00	379,8	0,248	25,26	0,202
Óleo de girassol	8,83b	390,00	372,2	0,252	24,85	0,199
Glicerina Bruta	9,04a	388,00	367,8	0,256	24,45	0,196
Níveis de EECar ¹						
0 mg/kg	8,85	394,00	373,47	0,250	25,01	0,200
1000 mg/kg	8,82	390,00	373,07	0,253	24,69	0,198
Média	8,84	392,00	373,27	0,252	24,85	0,199
EPM ²	0,0409	4,8281	5,1875	0,0033	0,3316	0,0022
ANOVA ³						
			<i>p-valor</i>			
FL ⁴	<,0001	0,7062	0,6785	0,6539	0,6521	0,6510
EECar	0,6713	0,7008	0,9717	0,6425	0,6534	0,6424
FL x EECar	0,7046	0,7062	0,8801	0,7276	0,7130	0,7208

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Apesar de ausência de efeito sobre os parâmetros de qualidade da espuma, os valores de pH do albúmen dos ovos frescos apresentam-se mais alcalino, que devido ao excesso de cargas que produz repulsão entre as moléculas, tendem a maior solubilidade das proteínas (MACHADO *et al.*, 2007). Essa maior concentração de cargas favorece a interação das proteínas com a água, deixando a espuma mais estável, sugerindo boa qualidade da espuma (DALTIM, 2011).

Quanto aos parâmetros de qualidade dos ovos armazenados (Tabela 21) não foi observada interação significativa entre os fatores da dieta e condição de armazenamento. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre as fontes de gordura, e para a presença ou ausência do extrato para os ovos armazenados.

A proporção relativa dos componentes do ovo variou apenas em função do tipo de armazenamento, onde os ovos armazenados em temperatura ambiente apresentaram menor percentual de albúmen e maior percentual de gema e casca que os mantidos em temperaturas mais baixas.

O albúmen dos ovos mantidos em temperatura ambiente perdeu água mais facilmente para o meio ambiente, o que reduziu seu peso e contribuiu para a perda de peso do

ovo. Segundo Figueiredo *et al.* (2011), uma parte da água resultante das reações químicas do albúmen passa para a gema por osmose, aumentando seu peso, enquanto outra parte é perdida para o meio ambiente, e a redução da temperatura de armazenamento acarreta diminuição nas perdas de água. Oliveira *et al.* (2009) também observaram maior perda de peso do albúmen em ovos armazenados a 25°C do que em 6°C durante 30 e 50 dias, respectivamente.

Tabela 21. Qualidade de ovos armazenados (durante 28 dias) de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)	Perda de peso (%)	Unidades Haugh	Densidade específica
Fonte lipídica						
Óleo de soja	63,29	26,96	9,80	3,55	56,62	1,051
Óleo de girassol	63,89	26,33	9,74	3,67	57,67	1,047
Glicerina Bruta	63,19	26,94	9,89	3,67	54,84	1,045
Níveis de EECar¹						
0 mg/kg	63,34	26,85	9,79	3,63	55,10	1,047
1000 mg/kg	63,58	26,64	9,82	3,62	57,66	1,048
Armazenamento						
Ambiente	61,69b	28,22a	10,10a	5,69a	28,95b	1,0257b
Refrigerado	65,23a	25,27b	9,52b	1,56b	83,80a	1,0697a
Média	63,46	26,74	9,81	3,63	56,37	1,048
EPM ²	0,2784	0,2341	0,0764	0,2725	3,6399	0,0031
ANOVA³ p-valor						
FL ⁴	0,1394	0,1108	0,6806	0,4167	0,2192	0,0655
EECar	0,4396	0,4544	0,8105	0,9557	0,0578	0,8347
ARM ⁵	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
FL x EECar	0,8330	0,9324	0,8036	0,5276	0,0946	0,0927
FL x ARM	0,4005	0,6353	0,3942	0,4731	0,3118	0,5599
EECar x ARM	0,1397	0,1159	0,4995	0,6741	0,2740	0,2125
FL x EECar x ARM	0,1338	0,5279	0,0561	0,0580	0,1176	0,1704

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica; ⁵ARM - Armazenamento. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Com relação às alterações observadas no percentual de casca Figueiredo *et al.* (2011) relata esse efeito como reflexo da maior perda de peso dos ovos armazenados em temperatura ambiente, fazendo com que o peso da casca mesmo sem apresentar variações reais, represente maior proporção em relação ao peso total do ovo.

Não foram observados efeitos dos fatores testados na dieta sobre a UH, entretanto, houve efeito quanto ao tipo de armazenamento. A UH é definida como aferidor da qualidade interna do ovo, por ser de fácil aplicação e apresentar alta correlação com a aparência do ovo ao ser quebrado (WILLIAMS, 1992). Por outro lado, Spada *et al.* (2012) afirmam que existem outras formas mais eficazes de avaliar a qualidade dos ovos, visto que com o armazenamento a UH torna-se uma medida falha.

Entretanto, o resultado apresentado para UH quanto ao tipo de armazenamento era esperado, visto que essa medida está associada à altura do albúmen e, com o armazenamento em temperaturas mais altas, pode ter ocorrido uma aceleração do processo de liquefação do albúmen, reduzindo assim sua altura e, conseqüentemente, a medida de UH.

Quanto à densidade específica dos ovos, também só foi observada influência significativa em relação à temperatura de armazenamento. Isso ocorre devido ao aumento progressivo da câmara de ar em decorrência da perda de água dos ovos por evaporação que, conseqüentemente, promove a redução da densidade específica. Esse resultado também foi observado por Freitas *et al.* (2011), que ao armazenar os ovos por 14 dias encontraram redução de 0,0020 e 0,0007 unidades por dia de densidade específica para ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigerados (10° C), respectivamente.

A deterioração da qualidade interna dos ovos durante o armazenamento tem sido relatada por vários pesquisadores, visto que, é um processo natural e contínuo que ocorre após a postura dos ovos (RADWAN *et al.*, 2008; BARBOSA *et al.*, 2008; HAYAT *et al.*, 2010; ZHAO *et al.*, 2011). Dessa forma, a conservação dos ovos sob refrigeração é primordial na manutenção da qualidade interna dos ovos durante sua estocagem, preservando seu valor por mais tempo.

Na avaliação dos dados de fenólicos totais, capacidade antioxidante (DPPH) e estabilidade lipídica da gema dos ovos armazenados (Tabela 22) não foram observadas interação significativa entre os fatores da dieta e condição de armazenamento. No entanto, observou-se que houve diferença significativa entre as fontes de gordura para quantidade de fenólicos totais e capacidade antioxidante da gema dos ovos armazenados. Quanto à presença ou ausência do extrato, todas as variáveis avaliadas foram influenciadas.

A utilização do óleo de girassol promoveu melhores resultados com relação ao potencial antioxidante dos ovos, seguido pelo óleo de soja, que apresentou um valor intermediário, e os piores resultados foram encontrados ao utilizar a glicerina bruta como fonte lipídica. Esse resultado pode estar relacionado à quantidade de compostos fenólicos e α -tocoferóis, dentre os quais pode destacar o ácido clorogênico (ACG), encontrados no óleo de

girassol. Visto que, esses compostos são conhecidos como antioxidantes eficazes capazes de eliminar os radicais livres e inibir a oxidação de vários substratos lipídicos (SHAHIDI *et al.*, 2010). Nesse contexto, a ausência dessas substâncias com potencial antioxidante no óleo de soja colabora para que os resultados se apresentem de forma intermediária. Já a glicerina bruta assume o outro extremo, acompanhando o mesmo comportamento observado nas análises de fenólicos e capacidade antioxidante dos ovos frescos, caracterizado pela possível presença de substâncias tóxicas e sua posterior transferência para gema dos ovos (KRAUSE, 2008).

Tabela 22. Fenólicos totais, capacidade antioxidante (DPPH) e estabilidade lipídica na gema dos ovos armazenados (28 dias) de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	Fenólicos totais (mg/L)	DPPH (%)	TBARS (mg/kg)
Fonte lipídica			
Óleo de soja	0,89b	31,77b	2,27
Óleo de girassol	0,92a	32,29a	2,30
Glicerina Bruta	0,82c	29,25c	2,38
Níveis de EECar ¹			
0 mg/kg	0,85b	30,35b	2,44 ^a
1000 mg/kg	0,90a	31,86a	2,20b
Armazenamento			
Ambiente	0,77b	14,23b	2,40 ^a
Refrigerado	0,98a	47,97a	2,24b
Média	0,87	31,10	2,32
EPM ²	0,0169	2,4720	0,0380
ANOVA ³		<i>p-valor</i>	
FL ⁴	<.0001	<.0001	0,4396
EECar	<.0001	<.0001	0,0019
ARM ⁵	<.0001	<.0001	0,0269
FL x EECar	0,3265	0,6129	0,6328
FL x ARM	0,2656	0,0919	0,8199
EECar x ARM	0,7995	0,1270	0,7619
FL x EECar x ARM	0,3682	0,7982	0,9273

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica; ⁵ARM - Armazenamento. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

A inclusão do EECar promoveu uma maior concentração de compostos fenólicos, melhor capacidade antioxidante e redução de quase 10% da oxidação lipídica (TBARS) na gema dos ovos armazenados. Freitas *et al.* (2013), também havia observado que a inclusão do

extrato etanólico da manga reduziu a oxidação lipídica dos ovos em todos os tempos de armazenamento.

Além disso, houve diferença significativa entre as condições de armazenamento, onde os ovos submetidos ao armazenamento por 28 dias em ambiente refrigerado, independente da alimentação recebida pelas aves, resultaram em melhores valores de potencial antioxidante e menor oxidação lipídica das gemas (TBARS).

Na avaliação dos dados de pH do albúmen e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos armazenados (Tabela 23) não foram observadas interação significativa entre os fatores ração e condição de armazenamento. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre as fontes de gordura utilizada ou dos níveis de EECar sobre essas variáveis. Entretanto, os ovos submetidos ao resfriamento apresentaram menor pH em relação aos ovos armazenados em temperatura ambiente por 28 dias, independente da alimentação recebida pelas galinhas.

O aumento do pH do albúmen ocorre naturalmente com o tempo de armazenamento, e sua velocidade é influenciada pela capacidade de tamponamento do albúmen, temperatura de armazenamento, e concentração de gases no ambiente onde os ovos estejam armazenados. Neste contexto, o armazenamento dos ovos sob refrigeração tem papel fundamental na manutenção dos valores de pH em níveis mais neutros. Isso ocorre porque os gases são mais solúveis em líquidos frios do que nos mais quentes e, portanto, menos CO₂ é liberado para o exterior através da casca a 4°C do que a 25 °C (WARDY *et al.*, 2010). Assim, ovos armazenados em temperatura ambiente tem os valores de pH aumentados mais rapidamente, como observado na presente pesquisa, ocasionando a liquefação do albúmen e a perda de qualidade em menor tempo.

Por outro lado, Spada *et al.* (2012) afirmam que o pH não mensura fielmente a qualidade dos ovos armazenados, visto que com o decorrer do tempo essa variável apresenta uma estabilização e/ou pequenas variações não significativas.

Dentre os fatores que influenciam a formação e estabilidade da espuma dos ovos estão o pH, tempo de armazenamento, temperatura de conservação, presença de gema ou lipídios na clara, velocidade e tempo de batidas da clara, dentre outros (LOMAKINA e MÍKOVÁ, 2006). Entretanto, como não foram observadas diferenças significativas quanto às demais variáveis de avaliação da qualidade da espuma, pode-se inferir que os valores de pH variaram dentro de uma faixa segura que não comprometeram os resultados de estabilidade da espuma dos ovos armazenados.

Tabela 23. Valores de pH e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos armazenados (28 dias) de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico do caroço de manga como antioxidante

Fatores	pH	Índice de batidas (%)	Índice de durabilidade (%)	Densidade (g/ml)	Overrun (%)	Fase de ar
Fonte lipídica						
Óleo de soja	8,65	394,50	359,80	0,248	25,21	0,201
Óleo de girassol	8,72	402,00	366,10	0,245	25,58	0,204
Glicerina Bruta	8,74	402,78	367,67	0,245	25,55	0,203
Níveis de EECar¹						
0 mg/kg	8,74	398,62	362,97	0,246	25,35	0,202
1000 mg/kg	8,67	400,69	365,86	0,245	25,54	0,203
Armazenamento						
Ambiente	8,88a	396,55	360,35	0,246	25,38	0,202
Refrigerado	8,53b	402,76	368,48	0,245	25,51	0,203
Média	8,70	399,66	364,41	0,246	25,45	0,203
EPM ²	0,0320	3,0717	3,2600	0,0018	0,1808	0,0011
ANOVA³						
	<i>p-valor</i>					
FL ⁴	0,2174	0,4597	0,5479	0,7862	0,6405	0,6542
EECar	0,0992	0,7305	0,6410	0,7227	0,5977	0,5824
ARM ⁵	<,0001	0,3039	0,1937	0,8371	0,7062	0,7271
FL x EECar	0,6548	0,1304	0,0804	0,1969	0,2032	0,2164
FL x ARM	0,0862	0,2558	0,1060	0,2524	0,2873	0,2912
EECar x ARM	0,0530	0,2997	0,2590	0,3122	0,3812	0,3876
FL x EECar x ARM	0,6788	0,1938	0,2221	0,2105	0,1374	0,1349

¹EECar – Extrato etanólico do caroço da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica; ⁵ARM - Armazenamento. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Além disso, Fernandes (2017) observou que os ovos armazenados sem refrigeração apresentaram menores valores de unidade Haugh e melhores indicadores de espuma. Isso ocorre devido essas variáveis estarem associadas ao volume da espuma após o seu batimento para incorporação de ar e, segundo Silversides e Budgell (2004), o volume da espuma está negativamente associado com a altura do albúmen.

