

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação

**FONTES DE LIPÍDIOS NA DIETA DE POEDEIRAS: EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO
E O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA GEMA**

Daniela Duarte de Oliveira

MINAS GERAIS
Belo Horizonte
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Daniela Duarte de Oliveira

**FONTES DE LIPÍDIOS NA DIETA DE POEDEIRAS: EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO
E O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA GEMA**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais como
requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal
Orientador: Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião

Belo Horizonte
UFMG – Escola de Veterinária
2008

O48f Oliveira, Daniela Duarte de, 1979-

Fontes de lipídios na dieta de poedeiras: efeito sobre a produção e o perfil de ácidos graxos na gema / Daniela Duarte de Oliveira. – 2008.

49 p. : il.

Orientador: Nelson Carneiro Baião

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Ave poedeira – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta em veterinária – Teses. 3. Ovos – Produção – Teses. 4. Lipídios – Teses. 5. Ácidos graxos – Teses. I. Baião, Nelson Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.508 5

Folha de assinatura

Dedico

Aos meus pais, fonte de inspiração e apoio incondicional

“Siga sua plenitude, e o Universo lhe abrirá portas onde só havia paredes”
Joseph Campbell

Agradecimentos

Ao Prof. Baião, agradeço pelos ensinamentos, pela grande amizade e principalmente pelo apoio quando tive que recomeçar do zero, o doutorado e o experimento.

À Prof. Silvana por todo apoio, principalmente durante o período experimental mas, acima de tudo, pela amizade.

Aos meus pais, Benedito e Maria José, patrocinadores e torcedores oficiais deste sonho, um MUITO OBRIGADO, para simplificar tudo o que tenho a agradecer.

Aos meus irmãos Patrícia, Ana Paula, Jorge, obrigada por tudo! Pelo apoio, incentivo, carinho e companheirismo de sempre.

Aos meus sobrinhos Alice, Elisa, Eduardo, Gabriel e Sofia (que ainda esta para nascer), fonte de energia, alegria, e amor incondicional

Pascal, obrigada por estar sempre ao meu lado me apoiando

Aos cunhados, Renato, Michael e Carol pela torcida

À Granja São Jorge, patrocinadora e financiadora deste projeto

Ao Aviário Santo Antônio – ASA pela disposição em ajudar nos meus projetos, mesmo quando estes, no final, não deram certo

Ao Dr. Renato Grimaldi, obrigada por ter me recebido tão prontamente no LOG e acima de tudo, pelos ensinamentos

À todos os funcionários do LOG, principalmente Marcella, pela paciência e amizade durante o período de análises

À Prof. Ângela pela disponibilidade em sempre me ajudar com tantos números.

Ao Leo, obrigada pela força e pela disponibilidade de sempre

Aos colegas do Grupo de Aves, sem a ajuda de vocês, não há experimento completo!

Às amigas Francilane, Daniella e Candice pelo apoio e pela grande amizade

Aos funcionários do ASA e da Granja São Jorge que tão comprometidamente me ajudaram a conduzir o experimento: Everaldo, Itamar, José, Francisco, José Victor, Warlei, Marcos, Lázaro, funcionários da Granja São Jorge e Fábrica de Ração do ASA

Ao Sr. Edgar que se prontificou junto à Uniquímica em doar o óleo de linhaça para realização deste experimento

À empresa Patense pelo sebo doado para realização do primeiro experimento

À Capes pela bolsa de estudos

FAPEMIG pelo financiamento do projeto

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 13 |
| 2.1. COMPOSIÇÃO DO OVO | 13 |
| 2.1.1. CASCA | 14 |
| 2.1.2. CLARA OU ALBÚMEN..... | 14 |
| 2.1.3. GEMA..... | 14 |
| 2.1.4. SÓLIDOS TOTAIS DO OVO | 14 |
| 2.2. QUALIDADE INTERNA DO OVO | 14 |
| 2.2.1. QUALIDADE DO ALBÚMEN..... | 14 |
| 2.2.1.1. MEDIDAS DE QUALIDADE DO ALBÚMEN | 15 |
| 2.2.2. QUALIDADE DA GEMA - COR DA GEMA..... | 16 |
| 2.3. ÁCIDOS GRAXOS | 16 |
| 2.3.1. RAZÃO ENTRE OS ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA (n-6) e ÔMEGA 3 (n-3)..... | 17 |
| 2.3.2. METABOLISMO DOS ÁCIDOS GRAXOS..... | 17 |
| 2.4. USO DE FONTES LIPÍDICAS NAS RAÇÕES DE POEDEIRAS..... | 18 |
| 2.5. ÓLEOS VEGETAIS..... | 20 |
| 2.5.1. ÓLEO DE LINHAÇA..... | 20 |
| 2.5.2. ÓLEO DE GIRASSOL..... | 20 |
| 2.5.3. ÓLEO DE SOJA..... | 20 |
| 2.6. OVOS ENRIQUECIDOS COM ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS E SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS..... | 20 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| 3.1. EXPERIMENTOS..... | 21 |
| 3.1.1. TRATAMENTOS | 21 |
| 3.2. AVES E INSTALAÇÕES | 22 |
| 3.3. MANEJO DAS AVES | 22 |
| 3.3.1. PROGRAMA DE LUZ..... | 22 |
| 3.3.2. COLETA DOS OVOS..... | 22 |
| 3.3.3. ARRAÇOAMENTO..... | 22 |
| 3.4. RAÇÕES | 22 |
| 3.5. AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO PRODUTIVO | 23 |
| 3.5.1. CONSUMO DE RAÇÃO..... | 23 |
| 3.5.2. CONVERSÃO ALIMENTAR..... | 23 |
| 3.5.3. PRODUÇÃO DE OVOS..... | 23 |
| 3.5.4. PESO MÉDIO DOS OVOS | 23 |
| 3.5.5. PESO CORPORAL | 23 |
| 3.6. AVALIAÇÕES DE QUALIDADE DO OVO | 23 |
| 3.6.1. PORCENTAGENS DE GEMA, ALBÚMEN E CASCA..... | 24 |
| 3.6.2. SÓLIDOS TOTAIS DA GEMA..... | 24 |
| 3.6.3. UNIDADES HAUGH (UH) | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 3.6.4. pH DO ALBÚMEN | 24 |
| 3.6.5. COLORAÇÃO DA GEMA..... | 24 |
| 3.7. COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DAS FONTES DE ÓLEO, DAS RAÇÕES E DAS GEMAS | 25 |
| 3.7.1. ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS..... | 25 |
| 3.7.2. ÁCIDOS GRAXOS DAS RAÇÕES | 25 |
| 3.7.3. ÁCIDOS GRAXOS DAS GEMAS..... | 26 |
| 3.7.4. LEITURA DAS AMOSTRAS..... | 26 |
| 3.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 27 |
| 3.8.1. DESEMPENHO PRODUTIVO | 27 |
| 3.8.2. QUALIDADE DOS OVOS | 27 |
| 3.8.3. COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS NAS GEMAS | 27 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS E DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS | 28 |
| 4.2. EXPERIMENTO I | 29 |
| 4.2.1. DESEMPENHO PRODUTIVO | 29 |
| 4.2.2. PORCENTAGEM DE GEMA, ALBÚMEN E CASCA | 31 |
| 4.2.3. SÓLIDOS TOTAIS DA GEMA..... | 31 |
| 4.2.4. UNIDADES HAUGH (UH), pH DO ALBÚMEN E COR DA GEMA | 32 |
| 4.3. EXPERIMENTO II | 33 |
| 4.3.1. DESEMPENHO PRODUTIVO | 33 |
| 4.3.2. PORCENTAGEM DE CASCA, GEMA E ALBÚMEN | 34 |
| 4.3.3. SÓLIDOS TOTAIS DA GEMA..... | 34 |
| 4.3.4. UNIDADES HAUGH (UH), PH DO ALBÚMEN E COR DA GEMA | 35 |
| 4.4. EXPERIMENTO III | 35 |
| 4.4.1. PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS DA GEMA | 35 |
| 4.4.2. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS MONOINSATURADOS (MUFA) DA GEMA... | 37 |
| 4.4.3. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS (PUFA) DA GEMA DE ACORDO COM OS TRATAMENTOS..... | 38 |
| 4.4.4. COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS <i>trans</i> | 40 |
| 4.4.5. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL TOTAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS (SAT), MONOINSATURADOS (MUFA), POLIINSATURADOS (PUFA), TRANS, ÔMEGA 6 (n-6) E ÔMEGA 3 (n-3) DA GEMA | 41 |
| 4.4.6. RAZÃO ENTRE ÔMEGA-6 (n-6) E ÔMEGA-3 (n-3) DA GEMA DOS OVOS E INTERAÇÃO ENTRE A FONTE LIPÍDICA E A IDADE DAS POEDEIRAS..... | 42 |
| 5. CONCLUSÕES | 43 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 44 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabela 1 | Composição química do albúmen, gema e ovo inteiro..... | 13 |
| Tabela 2 | Perfil de ácidos graxos do ovo de galinha <i>in natura</i> | 16 |
| Tabela 3 | Perfil de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e colesterol de algumas fontes de lipídios..... | 20 |
| Tabela 4 | Composição das rações experimentais..... | 22 |
| Tabela 5 | Níveis nutricionais calculados das rações experimentais | 23 |
| Tabela 6 | Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PR), peso do ovo (PO) e ganho ou perda de peso corporal das poedeiras novas (GP) de acordo com a fonte lipídica da dieta..... | 30 |
| Tabela 7 | Porcentagens de gema, albúmen e casca dos ovos de poedeiras novas de acordo com as fontes lipídicas da dieta..... | 31 |
| Tabela 8 | Porcentagem de sólidos totais da gema dos ovos de poedeiras novas de acordo com as fontes lipídicas | 32 |
| Tabela 9 | Valores de Unidades Haugh (UH), pH e cor da gema dos ovos das poedeiras novas de acordo com a fonte lipídica | 32 |
| Tabela 10 | Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PR), peso do ovo (PO) e ganho ou perda de peso das poedeiras velhas (GP) de acordo com as fontes lipídicas..... | 33 |
| Tabela 11 | Porcentagem de gema, albúmen e casca dos ovos de poedeiras velhas de acordo com as fontes lipídicas | 34 |
| Tabela 12 | Porcentagem de sólidos totais das gemas de ovos das poedeiras velhas conforme as fontes lipídicas da dieta | 34 |
| Tabela 13 | Unidades Haugh (UH), pH e cor da gema de ovos das poedeiras velhas conforme a fonte lipídica..... | 35 |
| Tabela 14 | Composição percentual média de ácidos graxos saturados da gema de ovos de acordo com a fonte lipídica da dieta e idade das poedeiras..... | 36 |
| Tabela 15 | Porcentagem do ácido graxo palmitoléico (C16:1) presente nas gemas dos ovos de poedeiras de acordo com a interação entre fonte lipídica e idade das poedeiras..... | 37 |
| Tabela 16 | Composição percentual média de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) da gema de ovos de acordo com a fonte lipídica e idade das poedeiras | 38 |
| Tabela 17 | Composição percentual de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) das gemas de ovos de acordo com a fonte lipídica utilizada na dieta e idade das poedeiras | 38 |
| Tabela 18 | Valores percentuais médios de ácidos graxos <i>trans</i> (t) nas gemas de ovos de acordo com a fonte lipídica da dieta e idade das poedeiras..... | 40 |
| Tabela 19 | Composição percentual total de ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MUFA), poliinsaturados (PUFA), <i>trans</i> , ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3) da gema de ovos de acordo com a fonte lipídica e idade das poedeiras | 41 |
| Tabela 20 | Razão n-6:n-3 encontradas nas gemas dos ovos, de acordo com as fontes lipídicas e idade da galinha..... | 43 |

