

Adição de óleos de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e sucupira (*Pterodon emarginatus*) na alimentação de poedeiras: estabilidade lipídica de gema de ovos armazenados em diferentes temperaturas

Effect of dietary supplementation with oils of copaíba (*Copaifera langsdorffii*) and sucupira (*Pterodon emarginatus*): lipid oxidation of egg yolks stored in different temperatures

Geovana Rocha de OLIVEIRA¹; Aline Mondini Calil RACANICCI¹;
Candice Bergmann Garcia Silva TANURE¹; Cristiane Bovi de LIMA¹; Thais Chiozzini de SOUZA¹;
Dannielle Leonardi MIGOTTO¹; Afrânio Márcio Corrêa VIEIRA¹; José Henrique STRINGHINI²

¹ Universidade de Brasília, Brasília – DF, Brasil

² Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antioxidante da adição de óleos de copaíba (CP) e sucupira (SC) na alimentação de poedeiras sobre a oxidação lipídica de ovos *in natura* armazenados em temperatura ambiente (TA) por 30 dias e sob refrigeração (R) a 4°C por 60 dias, e de gemas cozidas mantidas sob R por 30 dias. As poedeiras foram alimentadas com ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (2900 kcal kg⁻¹) à base de milho e farelo de soja, com inclusão de óleo de *Copaifera langsdorffii* (CP) nas proporções de 0,03; 0,06 e 0,09% ou de *Pterodon emarginatus* (SC) nas proporções de 0,03 e 0,06%, mais um controle negativo (CN). Foram coletados 667 ovos às 37 semanas de idade e distribuídos aleatoriamente nas diferentes condições de armazenamento (TA ou R). A oxidação dos lipídios de ovos *in natura* foi quantificada em quadruplicata e das gemas cozidas em duplicata, utilizando-se “pool” de 3 gemas/tratamento para as análises de TBARS (thiobarbituric acid reactive substances). Os dados foram avaliados adotando um modelo misto e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de nível de significância e o período de armazenamento foi considerado como um fator longitudinal, variando de cinco tempos no experimento com gemas cozidas, e nos ovos *in natura* sob R e em TA (0 a 30 dias), até nove tempos sob R (0 a 60 dias). Foi observado que a adição de óleo de CP e SC não reduziu os valores de TBARS em ovos *in natura* armazenados em TA e sob R em relação ao CN. No armazenamento de gemas cozidas, a inclusão CP (0,03 e 0,06%) protegeu os lipídios até os 21 dias, mas apresentou efeito pró-oxidante quando suplementado a 0,09%. Concluiu-se que a inclusão de até 0,06% de óleo-resina de CP nas rações de poedeiras pode proteger os lipídios da gema cozida contra a oxidação durante o armazenamento refrigerado por até 21 dias.

Palavras-chave: Antioxidantes. Óleos vegetais. Ovos. Poedeiras. TBARS.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the antioxidant effect of dietary supplementation of plant oil resins in laying hens on the oxidative stability of cooked egg yolk kept at 4°C for 30 days, and fresh eggs stored under refrigeration (R) at the same temperature for 60 days or kept in room temperature (RT) for 30 days. Hens were fed corn- and soybean-based diets (15% CP and 2,900 kcal kg⁻¹) and supplemented with two levels of *Copaifera langsdorffii* oil resin (CP-0.03; 0.06 and 0.09%) or *Pterodon emarginatus* oil resin (SC-0.03 and 0.06%), plus a negative control (CN). At 37 weeks of age, 667 eggs were collected and randomly distributed in different storage conditions, *in natura* or cooked. The progression of lipid oxidation of egg yolk *in natura* was quantified in quadruplicate and cooked egg yolks in duplicate, using pool of 3 egg yolks/treatment to analyze TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) concentration in quadruplicate. Data analysis was performed using a mixed model and Tukey test, at a 5% significance level. The storage period was considered a longitudinal factor, which varied from five times, for R cooked yolk and TA fresh yolk (0-30 days), to nine times, for R fresh yolk (0-60 days). For fresh eggs stored at RT or R, the supplementation of plant oils did not protect egg yolks from lipid oxidation, compared to NC. However, for cooked egg yolks, the addition of 0.03 and 0.06% of CP oil resin showed antioxidant activity since it reduced lipid oxidation up to day 21 of storage, but had a prooxidant effect for 0.09%. Therefore, it can be concluded that the supplementation of copaíba oil resin had an antioxidant protection of cooked egg lipids.