Entretanto, apesar da elevação no pH do albúmen quanto ao tipo de armazenamento dos ovos observada na presente pesquisa, não influenciaram a funcionalidade da espuma medidos pelas demais variáveis.

CONCLUSÃO

A utilização da glicerina bruta como fonte lipídica piora o pH do albúmen, a estabilidade lipídica da gema dos ovos, reduz a concentração de fenólicos totais e a capacidade antioxidante da gema dos ovos.

A utilização do extrato etanólico do caroço da manga até 1000 mg/kg reduz a oxidação lipídica e melhora o potencial antioxidante dos ovos, independente da fonte lipídica e do ambiente de armazenamento.

Os ovos armazenados sob refrigeração apresentam melhor qualidade interna quando comparados com ovos armazenados em temperatura ambiente.

6 QUALIDADE DE OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS DE POEDEIRAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS INCLUINDO OU NÃO O EXTRATO ETANÓLICO DA CASCA DA MANGA COMO ANTIOXIDANTE

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão do extrato etanólico da casca de manga (EECas) como antioxidante em rações de postura contendo diferentes fontes lipídicas sobre a qualidade interna e externa dos ovos, a quantidade de compostos fenólicos, a capacidade antioxidante pelo método DPPH, a estabilidade dos lipídeos da gema e os indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos frescos e armazenados. Para isso, 240 poedeiras comerciais semipesadas *Hy-Line Brown* foram distribuídas ao acaso em esquema fatorial 2x3, dois níveis do EECas (0 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando seis tratamentos e cinco repetições de oito aves cada. Durante três dias, foram selecionados oito ovos por repetição e submetidos aos períodos de armazenamento de 0 e 28 dias e às condições de armazenamento, em temperatura ambiente e refrigerado. Não houve interação significativa entre os fatores sobre as variáveis estudadas em ovos frescos, entretanto, quanto aos ovos armazenados, observou-se que o armazenamento em ambiente refrigerado promoveu melhores resultados de qualidade interna dos ovos. Houve efeito significativo da inclusão do EECas sobre a concentração de fenólicos totais e capacidade antioxidante, que aumentaram com sua adição, bem como, sobre a oxidação lipídica da gema dos ovos frescos e armazenados, que reduziu com a adição. Quanto às fontes lipídicas, observou-se que a utilização da glicerina bruta na ração promoveu aumento na percentagem de gema nos ovos frescos, elevação do pH do albúmen, da oxidação lipídica e do potencial antioxidante, representado pelos fenólicos totais e DPPH, na gema dos ovos frescos e armazenados.

Palavras-chaves: antioxidante natural; consumo de ração; produção de ovos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the ethanol extract of the mango peel (EECas) as antioxidants for laying hens fed with different sources of fat on internal and external quality of the eggs,

amount of phenolic compounds, antioxidant capacity by the DPPH method, stability of the yolk lipids and the indicators of egg foam formation and stability of the eggs submitted to different storage conditions. For this, two hundred and forty hens Hy-line brown, were distributed in a completely randomized design with a 2x3 factorial arrangement, two levels of EECas (0 and 1000 mg/kg) and three lipid sources (soybean oil, sunflower oil and crude glycerin), with six treatments and five replications of eight birds in total. During three days, eight eggs were selected per repetition and submitted to storage for 0 and 28 days under normal and refrigerated storage conditions. There was no significant interaction between the factors on the variables studied in fresh eggs, however, as for stored eggs, it was observed that storage in a refrigerated environment promoted better results of internal egg quality. There was a significant effect of the addition of EECar on the concentration of total phenolics and antioxidant capacity, which increased with the addition, as well as, on the lipid oxidation of fresh and stored egg yolk, which decreased with the addition. Regarding lipid sources, it was observed that the use of crude glycerin in the diet promoted an increase in the percentage of yolk in fresh eggs, and an increase in the albumen pH and lipid oxidation and the antioxidant potential, represented by total phenolics and DPPH, in the yolk of fresh and stored eggs.

Key words: egg production. feed intake. natural antioxidants

INTRODUÇÃO

O ovo é um alimento rico em proteínas, vitaminas, minerais e gordura. Após a postura, ele sofre contínuas alterações que podem ser influenciadas pela temperatura e condições de armazenamento ao longo do tempo. Quando estes fatores não estão adequados, resultam em degradação dos componentes dos ovos, com a produção de compostos tóxicos, modificando suas propriedades funcionais e comprometendo a sua eficiência como alimento natural ou matéria prima industrial (AMENSOUR *et al.*, 2010; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013).

Além disso, a utilização de fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poliinsaturados nas rações e, conseqüentemente, a produção de ovos enriquecidos nesses ácidos pode torná-los mais susceptíveis à deterioração oxidativa.

Assim, após a postura a maior preocupação é preservar ao máximo a qualidade original do ovo até que ele chegue ao consumidor (MENDES *et al.*, 2012). Para isso, além do

armazenamento em condições adequadas dos ovos, outras medidas podem ser associadas, como a utilização de antioxidantes na dieta das aves.

Os antioxidantes sintéticos comumente utilizados na alimentação de aves são butilato de hidroxianisol (BHA) e o butilato de hidroxitolueno (BHT), apresentando efetividade na redução da oxidação lipídica. Entretanto, relatos de sua possível ação carcinogênica tem limitado sua utilização em alimentos (OKADA *et al.*, 1990; LUNA *et al.*, 2010). Aliado a isso, há uma crescente preocupação dos consumidores com a segurança dos aditivos usados nos alimentos, surgindo a necessidade de buscar antioxidantes naturais, em substituição aos antioxidantes sintéticos.

Pesquisas utilizando fontes vegetais ricas em compostos com atividade antioxidante têm sido utilizadas na alimentação de poedeiras na busca pela melhoria do desempenho produtivo das aves e da qualidade dos ovos, além do efeito sobre a estabilidade lipídica das gemas dos ovos (HAYAT *et al.*, 2010; LUNA *et al.*, 2010; ZHAO *et al.*, 2011; OZEKU *et al.*, 2011).

Nesse contexto, estudos realizados com a manga (*Mangifera indica L.*) têm demonstrado que a casca e o caroço da manga são boas fontes de antioxidantes naturais, e esse efeito está associado à presença de diferentes compostos fenólicos, provitamina A na forma de β -caroteno, e vitaminas C e E (PURAVANKARA *et al.*, 2000; ABDALLA *et al.*, 2007; AJILA *et al.*, 2007; HUBER *et al.*, 2012). Além disso, a utilização dessas fontes naturais apresenta vantagem também no nível preservacionista, visto que, durante o processamento da manga para fabricação de sucos, doces em conserva, polpas e extratos são gerados grandes volumes de resíduos, 35 a 60% do peso total da fruta é descartado na forma de resíduos, que inclui cascas e caroços. Caso não recebam o destino adequado, esses resíduos geram grande poluição ao meio ambiente (HUBER *et al.*, 2012; DORTA *et al.*, 2013).

Freitas *et al.* (2012) relatam que a adição de 20 ou 40 mg/kg dos extratos etanólicos obtidos da casca ou do caroço de manga em rações de frangos de corte não influenciaram o desempenho, porém podem ser mais efetivos do que o antioxidante sintético BHT em retardar a oxidação lipídica da carne de frangos. Freitas *et al.* (2013) trabalhando com poedeiras comerciais encontraram que os teores de 40 mg/kg de extrato etanólico da casca da manga e 20 ou 40 mg/kg de extrato etanólico do caroço em rações de postura contendo 1% de óleo de soja foram efetivos na prevenção de danos oxidativos aos ovos durante o armazenamento e podem ser utilizados na alimentação das poedeiras como substituto ao antioxidante sintético. No entanto, pouco se sabe sobre a utilização de níveis

mais elevados do EECas, e sobre sua utilização em aves alimentadas com diferentes fontes de gordura.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da inclusão do EECas como antioxidante para poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas sobre a qualidade dos ovos frescos e armazenados.

MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais utilizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Ceará sob o protocolo 47/2018, de 11 de setembro de 2018, e estavam de acordo com os Princípios Éticos sobre Experimentação Animal editado pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA).

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no município de Fortaleza- CE.

O óleo de soja utilizado foi adquirido de empresa privada oriundo do processo de extrusão dos grãos de soja. O óleo de girassol foi produzido no Setor de Avicultura (UFC) a partir da prensagem à frio das sementes de girassol com casca, com a utilização de uma prensa mecânica da empresa Scott Tech, modelo ERT 40-V1. A glicerina bruta (Tabela 24), proveniente do algodão, foi fornecida pela Usina de Biodiesel do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, localizada no município de Caetés/PE.

Tabela 24. Composição nutricional e energética da glicerina bruta

Parâmetros	Glicerina bruta
EMA kcal/kg	3.582
Matéria seca (%)	91,60
Proteína bruta (%)	0,18
Sódio (%)*	0,06
Metanol (ppm)*	601

*Dados disponibilizados pelo fornecedor.

Para a preparação do extrato natural, as cascas dos frutos maduros de mangas das variedades Coité e Jasmim, foram adquiridos em uma indústria de processamento de polpas de frutas e submetidos à secagem em estufa a 50°C por 24 horas. Em seguida, o material foi

triturado e submetido à extração exaustiva a frio, com os solventes orgânicos hexano e etanol (BARRETO *et al.*, 2008).

Inicialmente, o resíduo triturado foi colocado em recipientes de vidro onde permaneceu imerso em hexano, durante sete dias, à temperatura ambiente (25°C). Após a extração, o material foi filtrado, e o extrato foi concentrado em rotaevaporador Waterbath B-480 (Büchi Labortechnik, AG, Flawil, Suíça) a 50°C, à rotação de 60 rpm e à pressão reduzida, para obtenção do extrato hexânico e do solvente recuperado, o qual foi utilizado para reextração por mais duas vezes, conforme as condições da extração inicial.

Os extratos hexânicos obtidos nas três extrações foram descartados e os resíduos foram utilizados para extração etanólica nas mesmas condições descritas para a extração hexânica. O extrato etanólico obtido foi acondicionado em recipiente de vidro e identificado para posterior utilização. Como o extrato apresentava-se com características de gel, após a pesagem, ele foi diluído na fonte lipídica utilizada, para ser misturado em cada ração.

Foram retiradas alíquotas do extrato para determinação do potencial antioxidante, fenólicos totais e atividade antioxidante total do extrato etanólico da casca da manga (Tabela 25), onde o butilato de hidroxitolueno (BHT) foi utilizado como padrão. O potencial antioxidante dos extratos foi avaliado pela capacidade de sequestro do radical DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil), de acordo com o procedimento descrito por Brand-Willians *et al.* (1995), sendo os resultados expressos em mg/L, referente à metade da concentração inibitória máxima (IC50). A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por meio de ensaio com o radical livre ABTS+ (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e o resultado expresso em μM de capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) por g de extrato (RUFINO *et al.*, 2007). A análise dos compostos fenólicos foi realizada pelo método Folin-Ciocalteau, expresso em mg de equivalente de ácido gálico - EqAG – por g de extrato (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927; MUELLER-HARVEY, 2001).

Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais semipesadas Hy-Line Brown, com peso médio inicial de 1.834 ± 146 g, produção média de ovos de 85,52% e 60 semanas de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado (25x40x45 cm) dimensionado à densidade de 2 aves por gaiola. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3), sendo dois níveis do extrato etanólico da casca da manga (0 mg/kg e 1000 mg/kg) e 3 fontes de lipídios (óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta), totalizando seis tratamentos e cinco repetições de oito aves cada.

Tabela 25. Potencial antioxidante, atividade antioxidante total e compostos fenólicos do extrato etanólico da casca da manga

Antioxidantes	DPPH ¹ IC50 (mg/L)	ABTS ² (μ M TEAC/g)	Fenólicos totais ³ (mg EqAG/g)
BHT ⁴	289,17	350,83	-
EECas ⁵	48,91	252,64	46,43

¹Radical 2,2 difenil-1-picril-hidrazil; ²Radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); ³Compostos fenólicos; ⁴Butil metil fenol ou hidroxitolueno; ⁵Extrato etanólico da casca da manga.