Lista de Quadros

| | | |
|-----------------|---|----|
| Quadro 1 | Nomenclatura química e descrição dos ácidos graxos identificados nas amostras de gema de ovo | 26 |
| Quadro 2 | Perfil de ácidos graxos dos óleos vegetais (soja, girassol e linhaça) utilizados nos experimentos | 28 |
| Quadro 3 | Perfil de ácidos graxos das rações utilizadas nos experimentos | 29 |

LISTA DE ABREVIATURAS

CA – conversão alimentar
CR – consumo de ração
DHA – ácido docosaheptanoico
DPA – ácido docosapentanoico
EPA – ácido eicosapentanoico
GP – ganho ou perda de peso
HDL – lipoproteína de baixa densidade
LA – ácido linoléico
LDL – lipoproteína de alta densidade
LNA – ácido linolênico
MUFA – ácidos graxos monoinsaturados
n-3 – ácido graxo da cadeia ômega 3
n-6 – ácido graxo da cadeia ômega 6
PO – peso do ovo
PR – produção de ovos
PUFA – ácidos graxos poliinsaturados
UH – Unidades Haugh

RESUMO

Os efeitos de diferentes fontes de lipídios na dieta de poedeiras Dekalb sobre o desempenho produtivo, qualidade do ovo e composição em ácidos graxos da gema de ovos de galinhas novas e velhas, foram verificados em três experimentos (I, II e III). Para realização destes trabalhos foram utilizados quatro tratamentos que foram definidos de acordo com a fonte lipídica adicionada nas rações: óleo de soja, óleo de girassol, óleo de linhaça e ração controle (sem adição de óleo). Os experimentos I e II, que foram realizados com poedeiras de 20 e 54 semanas de idade, respectivamente, tiveram a duração de oito semanas, e nestes foram avaliados os parâmetros produtivos (consumo de ração, conversão alimentar, produção e peso dos ovos) e de qualidade do ovo (porcentagens de gema, albúmen e casca, sólidos totais da gema, Unidades Haugh, pH do albúmen, e cor da gema). No experimento III foi analisada a composição em ácidos graxos da gema dos ovos produzidos pelas poedeiras dos experimentos I e II. Entre os parâmetros produtivos e de qualidade do ovo, somente o peso do ovo de poedeiras jovens foi afetado pela inclusão de óleos vegetais na ração, estes ovos foram significativamente mais pesados e apresentaram maior porcentagem de gema que os ovos produzidos pelas galinhas alimentadas com ração controle. A composição em ácidos graxos das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo óleos vegetais variou conforme a composição em ácidos graxos dos óleos utilizados em cada dieta e, à medida que a poedeira envelheceu, houve diminuição na deposição de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (PUFA). Foi concluído que a adição de óleo de linhaça à ração das poedeiras leva a produção de ovos enriquecidos com ômega 3 (n-3), e também a produção de ovos com excelente relação entre ômega 6 (n-6) e n-3; as gemas de ovos produzidos pelas aves alimentadas com rações contendo óleo de soja e de linhaça apresentam na sua composição grande quantidade de PUFA e; independente da adição de fontes lipídicas na ração e da idade das galinhas, as gemas dos ovos possuem quantidades insignificantes de gorduras *trans*.

Palavras-chave: ovos, poedeiras, fontes de óleo, ácidos graxos, ômega 3.

ABSTRACT

The effects of different sources of fat in the diet of Dekalb laying hens on performance, egg quality and composition of fatty acids in egg yolk of young and old laying hens were observed in three experiments (I, II and III). To perform these trials were used four treatments defined by the lipid source added to the diets: soybean oil, sunflower oil, linseed oil and control diet (without added oil). The experiments I and II, which were made with layers of 20 and 54 weeks of age respectively, had a duration of eight weeks, and evaluated the productive parameters (feed intake, feed conversion, egg production and egg weight) and quality of eggs (percentages of yolk, albumen and shell, total solids of the yolk, Haugh units, pH of albumen and yolk color). In experiment III the yolk's fatty acid composition of the eggs produced by hens of the experiments I and II were analysed. Among the productive parameters and quality of the egg, only the weight of the eggs of young hens was affected by the inclusion of vegetable oils in the diet, these eggs were significantly heavier and had higher percentage when compared with the eggs of hens fed the control diet. The composition of fatty acids in egg yolks from hens fed with the diets containing vegetable oils varied as the composition of fatty acids in oils used in each diet, and as the hens got older. There was a decrease in the deposition of polyunsaturated fatty acids of long chain (PUFA). It was concluded that the addition of linseed oil to the diet of laying hens leads to production of eggs enriched with omega 3 (n-3), and also the production of eggs with excellent relationship between omega 6 (n-6) and n-3; the yolks of eggs produced by layers fed diets containing soybean oil and flaxseed in its present composition and large quantities of PUFA, independent of the addition of different lipid sources in the diet and age of hens, the egg yolks have insignificant amounts of trans fats.

Keywords: eggs, layers, PUFA, Omega 3, fatty acids, lipids, oil

1. INTRODUÇÃO

O ovo é um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, apresentando composição rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas, que reúnem vários aminoácidos essenciais de alto valor biológico. Além disso, o ovo é considerado uma fonte protéica de baixo custo, de fácil aquisição, podendo contribuir para a melhoria da dieta de famílias de baixa renda. A qualidade nutricional do ovo e a quantidade de lipídios podem ser modificadas de acordo com as fontes de lipídios nas dietas recebidas pelas poedeiras, como por exemplo, pela adição de óleos vegetais (Whitehead et al., 1991; Pardío et al., 2005).

Os ovos enriquecidos com ácidos graxos insaturados, principalmente os poliinsaturados (PUFA) como ômega 3 (n-3) e ômega 6 (n-6), são associados de forma positiva à saúde humana (Galobart et al., 2002). Segundo Grobas et al. (2001) e Schreiner et al. (2004), os PUFA presentes na gema do ovo, além de ser importantes na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, artrite, doenças inflamatórias e auto-imunes, são essenciais também para um bom desenvolvimento e crescimento normal do cérebro e da retina, além de influenciar o controle hormonal.

Apesar de alguns pesquisadores ainda admitirem que haja uma péssima relação entre consumo de ovos e doenças coronarianas, uma modificação na composição de ácidos graxos da gema, com o intuito de agregar valor e também de

promover uma imagem mais saudável do ovo, é bastante interessante (Shafey et al., 1992; Grobas et al., 2001).

A busca por alimentos “nutracêuticos” (alimentos que têm propriedades nutricionais e farmacêuticas) e a possibilidade de modificar o perfil de ácidos graxos da gema do ovo, via alimentação da galinha, definiram uma linha de pesquisa diferente, ou seja, além da produtividade, as propriedades do alimento produzido também passaram a ser importantes.

Com base nestes aspectos, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de fontes lipídicas na dieta de poedeiras de diferentes idades sobre o desempenho produtivo, a qualidade interna do ovo e o perfil de ácidos graxos da gema.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. COMPOSIÇÃO DO OVO

O ovo possui em sua composição total cerca de 10% de casca, 30% de gema, e 60% de albúmen ou clara. Gema e albúmen apresentam composição diversificada. Enquanto as proteínas se distribuem entre albúmen e gema, os lipídios estão presentes quase que exclusivamente na gema. A clara tem aproximadamente 12% de sólidos totais, dos quais 11% são proteínas. Dos sólidos da gema, 16% são constituídos de proteína e 32% de lipídios (Stadelman e Cotterill, 1995; Ahn et al., 1997; Roberts, 2004). Estes componentes estão discriminados na tabela 1.