Keywords: Antioxidants. Vegetable oil. Eggs. Laying hens. TBARS.

Correspondência para:

Aline Mondini Calil Racanicci
 Universidade de Brasília
 Campus Darcy Ribeiro, ICC Ala Sul
 CEP 70910-970, Brasília, DF, Brasil
 E-mail: alinemcr@unb.br

Recebido: 29/07/2014

Aprovado: 14/10/2015

Introdução

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 encontram (PRATT, 1992). Os ovos possuem grandes quantidades de ácidos graxos insaturados, os quais são menos estáveis ao processo de oxidação lipídica, o que limita sua capacidade de conservação (PITA et al., 2004), sendo relatado teores médios totais de 1.0527 mg/100g de gemas de ácidos graxos poli-insaturados em ovos convencionais (CEDRO et al., 2010). Estudos com ovos comerciais *in natura* sugerem que a oxidação pode ocorrer em ovos armazenados durante longos períodos, tanto em condições refrigeradas quanto em temperatura ambiente, no entanto a oxidação é mais evidente em altas temperaturas (FRANCHINI et al., 2002; PEREIRA, 2009).

A oxidação é um processo autocatalítico e, uma vez iniciado, desenvolve-se em aceleração crescente (SOARES, 2002; ARAÚJO, 2006), sendo que as reações de autooxidação são as principais causadoras do ranço em alimentos (ANDREO; JORGE, 2006). No processo de oxidação ocorre a formação de radicais peróxidos livres (H_2O_2) e hidroperóxidos (ROOH). Os peróxidos, moléculas altamente instáveis, vão se decompondo e, por cisão ou rearranjo, resultam em produtos secundários da oxidação como aldeídos, álcoois, ácidos, hidrocarbonetos, cetonas, entre outros, que são responsáveis pelas características de ranço (MELO FILHO; VASCONCELOS, 2011). No processo de oxidação dos alimentos, são formadas substâncias químicas tóxicas, destacando-se o malonaldeído (MDA) e os óxidos de colesterol. Essas substâncias, além de se-

rem condutoras de ações deteriorativas, podem causar envelhecimento, doenças do coração e câncer em seres humanos (PEARSON et al., 1983). 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).

No Brasil, pesquisas com a utilização de plantas como antioxidantes naturais podem ser justificadas em decorrência da existência de diferentes biomas, nos quais ocorre maior variedade de espécies vegetais (GUERRA; NODARI, 2001). Embora escassos, alguns estudos sugerem que a copaíba e a sucupira contêm óleo com elevada quantidade de compostos bioativos com potencial antioxidante (DUTRA; LEITE; BARBOSA, 2008; NASCIMENTO et al., 2013). No entanto, não há estudos que avaliaram o uso desses óleos vegetais na alimentação de poedeiras sobre a estabilidade lipídica de gemas de ovos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos óleos de copaíba e sucupira adicionados à ração de poedeiras sobre a oxidação lipídica de ovos *in natura* armazenados em temperatura ambiente e refrigerados a 4°C ou gemas cozidas armazenadas na mesma temperatura de refrigeração dos ovos *in natura*.

Material e Métodos

Aves e instalações experimentais

Foram utilizadas 184 aves da linhagem Isa-Brown em fase de produção e alojadas duas a duas em gaiolas de 25 x 40 x 45 cm em um galpão experimental de postura equipado com comedouros tipo calha em aço galvanizado e bebedouros tipo “nipple”.

Obtenção e processamento dos óleos vegetais

O óleo bruto de *Pterodon emarginatus* (sucupira) foi obtido por prensagem à frio das favas adquiridas no comércio local. O oleorresina de *Copaifera langsdorffii* (copaíba), extraído do seio lenhoso do caule, foi adquirido de cooperativas extrativistas e padroni-

zado. Nos óleos de sucupira e copaíba foi quantificado o teor de β -cariofileno pelo método covalidado utilizando-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) Waters® (Massachusetts, USA), obtendo-se as concentrações de 21,31% no oleorresina de copaíba e de 7,36% no óleo de sucupira.