Os tratamentos consistiram em seis rações contendo: óleo de soja sem adição de extrato etanólico da casca da manga (EECas); óleo de girassol sem adição do EECas; glicerina bruta sem adição de EECas; óleo de soja com 1000 mg/kg de EECas; óleo de girassol com 1000 mg/kg de EECas; glicerina bruta com 1000 mg/kg de EECas.

As rações experimentais (Tabela 26) utilizadas eram isonutrientes e isso energética, de acordo com as exigências nutricionais das aves (Manual de manejo Hy-line Brown, 2018), e considerando os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2017). A alimentação das aves e a avaliação da qualidade dos ovos foram realizadas durante o período experimental de 126 dias, dividido em seis períodos de 21 dias cada. As aves receberam ração e água à vontade durante todo período experimental, com iluminação de 16 horas diárias de luz. A coleta de ovos foi realizada diariamente, ao final da tarde.

A qualidade dos ovos submetidos a diferentes condições de armazenamento foi avaliada no quinto período experimental. Para isso, dos ovos produzidos durante três dias, todos os ovos de cada repetição foram coletados, e oito deles foram selecionados aleatoriamente, tendo-se evitado os ovos quebrados, trincados ou sujos, para serem submetidos aos períodos de armazenamento de 0 e 28 dias e às condições de armazenamento, em temperatura ambiente e refrigerado.

Após a seleção e identificação, os ovos foram acondicionados em bandejas de papelão e armazenados. A temperatura de armazenamento foi monitorada diariamente com o uso de um termômetro digital, onde foram registrados valores médios de 23°C para temperatura ambiente e 4°C para refrigerado.

Para viabilizar as metodologias de análises, dos oito ovos armazenados por repetição, dois foram utilizados para avaliação da qualidade interna e externa, dois para avaliação do pH do albúmen e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma e outros dois para a determinação da estabilidade lipídica da gema. As mesmas gemas dos ovos

utilizados na avaliação de qualidade foram coletadas e separadas para realização das análises de quantificação dos compostos fenólicos e avaliação da capacidade antioxidante dos ovos.

Tabela 26. Composição e níveis nutricionais das rações experimentais com extrato etanólico da casca da manga para poedeiras comerciais semipesadas

Ingredientes	Fontes lipídicas					
	OS ²	OG ³	GB ⁴	OS	OG	GB
	EECas ¹ , 0 mg/kg			EECas, 1000 mg/kg		
Milho	65,35	65,44	61,99	65,35	65,44	61,99
Farelo de soja (45%)	21,38	21,36	19,92	21,38	21,36	19,92
Calcário Calcítico	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30
Fosfato Bicálcico	1,42	1,42	1,44	1,42	1,42	1,44
Óleo de soja	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Óleo de girassol	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Glicerina Bruta	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00
Milho Far. Glúten 60%	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45
EECas ¹	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
Inerte	0,79	0,71	0,11	0,69	0,61	0,01
Sal comum	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37
DL-metionina	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Suplemento vitamínico ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina	0,06	0,06	0,09	0,06	0,06	0,09
Suplemento mineral ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis Nutricionais e Energéticos Calculados						
EM (kcal/kg)	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00	2780,00
PB (%)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
FDA (%)	3,99	3,99	3,88	3,99	3,99	3,88
FDN (%)	10,90	10,91	10,38	10,90	10,91	10,38
Cálcio (%)	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Lisina Dig (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Met+Cis Dig (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina Dig (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Treonina Dig (%)	0,52	0,52	0,51	0,52	0,52	0,51
Triptofano Dig (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²Óleo de soja; ³Óleo de girassol; ⁴Glicerina bruta; ⁵Suplemento vitamínico – níveis de garantia por Kg do produto: vitamina A (min) 5.500.000 UI, vitamina B1 (min) 500 mg, vitamina B12 (min) 7.500 mcg, vitamina B2 (min) 2.502 mg, vitamina B6 (min) 750 mg, vitamina D3 (min) 1.000.000 UI, vitamina E (min) 6.500 UI, vitamina K3 (min) 1.250 mg, Biotina (min) 25 mg, Niacina (min) 17,5 g, Ácido fólico (min) 251 mg, Ácido pantotênico (min) 6.030 mg; ⁶Suplemento mineral - níveis de garantia por

Kg do produto: Cobalto (min) 50 mg, Cobre (min) 3.000 mg, Ferro (min) 25 g, Iodo (min) 500 mg, Manganês (min) 32,5 g, Selênio (min) 100,05 mg, Zinco (min) 22,49 g.

Para isso, essas gemas foram posteriormente secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, em seguida a amostra seca foi triturada, acondicionada em potes e armazenada em freezer para preparação dos extratos de gema.

A avaliação da qualidade dos ovos submetidos a diferentes condições de armazenamento foi realizada de acordo com a data de estocagem, adotando-se os mesmos procedimentos e sequência de determinações descritas para as avaliações durante todo o período experimental.

Para o cálculo da perda de peso dos ovos, todos os ovos de cada parcela foram pesados em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g, no primeiro dia e após o armazenamento. Ao final do período experimental, estes foram novamente pesados e pela diferença entre o peso no início e no final do tempo de armazenagem foi mensurada a perda de peso em gramas. Este valor foi dividido pelo peso do ovo no início do armazenamento e multiplicado por cem, gerando os dados de perda de peso em porcentagem (BARBOSA *et al.*, 2008).

Na avaliação da qualidade interna e externa, os ovos frescos e armazenados de cada parcela foram, inicialmente, submetidos à determinação da densidade específica (DE) dos ovos, conforme Freitas *et al.* (2004). Após a determinação da DE, os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro, para a determinação da altura do albúmen, por meio de um micrômetro de profundidade S-6428 (Ames, Waltham, MA, EUA). Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo do valor da unidade Haugh (UH), pela equação $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 P^{0,37})$, em que H é a altura do albúmen (mm), e P é o peso do ovo (g).

Para determinar as proporções de cada constituinte nos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança de precisão (0,01g), e as cascas foram lavadas, postas para secar à temperatura ambiente por 48 horas, e então pesadas. As proporções de gema e casca foram obtidas pela relação entre o peso de cada porção e o peso do ovo, e a de albúmen foi determinada por diferença: %albúmen = 100 - (%gema + %casca).

Para obtenção dos extratos das rações e dos ovos desidratados a serem utilizados nos ensaios antioxidantes, 1 grama de material foi previamente reconstituído com 3 ml de água, e posteriormente extraído em metanol (1:10 v/v), por 1 hora sob agitação (Adaptado, SMET *et al.*, 2006). O extrato foi centrifugado por 10 minutos, a 1000 rpm, e o sobrenadante filtrado em papel filtro.

A quantificação dos compostos fenólicos nos extratos foi realizada de acordo com Genovese *et al.* (2008). À uma alíquota de 0,25ml do extrato foram adicionados 0,25ml do reagente de Folin-Ciocalteu, 2ml de água destilada e, após 3 minutos, 0,25ml de solução saturada de carbonato de sódio. A mistura foi homogeneizada e incubada em banho de água fervente, a 37°C por 30 minutos e depois centrifugada por 10 minutos a 1000 rpm. A absorbância foi lida em espectrofotômetro (750 nm). Os fenólicos totais foram expressos em mg de ácido gálico/L de amostra.

A medida da capacidade antioxidante pelo método de eliminação do radical livre DPPH (2,2 -difênil -1- picril –hidrazil) no extrato metanólico do ovo foi realizada seguindo a metodologia descrita por Arabshahi-Delouee e Urooj (2007), com adaptações. No ensaio, 1ml do extrato metanólico do ovo foi misturada a 3ml da solução de DPPH, em metanol (6.10-5 Mol/L), sendo mantido por 30 minutos à temperatura ambiente na ausência de luz, sendo a leitura realizada em espectrofotômetro (517nm) e a capacidade antioxidante foi expressa como porcentagem de eliminação do DPPH em relação ao controle utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{DPPH(\%)} = \frac{\text{absorbância do controle} - \text{absorbância da amostra}}{\text{absorbância do controle}} \times 100$$

Para avaliação do pH do albúmen e estabilidade da espuma dos ovos frescos e armazenados, foram utilizados os albúmens dos ovos submetidos a diferentes condições de armazenamento. O pH do albúmen foi medido, logo após a quebra do ovo, utilizando um pHmetro (Hanna Instruments – HI99121) equipado com um eletrodo. O eletrodo foi imerso diretamente na amostra e a leitura foi feita após 1 minuto.

A análise da estabilidade da espuma foi realizada segundo método modificado de Bovsková e Miková (2011). Foram pesados 50 g de albúmen de cada unidade experimental e a amostra seguiu para agitação em batedeira por cerca de 3 minutos. Após, a espuma formada foi pesada e colocada em funil por 30 minutos. O líquido proveniente da degradação da espuma foi transferido para uma proveta de 50 ml e então calculou-se os parâmetros de índice de durabilidade da espuma (calculado pela diferença entre o volume da espuma e o volume de sobrenadante, dividido pelo volume da amostra, %), densidade específica (g/ml) e overrun (calculado pela diferença entre o peso da amostra e o peso da espuma, dividido pelo volume da espuma, %).

A oxidação lipídica dos ovos foi avaliada por meio da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo método de extração acidoaquosa, conforme Kang *et al.* (2001). Em cada período de armazenamento descrito acima, as gemas dos dois ovos de cada repetição foram separadas da clara, colocadas em béquer, homogeneizadas e levadas para análise. O número de substâncias reativas na amostra foi expresso como miligrama de malonaldeído por quilograma de gema.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o SAS, versão 9.2, considerando-se o nível de 5% de probabilidade para significância em todas as análises. Os dados obtidos para os ovos frescos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento ANOVA, segundo um modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, dois níveis de inclusão do extrato etanólico da casca da manga e três fontes de lipídios. Os dados de ovos armazenados foram analisados seguindo o mesmo modelo fatorial, onde foram adicionadas ao modelo as condições de armazenamento (refrigerado ou ambiente). As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos parâmetros de qualidade dos ovos (Tabela 27) não foram observadas interação significativa entre os fatores, fontes de gorduras e o EECas sobre as variáveis percentagem de albúmen, de gema e de casca, e a densidade específica dos ovos. Houve diferença significativa entre as fontes de gorduras utilizadas apenas quanto à percentagem de gema, e da inclusão do extrato etanólico quanto à densidade específica dos ovos.

A ausência de efeito na porcentagem de albúmen e unidades Haugh era esperada, visto que, segundo Costa *et al.* (2004) os sólidos totais do albúmen são constituídos majoritariamente por proteínas e os tratamentos eram isoprotéicos e isoaminoacídicos, além disso a quebra foi realizada um dia após a sua postura, evitando efeitos do armazenamento. Esse resultado também foi observado por Bozkurt *et al.* (2012), que não observaram efeito sobre os parâmetros de qualidade do albúmen quando adicionou óleos essenciais associados às vitaminas A, C e E na ração de poedeiras.

Oliveira *et al.* (2010) avaliando a inclusão de diferentes fontes lipídicas às ração de poedeiras também não observaram efeitos sobre o percentual de albúmen ou sobre a UH

dos ovos. Esse comportamento já era esperado, visto que praticamente toda a gordura do ovo se encontra concentrada na gema.

Tabela 27. Parâmetros de qualidade de ovos frescos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca de manga como antioxidante

Fatores	Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)	Unidades Haugh	Densidade específica
Fonte lipídica					
Óleo de soja	66,63	24,08b	9,29	88,88	1,086
Óleo de girassol	66,65	24,04b	9,34	86,17	1,086
Glicerina Bruta	65,23	25,72a	9,26	84,84	1,088
Níveis de EECas ¹					
0 mg/kg	66,63	24,28	9,28	85,63	1,089a
1000 mg/kg	65,71	24,95	9,31	87,63	1,084b
Média	66,17	24,62	9,30	86,63	1,087
EPM ²	0,2728	0,2346	0,0779	0,7723	0,0009
ANOVA ³			<i>p-valor</i>		
FL ⁴	0,0544	0,0016	0,9204	0,0953	0,2894
EECas	0,0778	0,0930	0,8694	0,1870	0,0026
FL x EECas	0,8543	0,7852	0,7349	0,6854	0,1362

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Com relação ao efeito da fonte lipídica, a utilização da glicerina bruta promoveu maior percentagem de gema. A inclusão de gorduras na ração promove uma maior concentração de lipídios absorvidos e depositados na gema do ovo, o que pode contribuir para o seu aumento (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Dessa forma, a maior quantidade de lipídeos nas rações com glicerina bruta pode ter causado aumento no peso da gema, visto que, a proporção de glicerina nas rações foi de 5%, enquanto os óleos de soja e de girassol foram incluídos em 1% do total da ração. Silva *et al.* (2007) observaram que o aumento de 1,5 g por ave no consumo de óleo aumentou significativamente a porcentagem de gema. De acordo com Keshavarz e Nakajima (1995), a adição de fonte lipídica à dieta das poedeiras influencia a proporção de gema pela redução da taxa de passagem da ingesta, com conseqüente melhor aproveitamento dos nutrientes, assim como ocorre para o peso do ovo.