Tabela 1. Composição química do albúmen, gema e ovo inteiro

| Componentes | % proteínas | % lipídios | % carboidratos | % cinzas |
|-------------|-------------|-------------|----------------|-----------|
| Albúmen | 9,7 – 10,6 | 0,03 | 0,4 – 0,9 | 0,5 – 0,6 |
| Gema | 15,7 – 16,6 | 31,8 – 35,5 | 0,2 – 1,0 | 1,1 |
| Ovo inteiro | 12,8 – 13,4 | 10,5 – 11,8 | 0,3 – 1,0 | 0,8 – 1,0 |

Fonte: Stadelman e Cotterill, 1995

A relação entre gema e albúmen varia de acordo com o tamanho do ovo, aumentando em ovos maiores e também conforme a idade da galinha (Romanoff e Romanoff, 1949; Ahn et al., 1997; Peebles et al., 2000; Rocha, 2007).

2.1.1. CASCA

A casca tem grande importância no ovo por ser sua embalagem natural e também por exercer grande influência no processo de avaliação da qualidade pelo consumidor. A casca do ovo é constituída por uma armação de substâncias orgânicas e minerais. Possui poros para trocas gasosas que, apesar de serem parcialmente selados por queratina, permitem trocas de CO₂ e umidade, além de dificultarem a penetração bacteriana no ovo, que tem relação direta com a qualidade. O carbonato de cálcio representa cerca de 94% da composição da casca do ovo, além do carbonato de magnésio, fosfato de cálcio, matéria orgânica, proteínas e pigmentos (Stadelman e Cotterill, 1995; Benites et al., 2005).

2.1.2. CLARA OU ALBÚMEN

O albúmen possui apenas 12% de sólidos totais, que são constituídos basicamente de um sistema de fibras e glóbulos protéicos imersos em solução aquosa com apenas traços de minerais, carboidratos e lipídios. Essas proteínas compõem as porções densa e líquida do albúmen, e, ainda, as chalazas. A água é o maior constituinte do albúmen, decrescendo em quantidade da camada externa para a interna (Ahn et al., 1997; Oliveira et al., 2001; Fontoura e Schoffen-Enke, 2005).

2.1.3. GEMA

A gema apresenta 50% de sólidos, sendo que cerca de 16% são proteínas e 32% lipídios, e, ainda, uma dispersão de fosfoproteínas e lipoproteínas. A gordura da gema é composta de colesterol (5%), triacilglicerídios (65,5%) e fosfolipídios (28,3%). A composição da gema,

diferentemente da clara, pode variar bastante, de acordo com o tipo de alimentação que a galinha está recebendo (Ahn et al., 1997; Fontoura e Schoffen-Enke, 2005). A gema contém cerca de 78% das calorias do ovo, fornecendo toda a gordura, quase todo o cálcio (exceto o cálcio da casca), ferro, zinco, vitaminas A, B1 (tiamina), B5 (ácido pantotênico), B6 (piridoxina), B12 (cianocobalamina), ácido fólico, e quase a metade do teor de B2 (riboflavina) e das proteínas do ovo (Oliveira et al., 2001).

2.1.4. SÓLIDOS TOTAIS DO OVO

O conteúdo de sólidos do ovo é afetado pela proporção entre clara e gema, que varia de acordo com o tamanho dos ovos. A idade das galinhas afeta os sólidos do ovo de forma indireta, pois o peso do ovo aumenta de acordo com a idade da galinha e a proporção de gema no ovo tende a ser menor em ovos pequenos (Ahn et al., 1997; Roberts, 2004).

Ahn et al. (1997) estudaram o efeito do tamanho do ovo, da linhagem e da idade das poedeiras no conteúdo de sólidos do ovo, e concluíram que a porcentagem de sólidos do ovo inteiro aumentou com a idade da galinha, mas não foi afetado pelo tamanho do ovo. Observaram ainda, que a porcentagem de sólidos da gema aumentou conforme o tamanho do ovo aumentava. Os teores de sólidos totais do ovo não foram afetados pelas diferentes linhagens analisadas.

2.2. QUALIDADE INTERNA DO OVO

2.2.1. QUALIDADE DO ALBÚMEN

Após a postura, à medida que o ovo envelhece, o albúmen denso torna-se líquido, como consequência das reações químicas que ocorrem. Durante o armazenamento dos ovos o pH do albúmen aumenta conforme aumenta a temperatura, sendo isso devido à perda de dióxido de carbono (CO₂) através dos poros da casca.

O valor do pH do albúmen depende do equilíbrio entre CO_2 , HCO_3^- (íon bicarbonato), CO_3^{2-} (íon carbonato), e proteínas. A concentração dos íons HCO_3^- e CO_3^{2-} está regulada pela pressão parcial de CO_2 no ambiente externo. A perda de CO_2 para o ambiente leva a um aumento do pH, que origina uma ruptura da estrutura de gel do albúmen denso, por meio da dissociação química do complexo protéico, levando à liquefação do mesmo (Fennema, 1993). Nesta situação, também há perda de peso do ovo e o movimento de líquido do albúmen para a gema. Em ovos frescos o pH do albúmen varia em torno de 7,7 a 8,5, podendo atingir 9,0 a 9,5 quando estocado (Brake et al., 1997). Estes valores de pH são um bom indicativo do frescor dos ovos, principalmente por estarem diretamente relacionados com os valores de altura do albúmen (Alleoni e Antunes, 2001).

2.2.1.1. MEDIDAS DE QUALIDADE DO ALBÚMEN

Para estimar a qualidade interna de ovos existem cinco métodos: determinação de altura do albúmen (Wilgus e Wagenen, 1936); índice de albúmen, medida da razão entre altura e diâmetro do albúmen (Heiman e Caver, 1936); percentagem de albúmen denso e fluido (Holts e Almquist, 1932); e o valor das Unidades Haugh (UH), idealizada por Raymond Haugh em 1937, que consiste na medida da altura do albúmen corrigida para o peso do ovo (Brant et al., 1951). Também, o pH do albúmen pode ser utilizado como medida de qualidade, variando praticamente em função do tempo e temperatura de armazenamento (Alleoni e Antunes, 2001).

O uso das UH para avaliação da qualidade interna dos ovos é universal, devido à sua fácil aplicação e à alta correlação com a aparência do ovo ao ser quebrado, sendo definida como o aferidor da sua qualidade interna (Williams, 1992). De acordo com Silversides et al. (1993), as UH têm sido utilizadas pela indústria como indicativo da duração e das condições de armazenamento dos ovos. Porém, para alguns autores (Silversides et al., 1993;

Silversides, 1994; Keener et al., 2006), a fórmula para calcular as UH é inadequada quando são comparados ovos frescos de aves de diferentes idades. As UH são baseadas na relação entre peso do ovo e altura do albúmen, sendo mais correto se essa relação fosse baseada na razão entre peso do ovo e peso do albúmen ou peso e altura do albúmen. Além disso, o uso de UH têm sido criticado pela falta de correlação com qualquer medida nutricional ou de qualidade química.

É sabido que quanto maior a altura do albúmen, melhor é a qualidade do ovo. O Programa de Controle da Qualidade preconizado pelo *United States Department of Agriculture – USDA* define as condições que devem ser encontradas, desde quando o ovo é produzido até o seu consumo pela população. Para tal, ovos considerados de qualidade excelente (AA) devem apresentar valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), entre 60 e 72 UH, e ovos de qualidade inferior (B), com valores de UH inferiores a 60 (USDA, 2000).

Para avaliar a influência da idade na qualidade interna de ovos, Silversides e Scott (2001) utilizaram poedeiras com 25, 31, 45 e 49 semanas de idade e observaram que com o aumento da idade houve aumento do tamanho do ovo, diminuição da altura do albúmen, porém o pH não foi influenciado pela idade das aves. Esses resultados demonstraram ainda que a avaliação da qualidade interna de ovos frescos, baseada nas medições da altura do albúmen, foi influenciada pela idade da galinha.

Carvalho et al. (2007) observaram perda na qualidade interna dos ovos de acordo com o aumento da idade de poedeiras, ocorrendo diminuição dos valores de UH de 100,76 em poedeiras com 29 semanas, para 90,76 em poedeiras com 60 semanas, e a altura do albúmen passou de 10,10 mm para 8,28 mm, respectivamente. Observaram também que a porcentagem de albúmen diminuiu de 62,10% para 60,69%, e a porcentagem de gema passou de 24,69% para 26,56% de acordo com o aumento da idade (poedeiras de 25 e 49 semanas).

2.2.2. QUALIDADE DA GEMA - COR DA GEMA

A cor da gema é a característica interna mais observada pelo consumidor, apesar de ser uma medida subjetiva, variando entre amarelo claro e laranja avermelhado. A pigmentação é o resultado da deposição de oxi-carotenóides na gema do ovo, sendo as xantofilas, luteína e a zeaxantina aqueles que ocorrem naturalmente (Santos-Bocanegra et al., 2004). Os β -carotenos são normalmente encontrados em pequenas quantidades, sendo os responsáveis pelo tom alaranjado dos ovos (Stadelman e Cotterill, 1995). Normalmente, uma coloração mais forte em ovos de poedeiras comerciais é desejável e depende exclusivamente da alimentação fornecida às galinhas, uma vez que estas não são capazes de sintetizar estes pigmentos de cor, mas podem absorver de 20 a 60% dos pigmentos da ração (Stadelman e Cotterill, 1995; Santos-Bocanegra et al., 2004). Cientificamente, a cor da gema pode ser medida por colorímetro ou pelo leque de cores Roche, que é o método mais utilizado, e pode ser classificada de acordo com o número representativo do leque, que varia de 1 a 15.