Dietas e coleta de ovos

Durante a fase de produção de ovos (31 a 37 semanas de idade), as poedeiras foram alimentadas à vontade com ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (2.900 kcal/kg) a base de milho e farelo de soja, formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno (2011) para poedeiras em produção, com suplementação de dois níveis de óleo de sucupira (0,03 e 0,06%) e três níveis de óleo de copaíba (0,03; 0,06 e 0,09%) na matéria original, em substituição ao amido, e mais um tratamento controle negativo (sem a utilização de antioxidante suplementar), conforme descrito na tabela 1.

A coleta de ovos foi realizada às 37 semanas de idade das aves durante quatro dias consecutivos, totalizando 667 ovos, que foram armazenados em geladeira a 10°C até a realização das análises químicas.

Ensaio de armazenamento de ovos in natura

Imediatamente após a coleta, os ovos in natura foram distribuídos de acordo com os tratamentos e alocados em um ensaio de armazenamento sob temperatura ambiente (TA) por 30 dias e sob refrigeração (R) em câmara fria a 4°C por 60 dias. Durante o período experimental foi aferida a temperatura ambiente diariamente, pela manhã e à tarde, sendo registradas temperaturas médias mínimas de 20 a 22°C e máximas de 28 a 34°C.

Ensaio de armazenamento de gemas cozidas

Parte dos ovos frescos coletados foi homogeneizado em “pools” de três gemas e acondicionados em duplicata em tubos tipo “falco” para cozimento em banho-maria por 14 minutos a 100°C. Após resfria-

mento, as amostras cozidas foram armazenadas em câmara fria a 4°C durante 30 dias.

Análise da oxidação lipídica

A avaliação da oxidação lipídica dos ovos armazenados foi realizada utilizando o método de quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) determinado por espectrofotometria, com resultados expressos em micro mol de malonaldeído por quilo de gemas ($\mu\text{mol MDA/kg}$), conforme o método descrito por Vyncke (1970; 1975) e modificado por Sorensen e Jorsensen (1996).

Os valores de TBARS das amostras foram quantificados a partir da elaboração da curva padrão construída usando-se solução-padrão de tetraetoxipropano (TEP) diluída em diferentes concentrações em solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5%, contendo

Tabela 1 – Composição das rações experimentais para a fase de produção de poedeiras semipesadas – Brasília – 2014

Ingredientes (%)	31-37 semanas
Milho	65,82
Farelo de soja 45% PB	20,79
Calcário calcítico (pedrisco)	9,16
Óleo de soja	1,50
Fosfato bicálcico	0,99
Amido	0,50
Sal comum	0,45
DL-metionina	0,25
L-lisina HCL	0,25
L-treonina	0,14
Suplemento vitamínico1	0,10
Suplemento mineral2	0,05
Nutrientes	Composição calculada
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900
Proteína bruta (%)	15,60
Lisina digestível (%)	0,85
Metionina + cistina digestível (%)	0,69
Treonina digestível (%)	0,63
Cálcio (%)	3,85
Fósforo disponível (%)	0,28
Sódio (%)	0,21

¹ Suplemento vitamínico – níveis de garantia por quilograma de produto: Vitamina A 8.000 UI, Vitamina E 15.000 mg, Vitamina D3 2.300 UI, Vitamina K3 1.000 mg, Vitamina B1 200 mg, Vitamina B2 3.000 mg, Vitamina B6 1.700 mg, Vitamina B12 10.000 mcg, Niacina 20.000 mg, Ácido fólico 500 mg, Biotina 15,00 mg

² Suplemento mineral – níveis de garantia por quilograma de produto: Manganês 120.000 mg, Zinco 120.000 mg, Ferro 60.000 mg, Cobre 18.000 mg, Iodo 2.000 mg, Cálcio 9.600 mg

0,1% de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e 0,1% de propilgalato (PG) em água mili-Q. Em tubos de ensaio, foram pipetados 5 mL da solução de TCA com e sem TEP, mais 5 mL da solução de TBA (2-thiobarbituric acid), colocando em banho-maria a 100°C por 40 minutos, com posterior resfriamento em banho frio para leitura da absorbância em espectrofotômetro da marca Gehaka (São Paulo, SP). A curva padrão resultou na equação $y = 0,0886x + 0,001$ ($R^2 = 0,9992$), em que “x” corresponde ao valor da absorbância em comprimento de onda a 532 e 600 nm. A quantificação de TBARS foi realizada nas amostras de ovos armazenados nos dias 0, 7, 14, 21, 30, 35, 42, 49 e 60 de armazenamento, em quadruplicata. Para o ensaio com as gemas cozidas, as quantificações de TBARS foram realizadas aos 0, 7, 14, 21 e 30 dias de armazenamento refrigerado, em duplicata.