Por outro lado, Lopes *et al.* (2011) relatam que a gema apresenta alto percentual de ácido linoleico que, durante o processo oxidativo natural do alimento, pode ser destruído

acarretando redução na proporção da mesma. Dessa forma, a presença de antioxidantes na ração, e sua posterior transferência para gema, podem atuar protegendo os componentes lipídicos, beneficiando a proporção da gema. Entretanto, como não foram observadas alterações quanto ao percentual da gema em função da inclusão do extrato etanólico da manga e como as análises foram feitas nos ovos frescos, pode-se afirmar que a inclusão do extrato antioxidante não foi suficiente para promover benefícios à composição da gema, o que proporcionou a obtenção de ovos com valores semelhantes. Freitas *et al.* (2013) também não observaram efeito da inclusão de até 40 mg/kg de extrato etanólico da manga sobre o percentual de gema dos ovos.

Quanto ao percentual de casca existem relatos de alterações em decorrência da utilização de fontes lipídicas na ração, visto que o excesso de ácidos graxos pode contribuir para formação de sais insolúveis com o cálcio, limitando a sua disponibilidade (MURAMATSU *et al.*, 2005). Além disso, Leeson e Summers (2001) afirmam que a rancidez da gordura da ração pode causar sintomas carenciais de vitamina D, substância essencial à absorção e mobilização do cálcio no organismo das aves, prejudicando a formação da casca do ovo. Entretanto, como não foram observadas influências dos fatores testados sobre a proporção de albúmen e gema dos ovos, também era esperado o mesmo comportamento sobre os parâmetros de qualidade de casca.

Os valores de densidade específica foram influenciados pela inclusão do extrato antioxidante, entretanto, essa diferença não foi suficiente para promover prejuízos reais à qualidade da casca, visto que, de acordo com Peebles e McDaniel (2004) o valor da gravidade específica de 1,080 é tido como referência limite entre baixa e alta qualidade da casca dos ovos. Além de afirmarem haver uma relação diretamente proporcional entre a gravidade específica e a qualidade da casca dos ovos, visto que, valores menores de densidade indicam menor resistência da casca.

Na determinação da quantidade de compostos fenólicos, da capacidade antioxidante (DPPH) e da estabilidade oxidativa da gema medida pelo TBARS (Tabela 28), não foram observadas interação significativa entre os fatores, fontes de gorduras e o extrato etanólico sobre as variáveis avaliadas. No entanto, houve diferença significativa quanto à inclusão do EECas, bem como, entre as fontes de gorduras utilizadas sobre todas as variáveis.

As aves alimentadas com dietas contendo óleo de girassol apresentaram menor valor de TBARS, enquanto o óleo de soja apresentou valor intermediário. Embora o óleo de girassol seja mais propenso aos processos oxidativos que o óleo de soja, devido a maior concentração de ácidos graxos insaturados, a ação antioxidante dos α -tocoferóis e compostos

fenólicos, ênfase ao ácido clorogênico, presentes na composição do óleo de girassol, podem ter colaborado para minimizar a oxidação nos ovos frescos (ŽILIC *et al.*, 2010). Entretanto, com relação à quantidade de fenólicos totais e capacidade antioxidante, apesar das diferenças no perfil lipídico desses óleos vegetais não foram suficientes para promover diferenças significativas nessas variáveis.

Tabela 28. Fenólicos totais, capacidade e atividade antioxidante e peroxidação na gema dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca da manga como antioxidante

Fatores	Fenólicos totais (mg Eq. AG / g de gema)	DPPH (%)	TBARS (mg/kg de gema)
Fonte lipídica			
Óleo de soja	0,95a	49,24a	1,95b
Óleo de girassol	0,95a	49,62a	1,76c
Glicerina Bruta	0,82b	44,85b	2,30a
Níveis de EECas¹			
0 mg/kg	0,90b	47,45b	2,25a
1000 mg/kg	0,92a	48,36a	1,78b
Média	0,91	47,90	2,00
EPM ²	0,0131	0,4740	0,0568
ANOVA³		p-valor	
FL ⁴	<.0001	<.0001	<.0001
EECas	0,0016	0,0010	<.0001
FL x EECas	0,7096	0,2486	0,2144

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

A concentração em ácidos graxos insaturados e os produtos da sua oxidação, bem como de compostos antioxidantes nos ovos, pode ser influenciada pela ingestão de alimentos ricos nesses compostos que são transferidos para a gema. Dessa forma, a menor quantidade de fenólicos totais, pior capacidade antioxidante (DPPH), bem como, a maior concentração de TBARS nas rações que incluíram glicerina bruta pode estar associada a maior geração de radicais livres decorrentes do metabolismo do glicerol ou ainda a presença de substâncias tóxicas, como metais pesados e metanol (KRAUSE, 2008).

Por outro lado, a inclusão de 1000 mg/kg de extrato etanólico da casca da manga promoveu um melhor potencial antioxidante e reduziu em até 21% a oxidação dos lipídios da gema, comparado à dieta sem inclusão do extrato. Esse efeito pode estar associado à ação antioxidante dos compostos fenólicos presentes no extrato, que atuam como sequestradores de

radicais livres, doando hidrogênio de seus grupos hidroxil, prevenindo contra a deterioração oxidativa (VIEIRA *et al.*, 2011; DAMODARAN *et al.*, 2018).

Os resultados apresentados corroboram com Freitas *et al.* (2013), que observaram redução da oxidação lipídica em ovos mediante adição de BHT e com a inclusão dos extratos etanólicos de caroço e de casca de manga em até 40 mg/kg na ração de poedeiras com 1% de óleo de soja.

Na avaliação dos dados de pH do albúmen e indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos frescos (Tabela 29) não foram observadas interação significativa entre os fatores, fontes de gorduras e o EECas sobre as variáveis pH, índice de batidas, índice de durabilidade, densidade da espuma, overrun e fase de ar. Também, observou-se que não houve efeito significativo quanto aos níveis de EECas, ou das fontes de gordura sobre essas variáveis, com exceção do pH do albúmen. O maior valor de pH foi encontrado nos ovos das aves alimentadas com ração contendo glicerina bruta.

Tabela 29. Valores de pH e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos frescos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca de manga como antioxidante

Fatores	pH	Índice de batidas (%)	Índice de durabilidade (%)	Densidade (g/ml)	Overrun (%)	Fase de ar
Fonte lipídica						
Óleo de soja	8,69b	398,00	377,80	0,248	25,19	0,201
Óleo de girassol	8,79b	385,00	365,80	0,256	24,44	0,196
Glicerina Bruta	9,03a	398,00	376,40	0,249	25,09	0,200
Níveis de EECas ¹						
0 mg/kg	8,85	394,00	373,47	0,250	25,01	0,200
1000 mg/kg	8,82	393,33	373,20	0,252	24,80	0,199
Média	8,84	393,67	373,33	0,251	24,91	0,199
EPM ²	0,0382	4,5101	4,4218	0,0029	0,2866	0,0019
ANOVA ³						
		<i>p-valor</i>				
FL ⁴	0,0002	0,4384	0,5226	0,5562	0,5484	0,5592
EECas	0,6199	0,9439	0,9773	0,7322	0,7268	0,7258
FL x EECas	0,1231	0,5838	0,6093	0,4940	0,4912	0,4797

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Esse resultado pode indicar a maior presença de radicais livres oriundos do metabolismo do glicerol, contribuindo para elevação do pH do albúmen. Segundo Fernandes (2017), os processos de oxidação lipídica naturais do organismo podem prejudicar a qualidade

do albúmen produzido no oviduto, enquanto a inclusão dos antioxidantes atua protegendo o oviduto dos efeitos deletérios da oxidação. Dessa forma, possivelmente, a elevação do pH seja resultante do efeito deletério dos radicais livres sobre o oviduto.

Segundo Santana (2017), elevações nos valores de pH podem causar redução da solubilidade das proteínas do albúmen, prejudicando sua funcionalidade, com piora na formação e estabilidade da espuma. Entretanto, apesar das alterações observadas no pH do albúmen quanto à fonte lipídica utilizada, esses valores variaram dentro de uma faixa segura em que não foram suficientes para prejudicar os resultados de estabilidade da espuma dos ovos medidos pelos indicadores de formação e estabilidade da espuma.

Além disso, os valores de pH estiveram mais alcalinos, sugerindo uma maior estabilidade e boa qualidade da espuma, causada pela maior força de repulsão entre as moléculas devido ao excesso de cargas no albúmen, promovendo maior interação das proteínas com a água (MACHADO *et al.*, 2007).

Quanto aos parâmetros de qualidade dos ovos armazenados (Tabela 30) não foram observadas interação significativa entre os fatores da dieta e condição de armazenamento. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre as fontes de gordura, ou para a inclusão do EECas.

A proporção relativa dos componentes do ovo variou apenas em função do tipo de armazenamento, onde os ovos armazenados em temperatura ambiente apresentaram menor percentual de albúmen e maior percentual de gema e casca que os mantidos em temperaturas mais baixas. Isso ocorre pois, durante o armazenamento uma parte da água presente no albúmen passa para gema, aumentando seu peso, e outra parte é perdida para o ambiente através dos poros da casca, reduzindo o peso do ovo. Quando estocados à temperaturas ambiente, essas alterações ocorrem em maior velocidade, ocasionando perda de qualidade dos ovos mais rapidamente (FIGUEIREDO *et al.*, 2011). Esse resultado também foi observado por Oliveira *et al.* (2009), onde houve maior perda de peso do albúmen em ovos armazenados a 25°C do que em 6°C durante 30 e 50 dias, respectivamente.

As alterações observadas quanto ao percentual de casca apenas refletem a perda de peso dos ovos armazenados, fazendo com que o peso da casca mesmo sem apresentar variações reais represente maior proporção em relação ao peso total do ovo. Resultado semelhante também já haviam sido relatados por Figueiredo *et al.* (2011) avaliando a qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento.

Tabela 30. Característica e qualidade de ovos armazenados (durante 28 dias) de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca de manga como antioxidante

Fatores	Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)	Perda de peso (%)	Unidades Haugh	Densidade específica
Fonte lipídica						
Óleo de soja	62,49	27,59	9,89	3,59	55,26	1,048
Óleo de girassol	63,69	26,50	9,77	3,62	54,81	1,049
Glicerina Bruta	62,81	27,45	9,74	3,73	55,93	1,045
Níveis de EECas¹						
0 mg/kg	62,94	27,25	9,79	3,66	54,66	1,048
1000 mg/kg	63,05	27,11	9,81	3,64	56,01	1,047
Armazenamento						
Ambiente	61,25b	28,67a	10,08a	5,77a	28,52b	1,025b
Refrigerado	64,74a	25,69b	9,52b	1,52b	82,15a	1,070a
Média	63,00	27,18	9,80	3,65	55,33	1,048
EPM ²	0,3433	0,2840	0,1086	0,2814	3,5324	0,0030
ANOVA³ p-valor						
FL ⁴	0,1567	0,0786	0,8241	0,5968	0,6716	0,0865
EECas	0,8346	0,7552	0,9193	0,8662	0,1947	0,6877
ARM ⁵	<,0001	<,0001	0,0096	<,0001	<,0001	<,0001
FL x EECas	0,6266	0,5644	0,1576	0,6693	0,0956	0,8172
FL x ARM	0,1100	0,2317	0,1403	0,7807	0,1971	0,6426
EECas x ARM	0,8266	0,7455	0,2307	0,6598	0,0634	0,6064
FL x EECas x ARM	0,5564	0,6217	0,8104	0,5055	0,2361	0,2116

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica; ⁵ARM - Armazenamento. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Não foram observados efeitos dos fatores testados na dieta sobre a UH dos ovos após os 28 dias de armazenamento, entretanto, houve efeito quanto à temperatura de armazenamento. Esse efeito devido ao armazenamento era esperado, visto que a UH está associada à altura do albúmen e, com o armazenamento em temperaturas mais altas, ocorre uma aceleração do processo de liquefação do albúmen, reduzindo sua altura e, conseqüentemente, a medida de UH.

Com relação à densidade específica dos ovos, também só foram observadas efeitos decorrente da temperatura de armazenamento. Esse resultado era esperado, visto que a densidade específica apresenta relação direta com o percentual de casca e esta apresentou redução em decorrência do tipo de armazenamento. A perda de água nos ovos pós-postura é intensificada em temperaturas elevadas, provocando um aumento progressivo da câmara de ar e, conseqüentemente, diminuindo a densidade específica dos ovos (FREITAS *et al.*, 2011).

Na avaliação dos dados de fenólicos totais, capacidade antioxidante (DPPH) e estabilidade lipídica da gema dos ovos armazenados (Tabela 31) não foram observadas interação significativa entre os fatores da dieta e condição de armazenamento. No entanto, observou-se diferença significativa entre as fontes de gordura, bem como, para presença ou ausência do extrato, para todas as variáveis testadas.