2.3. ÁCIDOS GRAXOS

Os ácidos graxos são uma cadeia carbônica, cujo comprimento varia de quatro a 36 átomos de carbono, com um grupo metil (CH_3) em uma extremidade e um grupo carboxil (COOH) na outra (Leskanich e Noble, 1997; Lehninger et al., 2002).

Os ácidos graxos livres são assim denominados porque não estão ligados ou fixados a outro componente orgânico, como o glicerol. Apesar de comporem uma pequena fração do material lipídico total nos alimentos naturais, misturas de ácidos graxos e seus sais de cálcio são vendidos como suplementos de gordura para animais (Fats, [200-]).

Entre os ácidos graxos que compõem o ovo (tab. 2), destacam-se os ácidos oléico (18:1), palmítico (16:0), linoléico (18:2), linolênico (18:3) e o esteárico (18:0). Outros ácidos graxos como o ácido mirístico (C14:0), também são encontrados no ovo, porém em quantidades muito pequenas (Davis e Reeves, 2002).

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos do ovo de galinha *in natura*

| Ácidos Graxos | Quantidade (mg/100g de ovo) | Proporção (%) |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| Ácido palmítico (C16:0) | 2030 \pm 215 | 23,7 \pm 0,4 |
| Ácido esteárico (C18:0) | 670 \pm 66 | 7,8 \pm 0,1 |
| Ácido araquídico (C20:0) | 13 \pm 1 | 0,2 \pm 0,1 |
| Total de saturados | 2772 \pm 284 | 32,4 \pm 0,4 |
| Ácido palmitoléico (C16:1) | 253 \pm 14 | 3,0 \pm 0,1 |
| Ácido oléico (C18:1) | 3687 \pm 230 | 43,1 \pm 1,2 |
| Ácido vacínico (C18:1) | 194 \pm 18 | 2,3 \pm 0,1 |
| Ácido gadoléico (C20:1) | 23 \pm 3 | 0,3 \pm 0,1 |
| Total de monoinsaturados | 4258 \pm 272 | 49,8 \pm 1,3 |
| Ácido linoléico (C18:2) | 1141 \pm 168 | 13,3 \pm 0,8 |
| Ácido araquidônico (C20:4) | 170 \pm 21 | 2,0 \pm 0,1 |
| Ácido erúcico (C22:1) | 16 \pm 3 | 0,2 \pm 0,1 |
| Ác. 4,7,10,13,16-docosapentanóico (C22:5) | 31 \pm 10 | 0,4 \pm 0,1 |
| Total de omega-6 | 1385 \pm 206 | 16,1 \pm 1,0 |
| Ácido linolênico (C18:3) | 41 \pm 2 | 0,5 \pm 0,1 |
| Ácido eicosapentanóico - EPA (C20:5) | - | - |
| Ác.7,10,13,16,19-docosapentanóico - DPA (C22:5) | 11 \pm 1 | 0,1 \pm 0,1 |
| Ác.4,7,10,13,16,19-docosahexanóico - DHA (C22:6) | 73 \pm 10 | 0,9 \pm 0,1 |
| Total de omega-3 | 126 \pm 14 | 1,5 \pm 0,1 |

Fonte: Davis e Reeves, 2002

Os vegetais terrestres e marinhos podem sintetizar os ácidos graxos a partir de precursores mais simples, e os peixes e outros animais marinhos podem alongar e dessaturar estes ácidos graxos transformando-os em ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa (PUFA) (Simopoulos, 1991).

Os mamíferos possuem a capacidade de alongar e dessaturar ácidos graxos para transformá-los, posteriormente, em PUFA, mas somente a partir de precursores que devem estar presentes na dieta, como é o caso, por exemplo, do ácido linoléico (CIS:2, LA) que pertence à série ômega-6 (n-6) e que dá origem, entre outros, ao ácido araquidônico (C20:4, n-6), que, por sua vez, é um importante precursor dos eicosanóides do sistema parácrino, como as prostaglandinas, leucotrienos, prostacilinas, tromboxanos e hidroxi-ácidos (Brenner, 1987).

O ácido linoléico, que pertence e dá origem à série ômega-3 (n-3), permite a formação de três importantes ácidos graxos de cadeia longa via dessaturação e reação de alongamento da cadeia carbônica no fígado: o ácido eicosapentaenóico (C20:5, n-3) (EPA), o ácido docosapentaenóico (C22:5, n-3) (DPA) e o ácido docosahexaenóico (C22:6, n-3) (DHA) (Holman, 1977). Entretanto, a conversão no organismo de ácido linoléico em EPA e, conseqüentemente, DHA é de somente 10 a 15% (Demonty et al., 2006). O EPA também é um importante precursor de outra série de eicosanóides, alguns com ação antagônica aos formados a partir do ácido araquidônico. Além disto, o EPA cumpre, entre outras funções importantes, atividades reguladoras da homeostase cardiovascular (Levinson et al., 1990). O DHA é um ácido graxo essencial na formação das membranas e nas funções dos tecidos nervoso e visual, sendo que podem constituir cerca de 40% dos fosfolípidios destes tecidos (Widdowson e Dickerson, 1981) e também cumpre importantes funções regulatórias no sistema imunológico (Neuringer et al., 1998).

2.3.1. RAZÃO ENTRE OS ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA (n-6) e ÔMEGA 3 (n-3)

A razão entre ômega-6:ômega-3 (n-6:n-3) é importante para a saúde humana, uma vez que há competição entre as enzimas envolvidas no alongamento e dessaturação, tanto do ácido linoléico quanto do ácido alfa-linolênico, os quais não podem se interconverter (Simopoulos, 2000; Brandão et al., 2005; Simopoulos, 2006). Uma proporção de 4:1, ou menos é considerada ótima no alongamento de cadeia de 11g de ácido alfa-linolênico em 1g de EPA. No Instituto do Coração de Lyon (França), a recomendação da razão entre n-6:n-3 é de 4:1, (Simopoulos, 2000; Simopoulos, 2006). Em ovos enriquecidos com óleo de peixe e óleo de canola é possível encontrar proporção ainda menor, podendo chegar a 2:1 (Lewis et al., 2000; Mazalli et al., 2004b).

Estima-se que para a alimentação humana, a relação n-6:n-3 pode ser de 5 a 10:1 (FAO/WHO, 1994; Natoli, 2005). Relações de maior magnitude podem implicar em uma séria deficiência de PUFA n-3, com conseqüências negativas para a saúde humana e o desenvolvimento fetal e infantil (Koletzko et al., 1989).

2.3.2. METABOLISMO DOS ÁCIDOS GRAXOS

A digestão dos ácidos graxos começa com a ação da lipase pancreática quebrando a emulsão de lipídios (lipídios mais sais biliares) em ácidos graxos livres, monoacilgliceróis e glicerol. Os sais biliares são responsáveis pela emulsificação da gordura e posterior formação de micelas. A lipase pancreática provoca a hidrólise das ligações entre o glicerol e os ácidos graxos esterificados, na posição 1 e 3 do triacilglicerol, levando à formação de monoacilgliceróis, diacilgliceróis, ácidos graxos livres e moléculas de colesterol que se incorporam em micelas (estruturas solúveis em fase aquosa no lúmen

intestinal), que permitem a absorção de lipídios pelas membranas das células mucosas do intestino por difusão passiva. Nas células da mucosa, os monoacilgliceróis e os ácidos graxos são re-esterificados em colesterol, triacilgliceróis, lipoproteínas e fosfolipídios formando quilomícrons que, via sistema portal, chegam até o fígado para serem metabolizados. Os ácidos graxos de cadeia curta e o glicerol livre são absorvidos diretamente pela mucosa intestinal e transportados para a circulação portal para chegarem até o fígado para metabolismo (Escribano, 1991; Leningher et al., 2002).

Os lipídios do organismo (sintetizadas ou ingeridas) são incorporados em forma de triacilgliceróis para estocagem de energia metabólica, ou incorporadas nos fosfolipídios de membrana (Leningher et al., 2002). As lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) são importantes para galinhas em postura, uma vez que são responsáveis por carregar a gordura do fígado para os tecidos extra-hepáticos, como por exemplo, o ovário, onde vão ser usadas na síntese de gema (Baião e Lara, 2005).

A digestibilidade da gordura pode ser influenciada por alguns fatores, tais como, tamanho da cadeia de ácidos graxos e número de duplas ligações (ácidos graxos insaturados são mais rapidamente digeridos do que ácidos graxos saturados), forma de ácidos graxos livres ou triacilglicerol, ácidos graxos que compõem o triacilglicerol, a quantidade que está sendo ingerida na dieta, a idade da galinha (aves muito jovens podem não ter quantidade suficiente de sais biliares, e a presença de grande quantidade de ácidos graxos livres e gorduras saturadas podem reduzir a digestão da gordura da dieta) e a microbiota intestinal (Leningher et al., 2002; Baião e Lara, 2005).

2.4. USO DE FONTES LIPÍDICAS NAS RAÇÕES DE POEDEIRAS

A composição em ácidos graxos da gema do ovo, especialmente a composição em ácidos graxos poliinsaturados, é claramente afetada pela alimentação das poedeiras. Há grande variação nos resultados de pesquisas, no que se refere aos efeitos da adição de óleos e gorduras na dieta de poedeiras sobre a composição da gema e, principalmente, peso do ovo (Cruickshank 1934; Balnave, 1970; Meluzzi et al., 2000).