Delineamento Experimental

O ensaio de armazenamento dos ovos *in natura* foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e com estrutura de tratamentos fatorial 2 x 3 x 2 (2 óleos vegetais, 3 níveis, 2 temperaturas de armazenamento), com um tratamento controle negativo adicional. O período de armazenamento foi considerado como um fator longitudinal, variando de cinco tempos (0 a 30 dias) sob R e em TA, até nove tempos (0 a 60 dias) sob R.

Do mesmo modo, o ensaio de armazenamento de gemas cozidas foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e com estrutura de tratamento fatorial 2 x 3 (2 óleos vegetais x 3 níveis), com um tratamento controle negativo adicional. O período de armazenamento foi considerado como um fator longitudinal, variando de cinco tempos (0 a 30 dias) sob refrigeração a 4°C.

Análise estatística

Os dados foram analisados adotando-se um modelo misto, com efeito fixo para os tratamentos e aleatório para os períodos de armazenamento, utilizando-se o

procedimento PROC MIXED do software Statistical Analysis System (SAS 9.3). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de significância.

Resultados e discussão

Do início do ensaio (dia 0) até sete dias de armazenamento, não foram verificados efeitos significativos da adição dos óleos nas dietas das poedeiras durante a fase de produção sobre a oxidação dos lipídios da gema, expressos em valores de TBARS (Tabela 2), independentemente da temperatura utilizada (R ou TA). Nessa fase, logo após a postura, é possível que os mecanismos de proteção antioxidante naturalmente presentes nos ovos, como lecitina, alfa-tocoferol, xantofilas, fosvitina e ovotransferrina, tenham atuado de forma eficiente para proteger os lipídios contra a deterioração oxidativa (CUPPETT, 2001; LEE; HAN; DECKER, 2002).

Observou-se, ainda, que somente os ovos de poedeiras com a suplementação de CP 0,06% sob R e CP 0,03% em TA não sofreram alterações nos valores de TBARS ao longo de 30 dias de armazenamento, o que pode indicar aumento da estabilidade lipídica, mesmo que não tenha sido detectada diferença significativa entre os tratamentos em relação ao CN ao final de 30 dias.

Quando comparados os tratamentos experimentais na mesma temperatura de armazenamento, não houve diferença significativa para os ovos armazenados em TA ou sob R. No entanto, quando são comparados os valores de TBARS nas diferentes temperaturas de armazenamento (R x TA) foi observado que, aos 14 dias, houve aumento significativo somente nos ovos provenientes de CP 0,03% em TA (0,52 μmol MDA/kg gemas) quando comparados ao CN sob R, mas os valores não diferiram nos dias subsequentes.

Neste estudo, investigando-se o efeito da temperatura durante o armazenamento, nos ovos sob R houve aumento significativo dos valores de TBARS aos 21 e 30 dias em relação a 0, 7 e 14 dias. Já nos ovos armazenados em TA, houve aumento significativo nos

Tabela 2 – Médias dos valores de TBARS ($\mu\text{mol MDA/kg}$ de gema) de ovos in natura armazenados em diferentes temperaturas, provenientes de poedeiras alimentadas com inclusão de óleos vegetais – Brasília – 2014