Tabela 31. Fenólicos totais, capacidade antioxidante (DPPH) e peroxidação na gema dos ovos armazenados (28 dias) de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca da manga como antioxidante

Fatores	Fenólicos totais (mg Eq. AG/g de gema)	DPPH (%)	TBARS (mg/kg de gema)
Fonte lipídica			
Óleo de soja	0,89a	31,97a	2,32b
Óleo de girassol	0,92a	32,37a	2,37b
Glicerina Bruta	0,82b	29,17b	2,51a
Níveis de EECas ¹			
0 mg/kg	0,85b	30,80b	2,46a
1000 mg/kg	0,90a	31,54a	2,33b
Armazenamento			
Ambiente	0,77b	14,50b	2,49a
Refrigerado	0,98a	47,84a	2,31b
Média	0,88	31,17	2,40
EPM ²	0,0172	2,4454	0,0310
ANOVA ³		<i>p</i> -valor	
FL ⁴	<.0001	<.0001	0,0190
EECas	<.0001	0,0095	0,0193
ARM ⁵	<.0001	<.0001	0,0015
FL x EECas	0,8767	0,1300	0,8591
FL x ARM	0,5170	0,1321	0,6361
EECas x ARM	0,7972	0,4002	0,4500
FL x EECas x ARM	0,7548	0,4378	0,4508

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica; ⁵ARM - Armazenamento. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Os ovos das aves alimentadas com dietas que incluíram glicerina bruta apresentaram uma menor concentração em fenólicos totais e capacidade antioxidante, além disso, também foi observada maior concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, quando comparados aos ovos das aves alimentadas com óleo de soja e óleo de girassol. A concentração desses compostos nos ovos pode ser decorrente da ingestão dessas

substâncias na ração e da posterior transferência para a gema ou, ainda, resultante da produção endógena das poedeiras (RADWAN *et al.*, 2008).

O nível de TBARS nos ovos ao final do período de armazenamento está diretamente relacionado à composição lipídica e à transferência do antioxidante para os ovos (SHAHRYAR *et al.*, 2010). Dessa forma, ovos enriquecidos com ácidos graxos insaturados são mais suscetíveis à oxidação lipídica e, conseqüentemente, apresentarão maiores valores de TBARS.

Dessa forma, o efeito observado pelas dietas que continham glicerina bruta, em detrimento das outras fontes de gordura, pode ter sido devido a maior produção endógena de radicais livres devido ao metabolismo dessa fonte de gordura e dos fatores tóxicos indesejáveis, como o metanol, que podem ter potencializado a oxidação durante o armazenamento.

Por outro lado, a inclusão do extrato etanólico como antioxidante influenciou positivamente o potencial antioxidante e a estabilidade dos lipídeos da gema, reduzindo em 5% a oxidação, representada pelo TBARS. Esse resultado corrobora aos observados por Freitas *et al.* (2013), em que a inclusão do extrato etanólico da manga reduziu a oxidação lipídica dos ovos em todos os tempos de armazenamento. Esse efeito pode estar relacionado à ação antioxidante dos compostos fenólicos presentes no extrato, que atuam prevenindo contra a deterioração oxidativa (VIEIRA *et al.*, 2011).

Além disso, houve diferença significativa entre as condições de armazenamento, onde os ovos submetidos ao armazenamento por 28 dias em temperatura ambiente, independente da alimentação recebida pelas aves, resultaram em menor concentração de compostos antioxidantes nos ovos, representados pelos fenólicos e DPPH, e maior oxidação lipídica das gemas (TBARS).

Quanto à avaliação dos dados de pH e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos armazenados (Tabela 32) não foram observadas interação significativa entre os fatores ração e condição de armazenamento. Também, observou-se que não houve diferença significativa entre os níveis de EECas ou das fontes de gordura utilizada, exceto o pH do albúmen que apresentou o mesmo comportamento observado nos ovos frescos, com maior valores para dietas que incluíram glicerina bruta como ingrediente.

O efeito observado sobre o pH do albúmen dos ovos armazenados em decorrência da fonte de gordura utilizada, segue o mesmo princípio dos efeitos observados nos ovos frescos. Além disso, dentre os efeitos citados anteriormente em decorrência do armazenamento dos ovos, a fluidificação do albúmen denso ocorre devido a inúmeras reações

químicas que ocorrem em seu interior, envolvendo o ácido carbônico (H₂CO₃). O CO₂ formado pela dissociação do H₂CO₃, passa para o ambiente através da casca promovendo o aumento do pH e provocando a dissociação química do complexo proteico (KOEHLER, 1974).

Tabela 32. Valores de pH e dos indicadores de formação e estabilidade da espuma dos ovos armazenados (28 dias) de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes fontes lipídicas e extrato etanólico da casca de manga como antioxidante

Fatores	pH	Índice de batida (%)	Índice de durabilidade (%)	Densidade (g/ml)	Overrun (%)	Fase de ar
Fonte lipídica						
Óleo de soja	8,69b	394,00	360,60	0,250	25,00	0,200
Óleo de girassol	8,69b	394,00	358,10	0,251	24,98	0,200
Glicerina Bruta	8,79a	400,00	366,63	0,248	25,22	0,201
Níveis de EECas ¹						
0 mg/kg	8,73	398,62	362,97	0,246	25,35	0,202
1000 mg/kg	8,71	393,33	360,47	0,253	24,78	0,198
Armazenamento						
Ambiente	8,94a	394,14	359,52	0,249	25,09	0,200
Refrigerado	8,50b	397,67	363,80	0,250	25,03	0,200
Média	8,72	395,93	361,69	0,250	25,06	0,200
EPM ²	0,0305	3,7927	3,9923	0,0026	0,2621	0,0017
ANOVA ³ <i>p-valor</i>						
EECas	0,2416	0,5084	0,7645	0,2732	0,3037	0,2940
FL ⁴	<,0001	0,7800	0,6944	0,9313	0,9246	0,9307
ARM ⁵	<,0001	0,6586	0,6080	0,8620	0,9199	0,9214
FL x EECas	0,5032	0,4970	0,5552	0,7030	0,6836	0,7194
FL x ARM	0,0600	0,6252	0,6266	0,5184	0,4099	0,3965
EECas x ARM	0,1283	0,6897	0,7361	0,7332	0,8419	0,8396
FL x EECas x ARM	0,1789	0,3179	0,1902	0,2949	0,3279	0,3376

¹EECas – Extrato etanólico da casca da manga; ²EPM – Erro padrão da média; ³ANOVA – Análise de variância; ⁴FL – Fonte lipídica; ⁵ARM - Armazenamento. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

O aumento do pH do albúmen ocorre naturalmente com o tempo de armazenamento, entretanto sua velocidade é influenciada pela capacidade de tamponamento do albúmen, temperatura de armazenamento, e concentração de gases no ambiente onde os ovos estejam armazenados. Dessa forma, a manutenção dos ovos sob refrigeração auxilia na manutenção da qualidade interna dos ovos por um maior período de tempo e temperaturas

elevadas ocasionam a liquefação do albúmen e a perda de qualidade em menor tempo, como observado na presente pesquisa.

Já com relação à formação e estabilidade da espuma dos ovos, dentre os fatores determinantes estão o pH, tempo de armazenamento, temperatura de conservação, presença de gema ou lipídios no albúmen, velocidade e tempo de batidas da clara, dentre outros (LOMAKINA; MÍKOVÁ, 2006). Assim, alterações em alguma dessas variáveis pode interferir na qualidade da espuma dos ovos. Entretanto, apesar da elevação no pH do albúmen quanto ao tipo de gordura utilizada e quanto à temperatura de armazenamento dos ovos observadas na presente pesquisa, não foram o suficiente para influenciar a funcionalidade da espuma medidos pelas demais variáveis. Além disso, Fernandes (2017) observou que os ovos armazenados sem refrigeração apresentaram menores valores de unidade Haugh e melhores indicadores de espuma. Isso ocorre devido essas variáveis estarem associadas ao volume da espuma após o seu batimento para incorporação de ar e, segundo Silversides e Budgell (2004), o volume da espuma está negativamente associado com a altura do albúmen.

Por fim, a deterioração da qualidade interna dos ovos durante o armazenamento tem sido relatada por vários pesquisadores, visto que, é um processo natural e contínuo que ocorre após a postura dos ovos (RADWAN *et al.*, 2008; BARBOSA *et al.*, 2008; HAYAT *et al.*, 2010; ZHAO *et al.*, 2011). Dessa forma, a conservação dos ovos sob refrigeração é primordial na manutenção da qualidade interna dos ovos durante sua estocagem, preservando seu valor por mais tempo.

CONCLUSÃO

A utilização da glicerina bruta como fonte lipídica promove elevação do pH do albúmen, em ovos frescos e armazenados, resulta em menor concentração do potencial antioxidante e piora da estabilidade lipídica da gema dos ovos.

A inclusão do extrato etanólico da casca da manga em até 1000 mg/kg reduz a oxidação lipídica e promove um melhor potencial antioxidante nos ovos, independente da fonte lipídica e do ambiente de armazenamento.

Os ovos armazenados sob refrigeração apresentam melhor qualidade interna quando comparados com ovos armazenados em temperatura ambiente.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados encontrados nessa pesquisa, pode-se inferir que resíduos do processamento da manga, a casca e o caroço, podem ser utilizados para a produção de extratos vegetais naturais com atividade antioxidante na alimentação de poedeiras, sem apresentar prejuízos ao desempenho das aves.

Com relação às diferentes fontes lipídicas utilizadas, óleo de soja, óleo de girassol e glicerina bruta, pode-se observar que também não afetaram os parâmetros de desempenho das aves. No entanto, a utilização da glicerina bruta promove piora no pH do albúmen e na estabilidade lipídica da gema dos ovos, além disso, também resulta em menor concentração de substâncias com potencial antioxidante nos ovos.

Em contrapartida, a adição dos extratos etanólicos do caroço e da casca da manga às rações promove redução da oxidação lipídica, e incremento na concentração de substâncias antioxidantes nos ovos, independente da fonte lipídica utilizada e do ambiente de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.E.M.; DARWISH, S.M.; AYAD, E.H.E.; EL-HAMAHMY, R.M. Egyptian mango by-product 2: antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. **Food Chemistry**, v.103, p.1141-1152, 2007. DOI:10.1016/j.foodchem.2006.10.026.
- ABDALA, D. S. P. Radicais livres e antioxidantes. In: OGA, S. **Fundamentos de toxicologia**. São Paulo: Atheneu. cap. 1.4, p. 37-58, 1996.
- AGUIAR, M. S.; ZAFFARI, S.; HÜBSCHER, G. H. O ovo e sua contribuição na saúde humana. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 47-55, 2009.
- AJILA, C.M.; NAIDU, K.A.; BHAT, S.G.; PRASADA RAO, U.J.S. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, v.105, p.982-988, 2007. DOI:10.1016/j.foodchem.2007.04.052.
- ALAGAWANY, M.; ABD EL-HACK, M. E.; EL-KHOLY, M. S. Productive performance, egg quality, blood constituents, immune functions, and antioxidant parameters in laying hens fed diets with different levels of *Yucca schidigera* extract. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 7, p. 6774-6782, 2016. DOI: 10.1007/s11356-015-5919-z.
- ALCÂNTARA, J.B. **Qualidade físico-química de ovos comerciais: avaliação e manutenção da qualidade**. Sanidade Animal Higiene e Tecnologia de Alimentos, Seminários aplicados. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 681-685, 2001. DOI: 10.1590/S0103-90162001000400005.
- ALMEIDA, C. V. D. M.; GOMES, S. A. S.; BARROS, D. N.; SILVA, M. E. D. S.; LUCENA, R. M.; SILVA, S. P. Avaliação da influência da temperatura nos parâmetros físico-químicos do subproduto da manga (*Mangífera indica L. cv. Tommy Atkins*) para fins de uso alimentício. **Revista Geama**, v. 6, n. 1, p. 51-57, 2020.
- ALMEIDA, V. V. S. D.; SILVA, R. R.; QUEIROZ, A. C. D.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, F. F. D.; ABREU FILHO, G.; SOUZA, S. O. D. Economic viability of the use of crude glycerin supplements in diets for grazing crossbred calves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 7, p. 382-389, 2014.
- AMARAL, G. F.; GUIMARÃES, D. D.; NASCIMENTO, J. C. D. O. F. D.; CUSTODIO, S. **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. 2016. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9579>.
- AMENSOUR, M.; SENDRA, E.; ABRINI, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Antioxidant activity and total phenolic compounds of myrtle extracts. **CyTA - Journal of Food**, v.8, p 95-101, 2010. DOI: 10.1080/19476330903161335.

AMORIM, A. G.; TIRAPÉGUI, J. Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio. **Revista de Nutrição**, v.21, n.5, 2008.

ANTUNES, A. J.; CANHOS, V. **Aditivos em alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1984.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999**. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais, 1999.