Os termos gordura e óleo, usualmente se referem aos triacilgliceróis com variáveis perfis de ácidos graxos. As gorduras podem ser classificadas de acordo com a sua origem em vegetais e animais, sendo o primeiro grupo composto principalmente pelos óleos e gorduras vegetais extraídos de oleoginosas como soja, girassol, linhaça, canola, milho, palma, algodão e subprodutos da indústria de refino dos mesmos. Entre as fontes de lipídios animais encontram-se produtos como banha, sebo bovino e gordura de aves. Devem-se destacar também, as farinhas de peixe e algas marinhas, principais fontes de PUFA n-3 e n-6 (Arellano, 1992).

Os lipídios adicionados à dieta elevam a densidade energética da ração, melhorando a palatabilidade, reduzindo o incremento calórico da dieta, aumentando a eficiência do metabolismo energético, além de modificar a composição das gemas dos ovos (Brugalli et al., 1998; Braga e Baião, 2001).

A inclusão de óleos e gorduras na dieta de poedeiras tem influenciado positivamente no peso do ovo e da gema, provavelmente porque o ácido linoléico aumenta a síntese de triacilgliceróis e lipoproteínas no fígado, que são secretados e chegam ao ovário para participar do desenvolvimento dos folículos ovarianos (Sell et al., 1987; March et al., 1990; Whitehead et al., 1993; Scheideler et al., 1998; Grobas et al., 1999; Wu et al., 2005). Foi estabelecido também que a incorporação de farinha e óleo de pescado na alimentação das

aves em postura permite enriquecer carne e ovos com PUFA n-3 (Irie e Sakamoto, 1992).

Segundo Sim et al. (1992) e Abril e Barclay (1998) pode-se obter bons resultados ao suplementar a alimentação das galinhas poedeiras com misturas de óleos ou alimentos que contêm algas marinhas com uma alta proporção de PUFA n-3, com o qual se pode obter um aumento de até 50% na quantidade de LNA, EPA ou DHA nos ovos (500-600mg PUFA n-3 /ovo e uma relação n-6:n-3 de 1:1). Estes ovos enriquecidos em PUFA n-3, identificados como *designer eggs*, constituem uma alternativa natural, saudável, de baixo custo e de alto valor nutricional para fornecer os ácidos graxos n-3, especialmente para a população infantil, uma das mais vulneráveis à deficiência destes nutrientes. O consumo de um ovo enriquecido provê uma quantidade de ácidos graxos n-3 (EPA, DPA e DHA) equivalente a 40-50% da necessidade diária destes PUFA, o que equivale ao consumo de 100g de pescado (Marshall et al., 1994).

As fontes de ácidos graxos usadas na alimentação de poedeiras são óleo de linhaça (utilizado para produção de ovos enriquecidos com n-3), óleo de soja, óleo de girassol e óleo de peixe como fonte de MUFA e PUFA, e sebo bovino, como fonte de energia, rico em gordura saturada (Baucells et al., 2000; Schreiner et al., 2004).

O uso de óleo de linhaça na dieta das poedeiras leva a um enriquecimento do ovo pelo aumento da quantidade de ácidos graxos insaturados, principalmente o ácido linolênico, e também pela incorporação de pequenas quantidades de EPA e DHA na gema dos ovos. O alto

grau de ácidos insaturados tem como consequência um aumento no potencial oxidativo. Para tentar diminuir o efeito oxidativo, pode-se adicionar na ração antioxidantes como o tocoferol, que além de proteger os ácidos graxos contra a oxidação, também enriquece os ovos com vitamina E (Pita et al., 2006).

Segundo Baucells et al. (2000), a inclusão de óleo de girassol na dieta de poedeiras proporciona nível elevado de ácido araquidônico na gema do ovo, provavelmente por causa do alto nível de seu precursor, ácido linoléico (C18:2), e menores quantidades de ácido linolênico (C18:3) e outros ácidos da cadeia n-3.

Segundo Shafey et al. (1992), a adição de óleo de soja à dieta de poedeiras em pico de postura, em torno de 26 semanas de idade, aumenta significativamente a porcentagem de postura e as concentrações dos ácidos linoléico (C18:2), oléico (C18:1) e palmítico (C16:0) na gema. Porém, conforme Rodrigues et al. (2005), independente da idade das poedeiras (primeiro ou segundo ciclo de produção) e das porcentagens de inclusão de óleo de soja, não há alteração no perfil de ácidos graxos das gemas, porém, há um aumento linear na produção de ovos.

A tabela 3 apresenta a composição de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, colesterol e ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) e a relação existente entre eles, para diferentes fontes de óleos e gorduras. A composição de ácido linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) deve ser considerada, principalmente em relação à razão existente entre elas, que deve ser considerado principalmente quando nos referimos a alimentação humana.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e colesterol de algumas fontes de lipídios

| Fonte de óleo ou gordura | Gordura saturada (%) | Gordura poliinsaturada (%) | | | Gordura monoinsaturada (%) |
|--------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------|--------|----------------------------|
| | | LA* | ALA* ¹ | LA:ALA | |
| Linho | 10 | 16 | 53 | 0,3 | 20 |
| Canola | 6 | 22 | 10 | 2,2 | 62 |
| Nozes | 12 | 58 | 12 | 4,8 | 18 |
| Girassol | 11 | 69 | - | 69 | 20 |
| Milho | 13 | 61 | 1 | 61 | 25 |
| Azeite oliva | 14 | 8 | 1 | 8,0 | 77 |
| Soja | 15 | 54 | 7 | 7,7 | 24 |
| Margarina | 17 | 32 | 2 | 16 | 49 |
| Amendoim | 18 | 33 | - | 33 | 49 |
| Palma | 51 | 9 | 0.3 | 30 | 39 |
| Côco | 92 | 2 | 0 | 2,0 | 7 |
| Gordura frango | 31 | 21 | 1 | 21 | 47 |
| Banha | 41 | 11 | 1 | 11 | 47 |
| Sebo bovino | 52 | 3 | 1 | 3,0 | 44 |
| Manteiga | 66 | 2 | 2 | 1,0 | 30 |

Fonte: Adaptado de Simopoulos (2006)

*LA – ácido linoléico; *¹ALA – ácido linolênico

2.5. ÓLEOS VEGETAIS

2.5.1. ÓLEO DE LINHAÇA

O óleo de linhaça (*Linun usitatissimum*) é obtido através dos processos de laminação do grão de linhaça, prensagem e extração por solvente, com rendimento médio de 30 a 33% de óleo. É uma das fontes mais ricas em ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3).

2.5.2. ÓLEO DE GIRASSOL

O óleo de girassol é obtido pelos processos de extração da semente de girassol (*Helianthus annuus L.*). Mais de 50% da composição em ácidos graxos deste óleo é constituída por ácido linoléico (C18:2), seguidos por oléico (C18:1), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) (Agência...,2000). O óleo de girassol possui cerca de 65% de ácidos graxos poliinsaturados, sendo que aproximadamente 63% destes PUFA são ácidos graxos da cadeia n-6 (Baucells et al., 2000). 2.2.1.1. MEDIDAS DE QUALIDADE DO ALBÚMEN

2.5.3. ÓLEO DE SOJA

O óleo de soja é extraído das sementes de soja crua. Têm em sua composição lipídica, principalmente os ácidos graxos oléico (C18:1), linoléico (C18:2), linolênico (C18:3) e palmítico (C16:0) (Agência...,2000).

2.6. OVOS ENRIQUECIDOS COM ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS E SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Ovos enriquecidos de ácidos graxos poliinsaturados são aqueles que possuem composição de ácidos graxos diferente dos ovos normais, principalmente em relação aos ácidos graxos n-6 e n-3. Este aumento na composição dos ácidos graxos é obtido pela inclusão de fontes ricas em PUFA, principalmente n-3, na dieta das poedeiras.

Balnave (1970) relatou que a adição de óleo de girassol ou óleo de milho na dieta de poedeiras, por terem ácidos graxos insaturados, teve efeito significativo no tamanho do ovo, da gema natural e desidratada. Segundo este autor, estes aumentos de peso não estão relacionados com as proteínas, e sim com ácidos graxos essenciais. A manipulação de ácidos graxos

da dieta, principalmente ácido linoléico (C18:2), pode ser usada para alterar o peso do ovo e principalmente da gema.

De acordo com Whitehead et al. (1991), os ácidos graxos da dieta estimulam a secreção de proteínas no oviduto, aumentando assim o tamanho do ovo. Para Whitehead et al. (1993), características como peso do ovo e peso da gema sofrem influência, principalmente, da dieta rica em ácido linoléico recebida pela poedeira. Entretanto, Ribeiro et al. (2007) não encontraram efeitos significativos dos níveis de ácido linoléico (C18:2) sobre a porcentagem da gema, albúmen ou casca, porém obteve efeito significativo sobre o peso do ovo. É importante ressaltar que além da dieta, a linhagem e idade da poedeira também podem afetar a composição lipídica da gema (Scheideler et al., 1998).