Planta	Dose (%)	T	Período de armazenamento (dias)				
			0	7	14	21	30
CN	0	R	0,24 ^a	0,29 ^{abc}	0,25 ^{Aa}	0,43 ^{bcd}	0,50 ^{ef}
CP	0,03	R	0,32 ^{abc}	0,26 ^a	0,27 ^{ABa}	0,46 ^{bcd}	0,51 ^d
CP	0,06	R	0,32 ^a	0,30 ^a	0,31 ^{ABa}	0,47 ^a	0,48 ^a
CP	0,09	R	0,25 ^a	0,30 ^{ab}	0,34 ^{ABabc}	0,47 ^{bcd}	0,56 ^d
SC	0,03	R	0,22 ^a	0,30 ^a	0,31 ^{ABab}	0,44 ^{bc}	0,51 ^c
SC	0,06	R	0,26 ^a	0,27 ^{ab}	0,37 ^{ABabc}	0,50 ^{cd}	0,48 ^{cd}
CN	0	TA	0,24 ^a	0,29 ^{ab}	0,39 ^{ABabc}	0,52 ^{bc}	0,57 ^c
CP	0,03	TA	0,32 ^a	0,30 ^a	0,52 ^{Ba}	0,51 ^a	0,53 ^a
CP	0,06	TA	0,32 ^a	0,27 ^a	0,49 ^{ABab}	0,38 ^{ab}	0,59 ^b
CP	0,09	TA	0,25 ^a	0,31 ^{ab}	0,36 ^{ABab}	0,44 ^{ab}	0,56 ^b
SC	0,03	TA	0,22 ^a	0,30 ^{ab}	0,38 ^{ABac}	0,49 ^{bc}	0,70 ^c
SC	0,06	TA	0,26 ^a	0,26 ^a	0,36 ^{ABa}	0,44 ^{ab}	0,63 ^b
		R	0,26 ^a	0,29 ^a	0,30 ^{Aa}	0,47 ^b	0,50 ^{Ab}
		TA	0,26 ^a	0,29 ^a	0,40 ^{Bb}	0,46 ^b	0,60 ^{Bc}
DP		$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,09$	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$	
Valor de P							
Dia			< 0,001				
T		0,0082					
Óleo vegetal		0,4444					
Níveis			0,7472				
Dia x T		0,0035					
Dia x T x óleo vegetal x níveis		< 0,0001					
Dia x óleo vegetal x níveis		0,0021					

DP = desvio padrão; T = temperatura; R = refrigeração; TA = temperatura ambiente; CN = controle negativo; CP = copaíba; SC = sucupira; TBARS = substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; MDA = malonaldeído

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas e na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

² Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de armazenamento

valores médios de TBARS aos 14 e 21 dias em relação a 0 e 7 dias, sendo que, no último dia do armazenamento, o valor médio de TBARS aumentou significativamente em relação aos dias anteriores. Resultados semelhantes foram descritos por Giampietro et al. (2008) ao avaliarem a oxidação lipídica de ovos armazenados em TA sem a inclusão de antioxidantes na alimentação de poedeiras, uma vez que observaram aumentos nos valores médios de TBARS aos 7, 14 e 21 dias, em relação ao dia zero. Por outro lado, Botsoglou et al. (1997) não observaram diferenças nos valores de TBARS entre 0 e 30 dias, em ovos de poedeiras mantidos sob R.

Comparando-se as duas temperaturas de armazenamento (R x TA), os valores médios de TBARS foram significativamente superiores para os ovos ar-

mazenados em TA (0,60 $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas) em relação à R (0,50 $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas), independentemente da adição de antioxidantes. Segundo Cruz (2013), o armazenamento em baixas temperaturas aumenta a estabilidade lipídica de ovos, mantendo os valores de TBARS estáveis, em comparação com os ovos armazenados em temperatura ambiente.

Nos ovos armazenados sob R por 60 dias (Figura 1), verificou-se aumento dos valores de TBARS ao longo do período de armazenamento. De forma semelhante, Bölükbaşı et al. (2007) verificaram aumento da oxidação lipídica em ovos refrigerados a 4°C durante 42 dias de armazenamento com adição de vitamina E na dieta de poedeiras. Já os resultados descritos por Botsoglou et al. (2005) e Florou-Paneri et al. (2006) diferem deste trabalho, pois não relataram aumento