ARABSHAHI-DELOUEE, S.; UROOJ, A. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica L.*) leaves. **Food chemistry**, v. 102, n. 4, p. 1233-1240, 2007. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.07.013.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 3ª ed. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade federal de Viçosa, 478 p, 2006.

ARAUJO, R. G. A. C. **Perfil de ácidos graxos e energia metabolizável aparente de diferentes fontes lipídicas para galinhas poedeiras**. 56p. (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal). Universidade Estadual Paulista, Dracena – SP, 2017.

BAIÃO, N.C.; LÚCIO. C.G. Nutrição de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; GONZÁLES, E. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: Facta. Cap. 10, p.197-216, 2005.

BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; MENDONÇA, M. O.; FREITAS, E. R. FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **ARS Veterinária**, v. 24, n. 2, p. 127- 133, 2008.

BARREIROS, A. L. B .S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006. DOI: 10.1590/S0100-40422006000100021.

BARRETO, J. C.; TREVISAN, M. T.; HULL, W. E.; ERBEN, G.; DE BRITO, E. S.; PFUNDSTEIN, B.; WÜRTELE, G.; SPIEGELHALDER, B.; OWEN, R. W. Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica L.*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.5599-5610, 2008. DOI: 10.1021/jf800738r.

BARRETO, S. C. S.; ZAPATA, J. F. F.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. D. F. F.; NASCIMENTO, R. F. D.; MOREIRA ARAÚJO, R. S. D. R.; AMORIM, A. D. G. N. Ácidos graxos da gema e composição do ovo de poedeiras alimentadas com rações com farelo de coco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.12, p. 1767–1773, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006001200011.

BENITES, C. I.; FURTADO, P. B. S.; SEIBEL, N. F. Características e aspectos nutricionais do ovo. In: **Aves e ovos**. Pelotas: UFPEL, p 57-64, 2005.

BERARDINI, N.; FEZER, R.; CONRAD, J.; BEIFUSS, U.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. Screening of mango (*Mangifera indica L.*) cultivars for their contents of flavonol O-and

xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1563-1570, 2005. DOI: 10.1021/jf0484069.

BERTECHINI, A. G. Mitos e verdades sobre o ovo de consumo. In: **21º Conferência de Ciência e Tecnologia Avícola**. Santos, São Paulo. Brasil. p: 19. 2003

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA. 255p. 2012.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA. 301p. 2006.

BESERRA, V. A.; CESAR, A. S.; PERES, A. A. C. Adoção da glicerina bruta na dieta animal e seu impacto no produto final. **Archivos de zootecnia**, v. 65, n. 250, p. 259-265, 2016.

BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. (Tese de Doutorado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo. 2006.

BORN, F. ω 3 Products: From Research to Retail. In: **The Return of ω 3 Fatty Acids into the Food Supply**. Karger Publishers, p. 166-175, 1998.

BOTSOGLOU, E.; GOVARIS, A.; FLETOURIS, D.; ILIADIS, S. Olive leaves (*Olea europea* L.) and α -tocopheryl acetate as feed antioxidants for improving the oxidative stability of α -linolenic acid-enriched eggs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.97, p.740-753, 2012. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2012.01316.x.

BOVŠKOVÁ, H; MÍKOVÁ, K. Factors influencing egg white foam quality. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 29, n. 4, p. 322-327, 2011. DOI: 10.17221/435/2010-CJFS.

BOZKURT, M.; KÜÇÜKYILMAZ, K.; ÇATLI, A.U.; ÇINAR, M.; BINTAŞ, E.; ÇÖVEN, F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. **Poultry Science**, v.91, p.1379-1386, 2012. DOI: 10.3382/ps.2011-02023.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. 1999. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução nº 386, de 05 de agosto de 1999**. Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções, contendo os procedimentos para consulta da tabela e a tabela de aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação.

BRISSON, D.; VOHL, M. C.; ST-PIERRE, J.; HUDSON, T. J.; GAUDET, D. Glycerol: a neglected variable in metabolic processes?. **Bioessays**, v. 23, n. 6, p. 534-542, 2001.

BRIZ, R. C. Ovos com teores mais elevados de ácidos graxos Omega 3. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 7., 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA. p. 153- 193. 1997.

BRUGALLI, I.; ALBINO, L. F. T.; SILVA, D. J. D.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. D. A. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 753-757, 1999. DOI: 10.1590/S1516-35981999000400014.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 430 p. 2002.

CARVALHO, F. B. D.; STRINGHINI, J. H.; JARDIM FILHO, R. D. M.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; DEUS, H. A. S. B. D. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.25-29, 2007.

CARVALHO, M. G. **Influência do processamento, de antioxidantes e da estocagem sobre a estabilidade oxidativa lipídica do ovo**. 156p. (Tese de Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

CEDRO, T. M. M. **Teor de ácidos graxos e qualidade de ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3**. 2008. 87 f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CHERIAN, G.; WOLFE, F. W.; SIM, J. S. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. **Poultry Science**, v. 75, n. 3, p. 423-431, 1996. DOI: 10.3382/ps.0750423.

CHURCH, D. C.; POND, W. G. **Basic Animal Nutrition and Feeding** 2nd. Ed. Jhon Willey and Sons. New York, 1988.

CONEGLIAN, S. M.; DA SILVA LIMA, B.; DA SILVA, L. G.; LAZZARI, C. M.; SERRANO, R. D. C.; TONELLO, C. L. Utilização de antioxidantes nas rações. **PUBVET - Publicação em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 5, p. Art. 1019-1026, 2011.

COSGROVE, J. P.; CHURCH, D. F.; PRYOR, W. A. The kinetics of autoxidation of polyunsaturated fatty acids. **Lipids**, Champaign, v. 22, n. 5, p. 299-304, 1987. DOI: 10.1007/BF02533996.

COSTA, F. G. P.; CLEMENTINO, R. H.; JÁCOME, I. M. T. D.; DO NASCIMENTO, G. A. J.; PEREIRA, W. E. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, n. 2, p. 63-71, 2004.

COSTA, F. G. P.; SOUZA, C. J. D.; GOULART, C. D. C.; LIMA NETO, R. D. C.; COSTA, J. S. D.; PEREIRA, W. E. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleos de soja e canola. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1412-1418, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000800011.

COSTA, F. G. P.; SOUZA, H. C. D.; GOMES, C. A. V.; BARROS, L. R.; BRANDÃO, P. A.; NASCIMENTO, G. A. J.; SANTOS, A. W. R.; AMARANTE JUNIOR, V. S. Levels of crude protein and metabolizable energy on the production and eggs quality of lohmann brown layers strain. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1421-1427, 2004. DOI: 10.1590/S1413-70542004000600027.

COSTA, M. K. D. O. **Aproveitamento de coprodutos do biodiesel: torta de girassol e glicerina bruta em rações para poedeiras comerciais.** 107p. (Tese de doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2019.

COTRIM, W. S. Antioxidantes naturais e seus efeitos sobre a cor e nível oxidativo de carne bovina. **Revista ABCZ**, nº60, p. 52-55, 2011.

CUPPETT, S. L. The use of natural antioxidants in food products of animal origin. In: **Antioxidants in Food: Practical applications.** Jan Pokorny, Nedyalka Yanishlieva and Michael Gordon (eds.), Cambridge, England, 2001.

DALTIN, D. **Tensoativos: Química, Propriedades e Aplicações.** São Paulo: Blucher, 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Química de Alimentos de Fennema**, 5ª Edição. Editora, Artmed SA, 1120p, 2018.

DASARI, M., Crude glycerol potencial described. **Feedstuffs**, v. 79, n. 43, p. 1-3, 2007.

DORTA, E.; LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. Improving the efficiency of antioxidant extraction from mango peel by using microwave-assisted extraction. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.68, p.190-199, 2013. DOI: 10.1007/s11130-013-0350-4.

DUARTE C. R. A.; MURAKAMI, A. E.; BOSO, K. M. O.; EYNG, C.; OSPINA-ROJAS, I. C.; MATUMOTO-PINTRO, P. T. Mixed crude glycerin in laying hen diets: live performance and egg quality and fatty acid profile. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.16, n. 4. p.351-358. 2014. DOI: 10.1590/1516-635x1604351-358.

FAITARONE, A. B. G. **Fornecimento de fontes lipídicas na dieta de poedeiras e seus efeitos sobre o desempenho, qualidade dos ovos, perfil de ácidos graxos e colesterol na gema.** 108p. (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. 2010.

FENNEMA, O. R. **Food chemistry.** 3.ed. New York: Marcel Dekker, 1067p, 1996.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos.** 2 ed. Zaragoza, Editora Acribia, 1258p, 2000.

FERNANDES, D. R. **Extrato etanólico do caroço da manga em rações para poedeiras comerciais.** 119p. (Tese de doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

FIGUEIREDO, T. C.; CANÇADO, S. V.; VIEGAS, R. P.; RÊGO, I. O. P.; LARA, L. J. C.; SOUZA, M. R.; BAIÃO, N. C. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(3), 712-720. 2011. DOI: 10.1590/S0102-09352011000300024.

FISCHER, G.; BERMUDEZ, V. L.; SIQUEIRA, E. B.; DEL PINO, F. A. B.; ANCIUTI, M. A.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. Peroxidação em amostras de milho, protegidas ou não por etoxiquim. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 4, p. 227-232, 2005.

FOLIN, C.; CIOCALTEU, V. Tyrosine and tryptophan determination in protein. **The Journal of Biological Chemistry**. v.73, n.2, p.627-650, 1927.

FONTINELE, G. S. P.; LEITE, S. C. B.; CORDEIRO, C. N.; DE CASTRO GOULART, C.; COSTA, A. C.; NEVES, J. O.; SILVA, J. D. B. Glicerina oriunda do biodiesel na alimentação de poedeiras de ovos vermelhos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 1009-1016, 2017. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n2p1009.

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 supra nutritional doses of vitamins E and C. **Poultry Science**, College Station, v. 81, n.11, p. 1744-1750, 2002. DOI: 10.1093/ps/81.11.1744.

FRANCO, J. R. G.; SAKAMOTO, M. I. Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam. **Revista Ave World**, v. 3, n. 16, p. 20-24, 2005.

FRANCO, S. G. **Programas de alimentação e fontes de óleo para frangos de corte**. 118p. (Tese de Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. 1992.

FREITAS, E. R.; da SILVA BORGES, Â.; TREVISAN, M. T. S.; WATANABE, P. H.; DA CUNHA, A. L.; PEREIRA, A. L. F. ABREU, V. K.; NASCIMENTO, G. A. J. Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1025-1030, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000800001.

FREITAS, E. R.; DA SILVA BORGES, Â.; TREVISAN, M. T. S.; DA CUNHA, A. L.; DE MELO BRAZ, N.; WATANABE, P. H.; NASCIMENTO, G. A. J. Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.48, n.7, p.714-721. 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000700003.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; GONZALEZ, M. M.; BARBOSA, N. A. A. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.509-512, 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000500014.

FREITAS, L. W.; PAZ, I. C. D. L. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; DE OLIVEIRA SENO, L.; FELIX, G. A.; CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Agrarian**, v. 4, n. 11, p. 66-72, 2011.

GAIOTTO, J. B.; MENTEN, J. F. M.; RACANICCI, A. M. C.; IAFIOLIOLA, M. C. Soybean oil, acidulated soap stock, beef tallow, and mixtures of fat sources in broilers diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 2, n. 3, p. 219-227, 2000. DOI: 10.1590/S1516-635X2000000300004.

GARCIA, A. R.; DALE, N. M. Feeding of unground pearl millet to laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 15, n. 4, p. 574-578, 2006. DOI: 10.1093/japr/15.4.574.

GENOVESE, M. I.; DA SILVA PINTO, M.; DE SOUZA SCHMIDT GONÇALVES, A. E.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and

commercial frozen pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, n. 3, p. 207-214, 2008. DOI: 10.1177/1082013208092151.

GIANFELICI, M. F.; RIBEIRO, A. M. L.; PENZ JR, A. M.; KESSLER, A. D. M.; VIEIRA, M. D. M.; MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 13, n. 4, p. 255-258, 2011. DOI: 10.1590/S1516-635X2011000400006.

GROBAS, S.; MATEOS, G.G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. In: XII CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 12, Madrid. **Curso de Especialización**. Madrid: FEDNA, p. 219-244, 1996.

GROBAS, S.; MÉNDEZ, J.; LÁZARO, R.; DE BLAS, C.; MATEO, G. G. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. **Poultry Science**, v.80, p.1171-1179, 2001. DOI: 10.1093/ps/80.8.1171.

HAMILTON, R. J. **In Rancidity in Foods**; Allen J. C., Hamilton R. J., Ed.; Applied Science Publishers LTD. p. 1. London. 1983.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in Flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, New York, v. 52, n. 6, p. 481- 504, 2000.

HARGIS, P. S.; VAN ELSWYK, M. E.; HARGIS, B. M. Dietary modification of yolk lipid with savelha oil. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 874-883, 1991. DOI: 10.3382/ps.0700874.