Discutindo sobre a influência da manipulação da dieta na composição do ovo e suas características de qualidade, Sell et al. (1987) observaram que o aumento no peso do ovo causado pela suplementação de ácido linoléico (C18:2) na dieta das poedeiras foi mais evidente em aves com menos de 38 semanas de idade. Esta manipulação nutricional tem como objetivo aumentar, principalmente, o tamanho da gema, em função da maior deposição de ácidos graxos saturados, monoinsaturados (MUFA) ou PUFA como, por exemplo, os ácidos graxos n-3 e n-6 (Sell et al., 1987; Pardió et al., 2005). Segundo Grobas et al. (1999), o ácido linoléico não tem efeito sobre o peso do ovo desde que a dieta não seja deficiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. EXPERIMENTOS

Foram realizados dois experimentos, no período de 19 de setembro a 13 de novembro de 2007, na Granja São Jorge, localizada no município de Lavras – Minas Gerais. O primeiro com galinhas novas (20 semanas de idade) e o segundo com

poedeiras velhas (54 semanas de idade). As aves novas e velhas estavam alojadas em galpões distintos. Os experimentos foram os seguintes:

Experimento I: “Efeito da adição de óleos vegetais à dieta de poedeiras comerciais novas sobre o desempenho produtivo e qualidade do ovo”

Experimento II: “Efeito da adição de óleos vegetais à dieta de poedeiras comerciais velhas sobre o desempenho produtivo e qualidade do ovo”

A duração de cada experimento foi de oito semanas. Todos os procedimentos adotados na execução destes trabalhos foram os mesmos para os dois experimentos.

O terceiro experimento foi realizado com os ovos produzidos pelas galinhas dos experimentos I e II e refere-se a análise da composição em ácidos graxos das gemas dos ovos.

Experimento III: “Efeito da adição de óleos vegetais à dieta de poedeiras comerciais novas e velhas sobre o perfil de ácidos graxos das gemas”

3.1.1. TRATAMENTOS

Os tratamentos para os três experimentos foram definidos de acordo com a fonte lipídica adicionada nas rações, ficando assim constituídos:

Tratamento A - Ração com 3,4% de óleo de soja;

Tratamento B - Ração com 3,4% de óleo de girassol;

Tratamento C - Ração com 3,4% de óleo de linhaça;

Tratamento D - Ração controle (sem adição de óleo)

3.2. AVES E INSTALAÇÕES

Foi utilizado um total de 1152 poedeiras brancas da linhagem Dekalb, sendo 576 poedeiras com 20 semanas de idade e 576 poedeiras com 54 semanas de idade. Estas aves já estavam alojadas em galpões convencionais, em gaiolas de 50 x 45 cm² contendo seis galinhas por gaiola, portanto com 375 cm² por ave.

3.3. MANEJO DAS AVES

O manejo das aves seguiu a rotina de trabalho da granja onde foram realizados os experimentos, conforme descrito a seguir.

3.3.1. PROGRAMA DE LUZ

Às 20 semanas de idade e com 75% de postura (dado obtido por anotações de controle geral do lote, feito pela Granja), as aves começaram a receber luz artificial, sendo submetidas a um programa de 17 horas de luz e 7 horas de escuro. As aves mais velhas, com 54 semanas de idade seguiram o mesmo programa.

3.3.2. COLETA DOS OVOS

A coleta diária dos ovos foi feita em dois horários: às 10 horas e às 15:30 horas. Os ovos foram coletados separadamente e anotados na ficha de produção diária, de acordo com as repetições e tratamentos.

3.3.3. ARRAÇOAMENTO

O arraçoamento das aves foi feito duas vezes ao dia, sendo o primeiro trato às 8 horas e o segundo às 15 horas. As rações foram fornecidas à vontade para as aves.

3.4. RAÇÕES

Para as formulações das rações e os cálculos dos níveis nutricionais foram considerados os valores nutricionais estabelecidos nas Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2005). A composição das rações e seus respectivos níveis nutricionais calculados encontram-se nas tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4. Composição das rações experimentais

| INGREDIENTES/ FONTE LIPÍDICA | RAÇÕES | | | |
|---------------------------------|--------|----------|---------|----------|
| | SOJA | GIRASSOL | LINHAÇA | CONTROLE |
| Milho | 52,40 | 52,40 | 52,40 | 66,20 |
| Farelo de soja | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 19,20 |
| Farelo de trigo | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 0,00 |
| Calcário | 7,56 | 7,56 | 7,56 | 7,56 |
| Far. carne e ossos 45% | 6,40 | 6,40 | 6,40 | 6,40 |
| Inerte (palha de arroz) | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,00 |
| Sal comum | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| DL-Metionina | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Premix mineral* | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Premix vitamínico* | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Cloreto colina 60% | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Óleo de soja | 3,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Óleo de girassol | 0,00 | 3,40 | 0,00 | 0,00 |
| Óleo de linhaça | 0,00 | 0,00 | 3,40 | 0,00 |

*Premix Vaccinar: vitamina A – 5.000.000 UI, vitamina D3 – 1.250.000 UI, vitamina E – 7.500 UI, vitamina K3 – 1.000mg, vitamina B1 – 1.000mg, vitamina B2 – 2.000mg, vitamina B6 – 2.000mg, vitamina B12 – 7.500mcg, niacina – 15.000mg, ácido pantotênico – 8.000mg, biotina – 30mg, ácido fólico – 250mg, colina – 150.000mg, selênio – 90mg, iodo – 350mg, ferro – 20.000mg, cobre – 5.000mg, manganês – 39.000mg, zinco – 27.500mg, BHT – 500mg.

Tabela 5. Níveis nutricionais calculados das rações experimentais

| NUTRIENTES | RAÇÕES | |
|------------------------|----------|-----------------|
| | CONTROLE | ÓLEOS VEGETAIS* |
| Cálcio (%) | 3,82 | 3,82 |
| EM (Kcal/kg) | 2805 | 2810 |
| Extrato etéreo (%) | 3,5 | 6,7 |
| Fósforo disponível (%) | 0,46 | 0,48 |
| Lisina digestível (%) | 0,75 | 0,74 |
| Matéria seca (%) | 88,56 | 89,15 |
| MET + CIS DIG. (%) | 0,64 | 0,63 |
| Metionina DIG. (%) | 0,39 | 0,39 |
| Proteína bruta (%) | 17,03 | 17,08 |
| Sódio (%) | 0,19 | 0,18 |

3.5. AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO PRODUTIVO

foram coletados, identificados e pesados em balança de precisão de 0,01g, para obtenção do peso médio dos ovos de acordo com as repetições e tratamentos.

3.5.1. CONSUMO DE RAÇÃO

O cálculo do consumo de ração foi obtido a partir da quantidade oferecida na semana, menos as sobras ao final de cada semana. Foi calculado o consumo médio diário de acordo com as repetições e tratamentos, e foi considerado o número de aves mortas na semana.

3.5.5. PESO CORPORAL

No início dos dois experimentos, as aves foram selecionadas de acordo com as características externas, para eliminar aquelas "fora de postura". Após esta classificação, as aves de cada repetição foram pesadas e, ao final do experimento foi feita nova pesagem para avaliar o comportamento do ganho de peso.

3.5.2. CONVERSÃO ALIMENTAR

O cálculo de conversão alimentar (quilo de ração consumida/dúzia de ovos) foi obtida dividindo o consumo de ração semanal e a produção acumulada de ovos na semana, de acordo com as repetições e tratamentos.

3.6. AVALIAÇÕES DE QUALIDADE DO OVO

As avaliações da qualidade dos ovos dos experimentos I e II, respectivamente, foram realizadas na quarta semana após o início do experimento. Foram utilizados 30 ovos de cada tratamento, tomados ao acaso, sendo coletados cinco ovos de cada uma das seis repetições. As avaliações foram feitas no mesmo dia da postura. Os mesmos ovos foram utilizados para todas as avaliações de qualidade do ovo.

3.5.3. PRODUÇÃO DE OVOS

A produção de ovos foi registrada diariamente, de acordo com as repetições e os tratamentos e, posteriormente, calculada a porcentagem de postura.

3.5.4. PESO MÉDIO DOS OVOS

No último dia de cada semana e durante oito semanas (período de duração dos experimentos), todos os ovos produzidos

As análises foram as seguintes: porcentagens de gema, albúmen e casca, sólidos totais da gema, Unidades Haugh (UH) e pH do albúmen, e cor da gema.

Estas avaliações foram realizadas no Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal (DTIPOA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

3.6.1. PORCENTAGENS DE GEMA, ALBÚMEN E CASCA

As avaliações das proporções da gema, albúmen e casca em relação ao peso do ovo foram realizadas na quarta semana após o início dos tratamentos. Estas avaliações foram feitas com 30 ovos de cada tratamento, tomados ao acaso, sendo coletados cinco ovos de cada uma das seis repetições.

Após as pesagens individuais em balança analítica digital de precisão (Balança Analítica Digital Gehaka BG 1000), os ovos foram quebrados, separando o albúmen, a gema e a casca. A separação das gemas foi feita manualmente e as mesmas foram pesadas individualmente. As cascas, depois de lavadas em água corrente para retirada de resíduos do albúmen, foram deixadas à temperatura ambiente durante 48 horas, e pesadas individualmente. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso do ovo inteiro e o peso da gema, mais o peso da casca:

Peso albúmen = peso do ovo inteiro – (peso da gema + peso da casca)

3.6.2. SÓLIDOS TOTAIS DA GEMA

Para realização destas análises, foram feitas cinco repetições em *pool* de gemas separadas para cada tratamento. Cada *pool* foi composto de um ovo de cada uma das seis repetições do tratamento. Estes foram devidamente congelados para posterior análise. As avaliações de sólidos totais da gema foram realizadas segundo Brasil (1999).

3.6.3. UNIDADES HAUGH (UH)

Foram coletados 30 ovos de cada tratamento, sendo cinco repetições de seis ovos cada. Os ovos foram pesados individualmente, e quebrados para medição da altura do albúmen, utilizando um aparelho específico para este tipo de medida (medidor de Unidades Haugh - Ames, modelo S-8400, Massachussets, EUA) (Haugh, 1937).