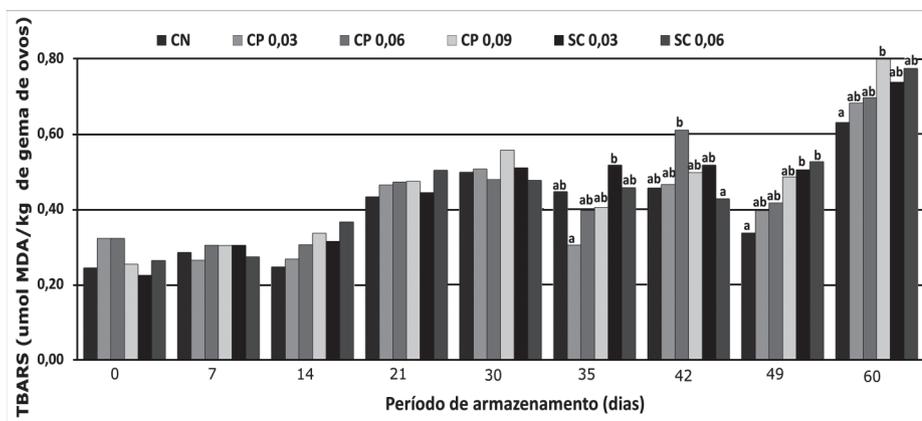


Figura 1 – Médias dos valores de TBARS ($\mu\text{mol MDA/kg}$ de gema) de ovos *in natura* armazenados refrigerados a 4°C , provenientes de poedeiras arraçoadas com inclusão de óleos vegetais ($P < 0,05$)

Fonte: elaborado pela autora

na oxidação lipídica no decorrer dos 60 dias de armazenamento de ovos de poedeiras alimentadas com alecrim, orégano ou vitamina E.

Aos 35 dias de armazenamento sob R, o resultado médio de TBARS foi menor no tratamento CP 0,03% em relação ao tratamento SC 0,03%, porém não foi observada diferença entre os óleos vegetais e o CN. Aos 42 dias, o tratamento SC 0,06% foi significativamente menor em relação ao CP 0,06%, mas não foi observada diferença significativa entre os óleos vegetais e o CN. Aos 49 dias, os valores médios de TBARS de SC 0,03 e 0,06% foram significativamente maiores que CN. Já os tratamentos com óleo de CP não diferiram do CN. Ao final dos 60 dias de armazenamento refrigerado, não foi verificado efeito antioxidante da adição dos óleos vegetais nas rações de poedeiras, uma vez que os valores de TBARS não foram reduzidos em relação ao CN. Ao contrário, a utilização da maior dosagem de copaíba (CP 0,09%) provocou aumento significativo nos valores de TBARS em comparação ao CN, sugerindo um efeito pró-oxidante nas gemas. Os resultados do presente estudo diferem dos descritos por Florou-Paneri et al. (2005), que observaram efeito antioxidante de óleo essencial de orégano na ração de poedeiras sobre os ovos crus armazenados sob refrigeração por até 60 dias.

Segundo Almeida et al. (2006), os compostos de origem vegetal e vitaminas podem atuar tanto como antioxidantes quanto como pró-oxidantes. Estudos realizados por Aguiar et al. (2007) exemplificam essa ação ao avaliarem a capacidade dos compostos fenólicos em acelerar o processo oxidativo através da reação de Fenton, na qual ocorre redução dos metais Fe^{3+} e Cu^{3+} para as formas Fe^{2+} e Cu^{1+} e estes, por sua vez, reagem mais rapidamente com moléculas de H_2O_2 gerando radicais OH. Em poedeiras, Chen et al. (1998) e Gebert et al. (1998) relataram efeito pró-oxidante da suplementação de vitamina E sobre a oxidação lipídica de ovos armazenados sob refrigeração.

No ensaio de armazenamento de gemas cozidas (Tabela 3), verificou-se aumento do acúmulo dos compostos secundários da oxidação ao longo do tempo. Até 21 dias, foi observado que a inclusão de 0,03% e 0,06% de óleo de CP retardou a oxidação lipídica em comparação ao CN, uma vez que foram verificados valores de TBARS significativamente inferiores. Porém esse efeito se perdeu aos 30 dias. Além disso, ao aumentar o nível de inclusão do óleo de CP para 0,09%, foi observado aumento no valor médio de TBARS em relação aos níveis mais baixos, sugerindo efeito pró-oxidante com o maior nível de suplementação. Esses resultados podem despertar o interesse das

Tabela 3 – Médias dos valores de TBARS ($\mu\text{mol MDA/kg}$ de gema) de ovos cozidos, provenientes de poedeiras arraçadas com inclusão de óleos vegetais armazenados refrigerados a 4°C – Brasília – 2014