HAYAT, Z.; CHERIAN, G.; PASHA, T.N.; KHATTAK, F.M.; JABBAR, M.A. Oxidative stability and lipid components of eggs from flax-fed hens: effect of dietary antioxidants and storage. **Poultry Science**, v.89, p.1285-1292, 2010. DOI: 10.3382/ps.2009-00256.

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, E.; PONCE-ALQUICIRA, E.; JARAMILLO-FLORES, M. E.; LEGARRETA, I. G. Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) and oregano (*Origanum vulgare L.*) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. **Meat Science**, v. 81, n. 2, p. 410-417, 2009. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.09.004.

HESTER, P. Y. A qualidade da casca do ovo. **Avicultura industrial**, v. 90, n. 1072, p. 20-30, 1999.

HUBER, K.; QUEIROZ, J.H. de; MOREIRA, A.V.B.; RIBEIRO, S.M.R. Caracterização química do resíduo agroindustrial da manga Ubá (*Mangifera indica L.*): uma perspectiva para a obtenção de antioxidantes naturais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6, p.640-654, 2012. DOI: 10.3895/S1981- 36862012000100003.

HUI, Y. H. **Bailey's industrial oil and fat products**. New York: John Wiley, v.1, p. 19-43, 1996.

HY-LINE, W. Commercial Layers. **Management Guide, Hy-Line International**, 2016.

JENSEN, L. S.; SHUTZE, J. V. Essential fatty acid deficiency in the laying hen. **Poultry Science**, v. 42, n. 4, p. 1014-1019, 1963. DOI: 10.3382/ps.0421014.

JUNG, B.; BATAL, A. B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 1. Nutritional value of crude glycerin. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n. 2, p. 162-167, 2011. DOI: 10.3382/japr.2010-00235.

JUNQUEIRA, P. C. **Determinação do conteúdo orgânico mineral e avaliação do potencial antioxidante da Insulina Vegetal (*Cissussicyoides*, L.)**. (Dissertação). UFRRJ, Rio de Janeiro, 2010.

KANG, K.R.; CHERIAN, G.; SIM, J.S. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. **Poultry Science**, v.80, p.228-234, 2001. DOI: 10.1093/ps/80.2.228.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 37, n. 2, p. 153-161, 2002. DOI: 10.1046/j.1365-2621.2002.00552.x.

KERHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. The effect of dietary manipulation of energy, protein and fat during the growing and laying periods on early egg weight and egg components. **Poultry Science**, v. 74, p. 50-61, 1995. DOI: 10.3382/ps.0740050.

KOEHLER, H. Physicochemical appraisal of changes in egg white during storage. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 22, n. 2, p. 288-293, 1974. DOI: 10.1021/jf60192a032.

KONG Q.; LILLEHEI K.O. Antioxidant inhibitors for cancer therapy. **Medical hypotheses**, v. 51, n. 5, p. 405-409, 1998. DOI: 10.1016/S0306-9877(98)90036-6.

KRAUSE, L.C. **Desenvolvimento do processo de produção de biodiesel de origem animal**. 147p. (Tese de doutorado em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

KREBS, H. A.; LUND, P. Formation of glucose from hexoses, pentoses, polyols and related substances in kidney cortex. **Biochemical Journal**, v. 98, n. 1, p. 210-214, 1966. DOI: 10.1042/bj0980210.

KREBS, H. A.; NOTTON, B. M.; HEMS, R. Gluconeogenesis in mouse-liver slices. **Biochemical Journal**, v. 101, n. 3, p. 607-617, 1966. DOI: 10.1042/bj1010607.

LAPORNIK, B.; PROŠEK, M.; WONDRA, A. G. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. **Journal of food engineering**, v. 71, n. 2, p. 214-222, 2005. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.10.036.

LARA, M.S.; GUTIERREZ, J.I.; TIMÓN, M.; ANDRÉS, A.I. Evaluation of two atural extracts (*Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 481-488, 2011. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.01.030.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; BORROTO, B.; SAURA-CALIXTO, F. Mango peels as a new tropical fibre: preparation and characterization. **Lebensmittel-Wissenschaft und – Technologie**, v. 29, n. 8, p. 729-733, 1996. DOI: 10.1006/fstl.1996.0113.

LEANDRO, N. S. M.; DEUS, H. A. B. D.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A.; CARVALHO, F. B. D. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, p.71-78, 2005.

LEE, S. K., HAN, J. H.; DECKER, E. A. Antioxidant activity of phosphatidylcholine liposomes and meat model systems. **Journal of Food Science**, v. 67, n.1, p.37–41, 2002. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb11355.x.

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

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food chemistry**, v. 76, n. 1, p. 69-75, 2002. DOI: 10.1016/S0308-8146(01)00251-5.

LIMA NETO, R. C.; SOUZA, C. D.; COSTA, F.; GOULART, C.; COSTA, J. D.; PEREIRA, W. Desempenho de poedeiras semipesadas submetidas a dietas com diferentes níveis de óleos de soja e canola. In: Reunião anual da Sociedade brasileira de zootecnia, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007.

LINKO, Y. Y.; HAYAKAWA, K. Decohexanoic acid: Avaluable nutraceutical? **Trends in Food Science And Technology**, London, v. 7, n. 2, p. 59-63, 1996. DOI: 10.1016/0924-2244(96)81329-X.

LOMAKINA, K.; MIKOVA, K. A study of the factors affecting the foaming properties of egg white – a review. **Czech Journal of Food Sciences**, 24(3), 110-118. 2006.

LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R.; VIANA NETO, J. L.; BEZERRA, R. M.; LIMA, R. C. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2431-2438, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100021.

LUNA, A.; LÁBAQUE, M.C.; ZYGADLO, J.A.; MARIN, R.H. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. **Poultry Science**, v.89, p.366-370, 2010. DOI: 10.3382/ps.2009-00130.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 296p, 1994.

MACHADO, F. F.; COIMBRA, J. S. R.; GARCIA ROJAS, E. E.; MINIM, L. A.; OLIVEIRA, F. C.; SOUSA, R. D. C. S. Solubility and density of egg white proteins: Effect of pH and saline concentration. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 7, p. 1304–1307, 2007. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.08.020.

MACHLIN, L. J.; BENDICH, A. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. **FASEB Journal**, Bethesda, v.1, n.6, p.441-445, 1987. DOI: 10.1096/fasebj.1.6.3315807.

MANO, S.; FANTICELLI, R.; MORAES, I.A. Qualidade dos ovos e de seus derivados. **Avicultura Industrial**, n.6, p.48-52, 2007.

MARCH, B. E.; MACMILLAN, C. Linoleic acid as a mediator of egg size. **Poultry Science**, v. 69, n. 4, p. 634-639, 1990. DOI: 10.3382/ps.0690634.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MATEOS, G. G.; MÉNDEZ, J. Fats for poultry: Benefits of use and problems for estimation. In: **Proceedings of the 7th European Symposium on Poultry Nutrition**. Poultry Science Association, Barcelona, Spain. p. 111-120. 1990.

MAZALLI, M.R.; FARIA, D.E.; SALVADOR, D.; ITO, D. T. A comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens: 1. Performance characteristics. **Journal of applied poultry research**, v.13, p.274-279, 2004. DOI:10.1093/japr/13.2.274.

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. UFRPE, Recife, 78p, 2011.

MENDES, F. R.; ANDRADE, M. A.; CAFÉ, M. B.; SANTOS, J. S.; LACERDA, M. J. R.; STRINGHINI, J. H.; LEANDRO, N. S. M. Physical and chemical quality of sanitized commercial eggs experimentally contaminated with *Pseudomonas aeruginosa* and refrigerated during storage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41(10), 2211-2218. 2012. DOI:10.1590/S1516-35982012001000011.

MENDES, F. R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas aeruginosa***. 72f. (Dissertação de Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MENDONÇA, M. O.; REIS, R. S.; BARRETO, S.L.T.; MUNIZ, J.C.L.; VIANA, G.S.; MENCALHA, R.; FERREIRA, R.C.; RIBEIRO, C.L.N. Qualidade de ovos de codorna submetidos ou não a tratamento superficial da casca armazenados em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.1, p.195-208, 2013. DOI: 10.1590/S1519-99402013000100019.

MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S. E BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, 2008, Campinas, SP. **Anais...** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. Campinas, SP. p. 101-114, 2008.

MENTEN J.F.M.; ZAVARIZE K.C.; SILVA C.L.S., Biodiesel: oportunidades do uso de glicerina na nutrição de aves. Congresso Latino Americano de Nutrição Animal, 2010, Estância de São Pedro. **Anais...** CLANA, Estância de São Pedro, CD-ROM. 2010.

MIN, Y. N.; YAN, F.; LIU, F. Z.; COTO, C.; WALDROUP, P. W. Glycerin-a new energy source for poultry. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, n. 1, p. 1-4, 2010.

MORITA, M.M. Custo x benefício do uso de óleos e gorduras em dietas avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1992, Santos. **Anais...** Santos: Apinco, p.29-35, 1992.

MOSHKIN, V. A. **Castor**. Moskow: Kolos Publisher, 315 p, 1986.

MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins - a review. **Animal Feed Science Technology**. v.91, n,1-2, p.3-20, 2001. DOI: 10.1016/S0377-8401(01)00227-9.

MURAMATSU, K.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; DE MORAES JARDIM FILHO, R.; ANDRADE, L.; GODOI, F. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 43-48, 2005. DOI: 10.4025/actascianimsci.v27i1.1257.

MURATA, L. S.; ARIKI, J.; MACHADO, C. R.; DA SILVA, L. D. P.; REZENDE, M. J. M. Effect of oils sources on blood lipid parameters of commercial laying hens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.5, n.3, p.203-206, 2003. DOI: 10.1590/S1516-635X2003000300008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C. 381p. 2001.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, O.R. **Food chemistry**. 3.ed. New York: Marcel Dekker, p. 225-319, 1996.

NOGUEIRA, M. A.; CRUZ, F. G. G.; DE SOUZA TANAKA, E.; RUFINO, J. P. F.; SANTANA, T. M. Óleo de dendê (*Elaeais guineensis Jaquim*) na alimentação de poedeiras leves em clima tropical. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 12, n. 2, p. 103-111, 2014. DOI: 10.7213/academica.12.02.AO03.

NOVAK, C.; SCHEIDELER, S.E. Long-term effects of feeding flaxseed based diets. 1. Egg production parameters, components, and eggshell quality in two strains of laying hens. **Poultry Science**, v.80, p.1480-1489, 2001. DOI: 10.1093/ps/80.10.1480.

ODABAŞI, A. Z.; MILES, R. D.; BALABAN, M. O.; PORTIER, K. M.; SAMPATH, V. Vitamin C overcomes the detrimental effect of vanadium on brown eggshell pigmentation. **Journal of applied poultry research**, v. 15, n. 3, p. 425-432, 2006. DOI: 10.1093/japr/15.3.425.

OKADA, Y.; OKAJIMA, H.; KONISHI, H.; TERAUCHI, M.; ISHII, K.; LIU, I. M.; WATANABE, H. Antioxidant effect of naturally occurring furan fatty acids on oxidation of

linoleic acid in aqueous dispersion. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 67, n. 11, p. 858-862, 1990. DOI: 10.1007/BF02540506.

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**, v. 62, n. 3, p. 718-724, 2010. DOI: 10.1590/S0102-09352010000300029.

OLIVEIRA, G.E.; FIGUEIREDO T.C; SOUZA, M.R.; OLIVEIRA, A. L.; CANÇADO, S. V.; GLORIA, M. B. A. Bioactive amines and quality of egg from dekalb hen under different storage conditions. **Poultry Science**, v.88, p.2428-2434, 2009. DOI: 10.3382/ps.2009-00028.

OLIVEIRA, J.S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C. E MÜLLER, M.D. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. **Ciência Rural**, 43: 509-512, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782013000300022.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 323p, 1985.

OU, B.; HUANG, D.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J. A.; DEEMER, E. K. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 11, p. 3122-3128, 2002. DOI: 10.1021/jf0116606.

ÖZEKU, K.; WELLMANN, K.T.; ERTEKIN, B.; TARIM, B. Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying in a hot summer season. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.20, p.575-586, 2011. DOI: 10.22358/jafs/66216/2011.

PAULE, B.J.A. Glicerina, subproduto da indústria do biodiesel, perspectivas de uso na alimentação animal. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA**. Brasília, DF. 2010.

PEEBLES, E. D.; McDANIEL, C. D. A practical manual for understanding the shell structure of broiler hatching eggs and measurements of their quality. Raymmond: Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station/ Mississippi State University **Bulletin**, v. 1139, p. 16. Starkville, 2004.

PENZ, Jr. A. M. Sorgo e soja integral na alimentação. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Campinas, 1991. **ANAIS...** Associação Brasileira de Produtores de Pinto de Corte, p. 63-73, 1991.