Com os dados de peso do ovo e altura do albúmen, a UH foi obtida pela fórmula:

$$UH = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{G(30W^{0,37} - 100)}}{100} \right] + 1,9$$

em que:

H = altura do albúmen denso (milímetros);

G = constante gravitacional de valor 32;

W = peso do ovo (gramas), conforme Brant et al. (1951).

3.6.4. pH DO ALBÚMEN

A avaliação do pH do albúmen foi feita com o uso de um medidor de pH digital (Medidor de pH digital PG1800, Gehaka). Antes do início das análises, o medidor de pH foi calibrado com soluções padrão ácida e básica (Brasil, 1999). Os ovos utilizados para avaliar o pH foram os mesmos utilizados para determinação da UH. Depois de medida a altura do albúmen, os ovos foram colocados em recipientes plásticos devidamente identificados com o número e o tratamento correspondente, e então foi feita a medição do pH.

3.6.5. COLORAÇÃO DA GEMA

A coloração das gemas foi feita utilizando o leque colorimétrico (DS YOLK COLOR FUN, 2005 – HMB 51548). Imediatamente após o

ovo ser quebrado, a cor da gema foi comparada com a cor correspondente mais próxima da paleta de cores, que varia de 1 a 15. Estas avaliações foram feitas pelas mesmas pessoas, sempre no mesmo local, a fim de evitar variações, principalmente por ser uma análise subjetiva.

3.7. COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DAS FONTES DE ÓLEO, DAS RAÇÕES E DAS GEMAS

Foram realizadas as análises de ácidos graxos de todos os óleos utilizados nas rações, como também das rações experimentais.

Uma amostra de cada óleo foi coletada e analisada para composição de ácidos graxos. Um pool de cada ração foi coletado e analisado quanto a sua composição de ácidos graxos.

Os ovos utilizados para as análises de ácidos graxos foram coletados 30 dias após o início dos tratamentos. As amostras foram formadas por um *pool* de seis gemas, as quais foram congeladas e armazenadas até o momento das análises. Cada *pool* foi considerado uma repetição, e cada tratamento, constituído por três repetições. O protocolo de extração foi o rotineiramente utilizado pelo Laboratório de Óleos e Gorduras da UNICAMP, como descrito a seguir.

3.7.1. ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS

As amostras foram submetidas a algumas reações descritas abaixo, para obtenção do éster utilizado para leitura em cromatógrafo gasoso.

Das amostras dos óleos foram pesadas 0,05g em tubo de ensaio com tampa. Foram adicionados 4mL de reagente de saponificação (KOH + metanol), homogeneizados em vortex, colocados em banho de água (modelo RC20, MGW Lauda) por 5 minutos e em seguida em banho de gelo para esfriar. A esta mistura foram adicionados 5mL do reagente de esterificação, novamente homogeneizados

em vortex e colocados em banho de água por mais 5 minutos e banho de gelo até esfriar. Na última etapa deste processo, foram colocados 4mL de NaCl saturado e 5mL de éter de petróleo, agitados e posteriormente, quando as fases destas amostras já estavam separadas, foi coletada a fase superior e colocada em tubos próprios para leitura no cromatógrafo gasoso.

3.7.2. ÁCIDOS GRAXOS DAS RAÇÕES

Para fazer a composição de ácidos graxos das amostras de ração primeiramente foi realizada a hidrólise ácida das amostras, para obtenção da gordura da ração.

Para fazer a hidrólise ácida pesou-se 2g de ração em um becker, que foram colocados na estufa a 110°C por 1 hora para secar as amostras. As estas amostras secas foram acrescentados 45 mL de água morna destilada e 55mL de ácido clorídrico 2:1, agitadas, com auxílio de uma bagueta, tampadas com vidro de relógio e colocadas em chapa de aquecimento (200 – 300°C) até que ocorresse a digestão completa das amostras. Após esta etapa, as amostras foram filtradas individualmente em papel filtro, lavando o becker e a bagueta utilizada, sendo o filtrado lavado com água morna, desprezando o líquido restante, e cada um destes filtros foi colocado em uma placa de Petri e submetidos ao calor em estufa a 105°C por 1 hora para secar. Cada papel filtro de cada amostra foi colocado em cartucho de extração da gordura. Estes cartuchos por sua vez, foram colocados no extrator de Butt (Tecnal - Sebelim TE-188) por 6 horas, utilizando éter de petróleo como solvente. Os balões contendo a gordura foram colocados em estufa de 105°C por 1 hora e pesados. A quantidade de gordura (em porcentagem) foi obtida pela seguinte fórmula:

$$\text{Porcentagem de gordura} = (A-B \times 100) / C$$

Onde: A: é peso do balão com amostra seca
B é o peso do balão vazio
C é o peso da amostra úmida.

Após a hidrólise ácida e obtenção da gordura das rações, estas foram submetidas à extração do éster seguindo protocolo de composição dos óleos.

3.7.3. ÁCIDOS GRAXOS DAS GEMAS

Após a homogeneização, 5g de gema foram misturadas com 15g de sulfato de sódio para secagem. Esta gema com sulfato de sódio foi misturada em um cadinho até que se transformasse em um pó bem claro sem a presença de qualquer grumo de gema.

Para a preparação do éster, foi tomada uma amostra de 300mg da mistura gema e sulfato de sódio (em duplicata), a qual foi adicionada 4 mL de uma solução de ácido sulfúrico a 4% em metanol que foram agitados em vortex até a obtenção de uma mistura homogênea. Em seguida adicionou-se gás nitrogênio até quantidade suficiente para gelar a amostra e esta foi novamente agitada em vortex por mais 15 segundos. Os tubos bem fechados foram colocados em bloco de aquecimento a 110°C por 1 hora, agitando novamente em vortex a cada 20 minutos. Após 1 hora no bloco de aquecimento os tubos com as amostras foram colocados em banho de gelo para que esfriassem. Depois de fria, foi adicionado em cada uma das amostras 1 mL de água destilada e 1 mL de hexano, estas foram agitadas e colocadas em centrífuga de mesa por 2 minutos para separação das fases. Com pipeta de Pasteur, a primeira fase, a qual continha a gordura extraída foi retirada e colocada em tubos próprios para posterior injeção das amostras no cromatógrafo gasoso.

3.7.4. LEITURA DAS AMOSTRAS

As leituras das amostras dos óleos, das rações e das gemas foram feitas em cromatógrafo gasoso (Cromatógrafo Gasoso Capilar – CGC AGILENT 6850 SERIES GC SYSTEM) em coluna capilar metilpolisiloxane (DB-23 AGILENT, 50% cyanopropyl) de comprimento de 60 m, Ø int: 0,25 mm, 0,25 µm filme. O tempo de corrida de cada amostra no cromatógrafo foi de aproximadamente 60 minutos. Os gases presentes no cromatógrafo utilizados para as leituras foram o nitrogênio (gás de arraste), o hidrogênio, o hélio e o ar sintético, sendo o hélio o gás de arraste. As condições de operação do cromatógrafo foram as seguintes: fluxo coluna = 1,00 mL/min.; velocidade linear = 24 cm/seg.; temperatura do detector = 280°C; temperatura do injetor: 250°C; temperatura do forno: 110°C – 5 minutos, 110 – 215°C (5°C/min), 215°C – 24 minutos; volume injetado do gás de arraste: 1,0 µL. Entre uma amostra e outra foi feita automaticamente, uma limpeza do cromatógrafo com isopropanol e éter de petróleo.

Os ácidos graxos foram identificados através da comparação dos tempos de retenção de cada ácido graxo das amostras e daqueles encontradas no padrão utilizado, de composição conhecida (VOTAG[®]). As áreas de pico e as porcentagens foram calculadas utilizando um software.

O quadro 1 descreve o nomenclatura dos ácidos graxos encontrados nas amostras de óleos, rações e gemas de ovo.

Quadro 1. Nomenclatura química e descrição dos ácidos graxos identificados nas amostras de gema de ovo

| NOME QUÍMICO | NOME COMUM |
|--------------|--------------------------------------|
| C12:0 | Ácido láurico |
| C14:0 | Ácido mirístico |
| C15:0 | Ácido pentadecanóico |
| C16:0 | Ácido palmítico |
| C16:1 | Ácido palmitoléico |
| C17:0 | Ácido margárico |
| C17:1 | Ácido margaroléico ou heptadecenóico |
| C18:0 | Ácido esteárico |
| C18:1T | Ácido oléico trans |
| C18:1 | Ácido oléico |
| C18:2T | Ácido linoléico trans |
| C18:2 | Ácido linoléico |
| C18:3T | Ácido linolênico trans |
| C18:3 | Ácido linolenico |
| C18:4 | Ácido estearidônico |
| C20:0 | Ácido araquídico |
| C20:1 | Ácido gadoléico |
| C20:3 | Ácido eicosatrienóico |
| C20:4 | Ácido araquidônico |
| C22:0 | Ácido docosanóico |
| C20:5 | Ácido eicosapentanóico – EPA |
| C24:0 | Ácido tetracosanóico |
| C22:5 | Ácido docosapentanóico - DPA |
| C22:6 | Ácido docosahexaenóico - DHA |

3.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram feitas de acordo com Sampaio (2002).

3.8.1. DESEMPENHO PRODUTIVO

O delineamento experimental para as avaliações do consumo de ração, conversão alimentar, produção de ovos, peso dos ovos e ganho ou perda de peso das aves foi inteiramente ao acaso, constituído por quatro tratamentos com seis repetições de 24 aves cada, posicionados inteiramente ao acaso dentro do galinheiro. As médias foram avaliadas pelo teste SNK - Student-Newmann-Kewls.