Planta	Dose (%)	Período de Armazenamento (dias)				
		0	7	14	21	30
CN	0	0,62a	0,82a	0,98a	1,62BCb	1,50Ab
CP	0,03	0,81a	1,11a	0,90a	1,06Aa	1,78Ab
CP	0,06	0,82a	0,97a	0,92a	1,14Aa	1,87Ab
CP	0,09	0,71a	0,76a	0,95a	1,83Cb	1,78Ab
SC	0,03	0,82a	0,88a	1,03ab	1,36ABb	1,86Ab
SC	0,06	0,80a	0,87a	1,05a	1,55BCb	1,83Ab
DP	$\pm 0,12$	$\pm 0,19$	$\pm 0,12$	$\pm 0,31$	$\pm 0,19$	
Valor de P						
Dia			< 0,0001			
Óleo vegetal			0,0662			
Níveis			0,5315			
Dia x óleo vegetal x níveis			< 0,0001			

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

² Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os dias de armazenamento

DP = desvio padrão; CN = controle negativo; CP = copaíba; SC = sucupira; TBARS = substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; MDA = malonaldeído

indústrias de processamento de ovos, pois, mesmo após o tratamento térmico, esses compostos vegetais preservaram a sua atividade antioxidante.

Conclusão

Neste estudo, não foi verificado efeito antioxidante dos óleos de CP e SC em ovos armazenados in natura sob refrigeração ou temperatura ambiente quando comparado ao CN.

A inclusão de 0,03% ou 0,06% de óleo-resina de copaíba nas rações de poedeiras pode proteger os li-

pídios da gema cozida contra a oxidação durante o armazenamento refrigerado por até 21 dias.

Agradecimentos

Este estudo teve o apoio do Decanato de Pós-Graduação da Universidade de Brasília (DPP/UnB), do CNPq através do Projeto Produção Animal Sustentável (PAS) da Rede Multi-disciplinar Pró-Centro-Oeste e o apoio financeiro de bolsa da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

AGUIAR, A.; FERRAZ, A.; CONTRERAS, D.; RODRIGUEZ, J. Mecanismo e aplicações da reação de Fenton assistida por compostos fenólicos redutores de ferro. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 623-628, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300023>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000300023>.

ALMEIDA, J. M. D.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema B-caroteno/ácido linoleico e método de sequestro de radicais DPPH. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 2, p. 446-425, 2006.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. *Boletim do CEPPA*, v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/alimentos/article/view/7489>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v24i2.7489>.

ARAÚJO, J. M. A. *Química de alimentos: teoria e prática*. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 2006. 478 p.

BÖLÜKBAŞI, S. C.; ERHAN, M. K.; KELEŞ, M. S.; KOÇYİĞİT, R. Effect of dietary vitamin E on the performance, plasma and egg yolk vitamin E levels and lipid oxidation of egg in heat stressed layers. *Journal of Applied Biological Sciences*, v. 1, n. 3, p. 19-23, 2007.

BOTSOGLU, N. A.; YANNAKOPOULOS, A. L.; FLETOURIS, D. J.; TSERVERNI-GOUSSI, A. S.; FORTOMARIS, P. D. Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 45, n. 10, p. 3711-3716, 1997. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9703009>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/jf9703009>.

BOTSOGLU, N.; FLOROU-PANERI, P.; BOTSOGLU, E.; DOTAS, V.; GIANNENAS, I.; KOIDIS, A.; MITRAKOS, P. The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and α -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs. *South African Journal of Animal Science*, v. 35, n. 3, p. 143-