PEREIRA, A. L. F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais**. 87p. (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. 2009.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; TEIXEIRA, M. C.; OLIVEIRA, P. D. F.; POMPEU, R. C. F. F.; VIEIRA, M. M. M.; ZAPATA, J. F. F. Antioxidant effect of mango seed extract and butylated hydroxytoluene in bologna-type mortadella during storage. **Food Science and Technology**, v. 31, n. 1, p. 135-140, 2011. DOI: 10.1590/S0101-20612011000100019.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; TEIXEIRA, M. C.; OLIVEIRA, P. D. F.; VIEIRA, M. M. M.; ZAPATA, J. F. F.; POMPEU, R. C. F. F. Estabilidade oxidativa de mortadelas contendo extrato da casca da manga (*Mangifera indica L.*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 1/4, p. 293-298, 2010.

PIKE, O. A.; PENG, I. C., Stability of shell egg and liquid yolk to lipid oxidation. **Poultry Science**, v.64, n.8, p.1470–1475, 1985. DOI: 10.3382/ps.0641470.

PITA, M. C. G. **Fontes marinhas e vegetais de PUFAs na dieta de galinhas poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos**. 138p. (Tese de Doutorado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo, SP, 2007. DOI: 10.11606/T.10.2007.tde-01082007-153351.

PITA, M. C. G.; PIBER NETO, E.; NAKAOKA, L. M.; MENDONÇA JUNIOR, C. X. D. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de alfa-tocoferol na gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n. 1, p. 25-31, 2004. DOI: 10.1590/S1413-95962004000100005.

PLUSKE, J. Evaluation of glycerine as co-product of biodiesel production for the pig industry. **Subiaco: Pork Co-operative Research Center**, v. 1, p. 1-47, 2007.

PRATT, D. E. Natural antioxidants from plant material. p.54-71. In.: HUANG, M. T; HO, C. T.; LEE, C. Y: **Phenolic compounds in food and their effects on health II: Antioxidants and cancer prevention**. American Chemical Society. Symposium Series n.507, ACS. Washington, USA, 1992.

POLETTI, B. **Vida de prateleira de ovos de poedeiras com diferentes idades de postura em sistema orgânico de produção**. 102p. (Dissertação de mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2017.

POUZET, A. Presentation of some results of the Concerted Action on the management of oil seed crops in the European Union. **OCL – Oleagineux Corps Gras Lipides**, v.6, n.1, p.6-21, 1996.

PURAVANKARA, D.; BOHGRA, V.; SHARMA, R.S. Effect of antioxidant principles isolated from mango (*Mangifera indica L.*) seed kernels on oxidative stability of buffalo ghee (butter-fat). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.522-526, 2000. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(200003)80:4<522::AID-JSFA560>3.0.CO;2-R.

RABELLO, C. B.; PINTO, A. L.; SILVA, E. P.; DE LIMA, S. B. Níveis de óleo de soja na dieta de poedeiras comerciais criadas em região de alta temperatura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 174-182, 2007.

RADWAN N. L.; HASSAN, R. A.; QOTA, E. M.; FAYEK, H. M. Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 134-150, 2008.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, p.755-760, 2006. DOI: 10.1590/S0100-40422006000400023.

RICE-EVANS, C.; MILLER, N.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in plant science**, v. 2, n. 4, p. 152-159, 1997. DOI: 10.1016/S1360-1385(97)01018-2.

ROBEY, W.; SHERMER, W. The damaging effects of oxidation. **Feed Mix**, v.2, n.5, p.22-26, 1994.

RODRIGUES, E. A.; CANCHERINI, L. C.; JUNQUEIRA, O. M.; DE LAURENTIZ, A. C.; DA SILVA FILARDI, R.; DUARTE, K. F.; CASARTELLI, E. M. Desempenho, qualidade da 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 Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 207-212, 2005. DOI: 10.4025/actascianimsci.v27i2.1223.

ROSA, P. M.; ANTONIASSI, R.; GONÇALVES, E. B.; BIZZO, H. R.; SILVA, A. J. R. Extração de ácido clorogênico de farelo de girassol desengordurado. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011005000021.

ROSE, R. J.; COIT, R. N.; SELL, J. L. Sunflower seed meal as a replacement for soybean meal protein in laying hen rations. **Poultry Science**, v. 51, n. 3, p. 960-967, 1972. DOI: 10.3382/ps.0510960.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; BARRETO, S. L. T.. **Brazilian Tables For Poultry And Swine - Composition of Feedstuffs and Nutritional Requirements**. 4th Edition. UFV–Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 482p, 2017.

ROSTAGNO, H. S.; TEIXEIRA ALBINO, L. F.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; DE TOLEDO BARRETO, S. L.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3^a Edição. UFV–Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 252p, 2011.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; DE MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SACCOMANI, A. P.; MORAES, J.; REIS, T.; GANECO, A.; THIMOTEO, M.; BORBA, H.; CALIXTO, L.; PIZZOLANTE, C. Qualidade físico-química de ovos de poedeiras semipesadas criadas em sistema convencional, cage-free e free-range. **Boletim De Indústria Animal**, 76, 1-15. 2019. <https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1458>.

SAKANAKA, S.; TACHIBANA, Y.; ISHIHARA, N.; JUNEJA, L. R. Antioxidant activity of egg-yolk protein hydrolysates in a linoleic acid oxidation system. **Food chemistry**, v. 86, n. 1, p. 99-103, 2004. DOI: 10.1016/j.foodchem.2003.08.014.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; BÔA-VIAGEM, C.; WATANABE, K.; PELÍCIA, K.; FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista brasileira de Zootecnia**, p. 1758-1767, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000700014.

SAMIULLAH, S.; ROBERTS, J. R.; CHOUSALKAR, K. Eggshell color in brown-egg laying hens—a review. **Poultry science**, v. 94, n. 10, p. 2566-2575, 2015. DOI: 10.3382/ps/pev202.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Science Technology International**, v. 8, n. 3, p. 121-137, 2002.

SANTANA, F. C. O. **Caracterização, capacidade espumante e estabilidade de espumas de claras de ovos frescas, pasteurizadas e desidratadas**. (Dissertação de mestrado em Ciência dos alimentos) – Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

SANTOS, M. D. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LOBO, R. N. B.; FUENTES, M. D. F. F.; CARVALHO, L. E. D.; 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**, v. 10, n. 3, 2009.

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

SAUVEUR, B. **El huevo para consumo: bases productivas**. Tradução por Carlos Buxadé Carbó. Barcelona: Aedos Editorial, 377 p, 1993.

SCOTT, M. L.; NEISHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. Proteins and amino acids. In: **Nutrition of the chicken**. 3rd. Pub. ML Scott and Associates. Ithaca. New York, p. 287-299, 1982.

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

SHAFEY, T. M.; CHAM, B. E. Altering fatty acid and cholesterol contents of eggs for human consumption. 1994. In: Sim, J.S.; Nakai, S. **Egg uses and processing technologies: new developments**. CAB International, 374-85, 1994.

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, n.2, p.339-346, 1992.

SHAHIDI F; CHANDRASEKARA, A.; Y. ZHONG. **Bioactive Phytochemicals in Vegetables**. pages 125-158 In: N. Sinha, Y.H. Hui, E.Ö. Evranuz, M. Siddiq, J. Ahmed, editors. **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing**: John Wiley e Sons. New Jersey-US. 2010.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **Critical reviews in food science & nutrition**, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992. DOI: 10.1080/10408399209527581.

SHAHRYAR, H.A; SALAMATDOUST, R.; CHEKANI-AZAR, S.; AHADI, F.; VAHDATPOOR, T. Lipid oxidation in fresh and stored eggs enriched with dietary omega 3 and omega 6 polyunsaturated fatty acids and vitamin E and A dosages. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.9, n.12, p. 1827-1832, 2010. DOI: 10.5897/AJB10.1482.

SILVA, A. B. P.; BURINI, R. C.; SILVA, E. M. P.; GARCIA, E. A.; PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B.; DEODATO, A. P.; BRITTO MOLINO, A. Efeito do consumo de energia e óleo vegetal sobre a qualidade de ovos de poedeiras semipesadas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 647-656, 2007.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 94-103, 1999. DOI: 10.1590/S0100-40421999000100016.

SILVA, F. H. A. **Curso teórico-prático sobre técnicas básicas de avaliação de qualidade do ovo**. Piracicaba: ESALQ, 2004.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTOS SANTANA, A.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

SILVERSIDES, F. G.; BUDGELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. **Poultry Science**. v. 83, p. 1619-1623, 2004. DOI: 10.1093/ps/83.10.1619.

SIMITZIS, P.E.; SYMEON, G.K.; CHARISMIADOU, M.A.; BIZELIS, J.A.; DELIGEORGIS, S.G. The effects of dietary oregano oil supplementation on pig meat characteristics. **Meat Science**, v.84, n.4, p.670-676, 2010. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.11.001.

SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v. 49, n. 2, p. 103-112, 1996. DOI: 10.1080/17450399609381870.

SMET, K., K. RAES, S. SMET. Novel approaches in measuring the antioxidative potencial of animal feeds: the FRAP and DPPH methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. Oxford, v.86, n.14, p.2412–2416. 2006. DOI: 10.1002/jsfa.2632.

SOARES, A. L.; MARCHI, D. F.; MATSUSHITA, M.; GUARNIERI, P. D.; DROVAL, A. A.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 6, p. 1513-1518, 2009. DOI: 10.1590/S1516-89132009000600023.

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

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**. v.15, n.1, p.3-16, 2002.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JUNIOR, G.M.; AYRES, C. L. S. C.; ARAUJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; B ARROS, E. D. S.; ARAUJO, P. B. M.; BRANDAO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.351-355, jul. 2007. DOI: 10.1590/S0100-40422007000200021.

SOUZA, M. A. de A. **Casca da batata inglesa (*Solanum tuberosum*) na proteção antioxidante da carne de frango**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SPADA, F. P.; BRAZACA, S. G. C.; COELHO, A. D.; SAVINO, V. J. M.; FRANÇA, L. C.; CORRER, E.; LEMES, D. E. A. Adição de carotenoides naturais e artificiais na alimentação de galinhas poedeiras: efeitos na qualidade de ovos frescos e armazenados. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 346-353, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000200025.

STORCK BIODIESEL. O que é o biodiesel? Curitiba. Disponível em: www.storckbiodiesel.com.br. 05 maio 2008.

TAKEMOTO, E.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Validação de metodologia para determinação simultânea dos antioxidantes sintéticos em óleos vegetais, margarinas e gorduras hidrogenadas por CLAE/UV. **Química Nova**, v. 32, n. 5, p. 1189-1194, 2009. DOI: 10.1590/S0100-40422009000500020.

THOMPSON, J.C.; HE, B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. **Applied engineering in agriculture**, v. 22, n. 2, p. 261-265, 2006. DOI: 10.13031/2013.20272.

TIRAPEGUI, J. **Nutrição: fundamentos e aspectos atuais**. São Paulo: Atheneu. 304 p. 2000.

TREVIÑO, J.; REBOLÉ, A.; RODRÍGUEZ, M.L. Nutritional effect of chlorogenic acid fed to growing broiler chicks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v.76, n.2, p.156- 160. 1998. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2<156::AID-JSFA912>3.0.CO;2-M.

VAN ELSWYK, M. E.; HARGIS, B. M.; WILLIAMS, J. D.; HARGIS, P. S. Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipidosis in laying hens. **Poultry Science**, v. 73, n. 5, p. 653-662, 1994. DOI: 10.3382/ps.0730653.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p. 888-897, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011005000099.

WARDY, W.; TORRICO, D.D.; NO, H.K.; PRINYAWIWATKUL, W.; SAALIA, F.K. Edible coating affects physic-functional properties and shelf life of chicken eggs during refrigerated and room temperature storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v.45, p.2659–2668, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2010.02447.x.

WHITE, P. J. Fatty acids in oil seeds (vegetable oils). In: CHOW, C. K. **Fatty acids in foods and their health implications**. New York: Marcel Dekker, p. 237-242, 1992.

WILLIAMS, K. C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, n. 1, p. 5-16, 1992. DOI: 10.1079/WPS19920002.

WOYENGO, T. A.; BELTRANENA, E.; ZIJLSTRA, R. T. Non ruminant nutrition symposium: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 4, p. 1293-1305, 2014.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.5165-5170, 2001. DOI: 10.1021/jf010697n.

ZHAO, X.; YANG, Z.B.; YANG, W.R.; WANG, Y.; JIANG, S.Z.; ZHANG, G.G. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) on laying performance and antioxidant status of laying hens and on dietary oxidation stability. **Poultry Science**, v.90, p.1720-1727, 2011. DOI: 10.3382/ps.2010-01280.

ŽILIĆ, S.; DRAGIŠIĆ, J. M.; MAKSIMOVIĆ, V.; MAKSIMOVIĆ, M.; BASIĆ, Z.; CREVAR, M.; STANKOVIĆ, G. The content of antioxidants in sunflower seed and kernel. **Helia**, v. 33, n. 52, p. 75-84, 2010. DOI: 10.2298/hel1052075z.