- 151, 2005. Disponível em: <<http://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/4053>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v35i3.4053>.
- CEDRO, T. M. M.; CALIXTO, L. F. L.; GASPARI, A.; HORA, A. S. Teores de ácidos graxos em ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1733-1739, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982010000800015&script=sci_arttext>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000800015>.
- CHEN, J. Y.; LATSHAW, J. D.; LEE, H. O.; MIN, D. B. α -tocopherol content and oxidative stability of egg yolk as related to dietary α -tocopherol. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 5, p. 919-922, 1998. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1998.tb17927.x/abstract>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb17927.x>.
- CONEGLIAN, S. M.; LIMA, B. S.; SILVA, L. G.; LAZZARI, C. M.; SERRANO, R. D. C.; TONELLO, C. L. Utilização de antioxidantes nas rações. **PUBVET**, v. 5, n. 5, ed. 152, art. 1026, 2011.
- CRUZ, F. K. **Licopeno e minerais orgânicos na alimentação de poedeiras**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2013.
- CUPPETT, S. L. The use of natural antioxidants in food products of animal origin. In: POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. (Ed.). **Antioxidants in food: practical applications**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. p. 285-310.
- DUTRA, R. C.; LEITE, M. N.; BARBOSA, N. R. Quantification of phenolic constituents and antioxidant activity of *Pterodon emarginatus* Vogel seeds. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 9, n. 4, p. 606-614, 2008. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1422-0067/9/4/606>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms9040606>.
- FLOROU-PANERI, P.; DOTAS, D.; MITSOPOULOS, I.; DOTAS, V.; BOTSOGLOU, E.; NIKOLAKAKIS, I.; BOTSOGLOU, N. Effect of feeding rosemary and alpha-tocopherol acetate on hen performance and egg quality. **The Journal of Poultry Science**, v. 43, n. 2, p. 143-149, 2006. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/43/2/43_2_143/_article>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.12141/jpsa.43.143>.
- FLOROU-PANERI, P.; NIKOLAKAKIS, I.; GIANNENAS, A.; KOIDIS, A.; BOTSOGLOU, E.; DOTAS, V.; MITSOPOULOS, I. Hen performance and egg quality as affected by dietary oregano essential oil and alpha-tocopherol acetate supplementation. **Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 7, p. 449-454, 2005.
- FRANCHINI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; MINELLI, G.; IAFFALDANO, N.; MELUZZI, A. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. **Poultry Science**, v. 81, n. 11, p. 1744-1750, 2002. Disponível em: <<http://ps.oxfordjournals.org/content/81/11/1744.abstract>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/ps/81.11.1744>.
- GEBERT, S.; MESSIKOMMER, R.; PFIRTER, H. P.; BEE, G.; WENK, C. Dietary fats and vitamin E in diets for laying hens: effects on laying performance, storage stability and fatty acid composition of eggs. **Archives fur Geflugelkunde**, v. 62, p. 214-222, 1998.
- GIAMPIETRO, A.; SCATOLINI, A. M.; BOIAGO, M. M.; CORÓ, D. M. O.; SOUZA, H. B. A.; SOUZA, P. A.; LIMA, T. M. A.; PIZZOLANTE, C. C. Estudo da metodologia de TBARS em ovos. **Revista do Avisite**, n. 13, p. 8, 2008. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/img/20080506_alinetbars.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2015.
- GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta** ao medicamento. 3. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, 2001. cap. 1, p. 13-26.
- 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. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11355.x/abstract>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11355.x>.
- MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011. 78 p.
- NASCIMENTO, J. C. S.; CAVALCANTE FILHO, L. A. C.; BARROS JÚNIOR, P. F.; ALVES, B. H. L. S.; SOUZA, D. M. B.; JIMENEZ, G. C. Efeito do potencial antioxidante, toxicidade celular e perfil da atividade espontânea do óleo de copaíba (*Copaifera officinalis*) em camundongos. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2013, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.
- PEARSON, A. M.; GRAY, I. J.; WOLZAK, A. M.; HORENSTEIN, N. A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, v. 37, n. 7, p. 121-129, 1983.
- PEREIRA, A. L. F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- PITA, M. C. G.; PIBER NETO, E.; NAKAOKA, L. M.; MENDONÇA JUNIOR, C. X. 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. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/6254>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962004000100005>.
- PRATT, D. E. Natural antioxidants from plant material. In: HUANG, M. T.; HO, C. T.; LEE, C. Y. (Ed.). **Phenolic compounds in food and their effects on health II: antioxidants and cancer prevention**. Washington, DC: American Chemical Society, 1992. p. 54-71. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-1992-0507.ch005>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/bk-1992-0507.ch005>.
- ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabela brasileira para aves e suínos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732002000100008&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732002000100008>.
- SORENSEN, G.; JORJENSEN, S. S. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 202, n. 3, p. 205-210, 1996. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01263541>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01263541>.
- VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in thichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fetter Seifen Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/resolve/doi?DOI=10.1002/lipi.19700721218>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/lipi.19700721218>.
- VYNCKE, W. Evaluation of direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Fetter Seifen Anstrichmittel**, v. 77, n. 6, p. 239-240, 1975. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/resolve/doi?DOI=10.1002/lipi.19750770610>>. Acesso em: 5 nov. 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/lipi.19750770610>.