3.8.2. QUALIDADE DOS OVOS

O delineamento experimental para as avaliações de porcentagem de casca, gema e albúmen, sólidos totais da gema,

Unidades Haugh e pH foi inteiramente ao acaso, constituído por quatro tratamentos com 30 repetições, sendo que cada ovo foi considerado como uma repetição. As médias foram comparadas pelo teste SNK - Student-Newmann-Kewls.

A cor da gema, por ter sua avaliação feita de forma subjetiva, foi submetida à análise estatística não paramétrica, pelo método de Kruskal Wallis.

3.8.3. COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS NAS GEMAS

O delineamento experimental para as avaliações de ácidos graxos na gema foi inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 4x2, ou seja, quatro tratamentos (ração contendo óleo de soja, óleo de girassol, óleo de linhaça e ração controle) e duas idades das galinhas (novas e velhas). As comparações entre as médias foram feitas

pelo método de SNK - Student-Newmann-Kewls.

O ácido graxo araquídico (C20:0) foi transformado pela fórmula ARSEN (RAIZ (20:0/100)), por não apresentar distribuição normal dos dados originais.

Os valores referentes ao ácido graxo tetracosanóico (C24:0) não apresentaram distribuição normal, sendo avaliados pela estatística não paramétrica, pelo método de Kruskal Wallis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS E DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS

Os óleos e as rações foram analisados quanto à composição de ácidos graxos pelo Laboratório de Óleos e Gorduras da Unicamp, antes do início do experimento. A composição das fontes lipídicas e das rações são apresentadas nos quadros 2 e 3, respectivamente.

De acordo com o quadro 2, nota-se que os óleos de soja e girassol apresentam porcentagens consideravelmente mais altas de ácido linoléico na sua composição em relação ao óleo de linhaça. O óleo de linhaça, por sua vez, é fonte rica em ácido graxo linolênico, precursor dos ácidos graxos PUFA da cadeia n-3, altamente desejáveis para a alimentação humana, devido aos seus benefícios, tanto para o desenvolvimento fetal, quanto para a prevenção de doenças em adultos como doenças circulatórias e degenerativas. Os valores apresentados da composição em ácidos graxos de cada óleo estão de acordo com a composição destes óleos publicados pela ANVISA (ANVISA, 2006).

Pode-se observar que as rações analisadas seguem a mesma composição de ácidos graxos apresentadas pelos óleos. As rações controle, ração contendo óleo de soja e óleo de girassol apresentaram porcentagens elevadas em ácidos graxos da cadeia n-6 e a ração contendo óleo de linhaça, rica em ácidos graxos n-3, apresentou altas porcentagens de ácido linolênico, PUFA e ótima relação n-6:n-3.

Quadro 2. Perfil de ácidos graxos dos óleos vegetais (soja, girassol e linhaça) utilizados nos experimentos

| Ácido Graxo | Óleo de Soja (%) | Óleo de Girassol (%) | Óleo de Linhaça (%) |
|--------------------|------------------|----------------------|---------------------|
| C14:0 | 0,08 | 0,07 | 0,06 |
| C16:0 | 10,97 | 6,13 | 6,42 |
| C16:1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| C18:0 | 3,62 | 3,58 | 5,34 |
| C18:1 | 21,09 | 33,43 | 20,36 |
| C18:2 <i>trans</i> | 0,00 | 0,16 | 0,00 |
| C18:2 | 54,64 | 54,74 | 14,22 |
| C18:3 <i>trans</i> | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| C18:3 | 8,40 | 0,24 | 52,66 |
| C20:0 | 0,35 | 0,31 | 0,19 |
| C20:1 | 0,18 | 0,18 | 0,12 |
| C22:0 | 0,43 | 0,76 | 0,18 |
| C24:0 | 0,14 | 0,30 | 0,12 |
| SATURADOS | 15,59 | 11,15 | 12,31 |
| MUFA | 21,37 | 33,71 | 20,58 |
| PUFA | 63,04 | 55,14 | 67,11 |
| TRANS | 0,0 | 0,16 | 0,22 |
| n-6 | 54,64 | 54,74 | 14,22 |
| n-3 | 8,40 | 0,24 | 52,66 |

Quadro 3. Perfil de ácidos graxos das rações utilizadas nos experimentos

| ÁCIDO GRAXO | RAÇÕES | | | |
|--------------------|--------------|------------------|-----------------|----------|
| | ÓLEO DE SOJA | ÓLEO DE GIRASSOL | ÓLEO DE LINHAÇA | CONTROLE |
| C12:0 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 4,95 |
| C14:0 | 0,50 | 0,47 | 0,46 | 2,62 |
| C15:0 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,14 |
| C16:0 | 14,88 | 12,53 | 13,05 | 16,58 |
| C16:1 | 0,45 | 0,47 | 0,45 | 0,63 |
| C17:0 | 0,27 | 0,25 | 0,24 | 0,36 |
| C17:1 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,14 |
| C18:0 | 5,53 | 5,37 | 6,08 | 8,04 |
| C18:1 <i>trans</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| C18:1 | 26,57 | 32,80 | 25,77 | 27,49 |
| C18:2 <i>trans</i> | 0,14 | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| C18:2 | 45,27 | 44,07 | 29,22 | 34,04 |
| C18:3 <i>trans</i> | 0,14 | 0,00 | 0,13 | 0,00 |
| C18:3 | 3,75 | 1,59 | 22,67 | 1,70 |
| C18:4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| C20:0 | 0,43 | 0,39 | 0,37 | 0,50 |
| C20:1 | 0,26 | 0,25 | 0,21 | 0,22 |
| C20:3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C20:4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C22:0 | 0,39 | 0,51 | 0,27 | 0,29 |
| C20:5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C24:0 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,28 |
| C22:5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C22:6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| SATURADOS | 22,42 | 33,62 | 26,52 | 28,47 |
| MUFA | 27,39 | 33,62 | 26,52 | 28,47 |
| PUFA | 49,03 | 45,66 | 51,89 | 35,83 |
| TRANS | 0,28 | 0,11 | 0,13 | 0,20 |
| n-6 | 45,27 | 44,07 | 29,22 | 34,04 |
| n-3 | 3,75 | 1,59 | 22,67 | 1,70 |
| n-6:n-3 | 12,06 | 27,78 | 1,29 | 20,07 |

4.2. EXPERIMENTO I

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS À DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS NOVAS SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DO OVO.

4.2.1. DESEMPENHO PRODUTIVO

Os dados referentes ao consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PR), peso do ovo (PO) e ganho ou perda de peso das aves (GP) de acordo

com as fontes lipídicas, se encontram na tabela 6.

A adição ou não de óleos vegetais na dieta das poedeiras novas (entre 20 e 28 semanas de idade) não teve efeito sobre o consumo de ração, conversão alimentar, produção de ovos, e ganho ou perda de peso das aves. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Whitehead et al. (1993), Scheideler et al. (1998), Baucells et al. (2000), Grobas et al. (2001) e Galobart et al. (2001), os quais concluíram que a fonte de lipídios não afeta o desempenho produtivo de poedeiras em início de postura,

quando se utilizam rações isonutritivas (tab. 5). Entretanto, Santos (2005) observou que poedeiras alimentadas com ração contendo 4% de óleo de linhaça tiveram uma diminuição no consumo em relação àquelas que receberam rações formuladas com óleo de soja e óleo de algodão nos mesmos

níveis. Também, Novak e Scheideler (2001) obtiveram diferença estatística ($p < 0,05$) no consumo de ração, observando maior consumo para aves alimentadas com dieta contendo óleo de linhaça em relação àquelas que receberam dieta controle.

Tabela 6. Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PR), peso do ovo (PO) e ganho ou perda de peso corporal das poedeiras novas (GP) de acordo com a fonte lipídica da dieta

| Fonte Lipídica | CR (g/ave/dia) | CA (Kg/dz) | PR (%) | PO (g) | GP (g) |
|------------------|-------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Óleo de soja | 95,72a | 1,40a | 86,62a | 54,52a | -23,37a |
| Óleo de girassol | 95,62a | 1,40a | 86,42a | 54,58a | +4,86a |
| Óleo de linhaça | 96,07a | 1,40a | 87,04a | 54,26a | -6,33a |
| Controle | 93,29a | 1,40a | 84,87a | 53,45b | -40,28a |
| CV (%) | 4,18 | 3,51 | 3,58 | 1,01 | 22,89 |

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

CV = coeficiente de variação

- perda de peso; + ganho de peso

Independente da fonte lipídica, as aves alimentadas com rações adicionadas de óleos vegetais produziram ovos significativamente mais pesados do que aquelas que receberam a ração controle, sem adição de óleos ($p < 0,05$). Se for levado em consideração as porcentagens de extrato etéreo presentes nas rações experimentais, pode-se fazer uma relação destes com o peso do ovo de poedeiras jovens. Poedeiras alimentadas com ração contendo óleos vegetais, com níveis de extrato etéreo na ração de 6,7% botaram ovos com maior peso do que aquelas alimentadas com ração controle, contendo 3,5% de extrato etéreo. Os diferentes óleos adicionados às rações não tiveram efeito sobre o peso dos ovos.

Os resultados deste experimento estão de acordo com os encontrados por Whitehead et al. (1991), Keshavarz e Nakajima (1995), Grobas et al. (1999) e Grobas et al. (2001), que também observaram aumento de peso dos ovos produzidos por galinhas tratadas com rações adicionadas de fontes de lipídios, indicando que a adição de fontes lipídicas na ração das poedeiras é suficiente para promover o aumento de peso dos ovos de poedeiras jovens, independente da

composição de ácidos graxos da dieta. Segundo Keshavarz e Nakajima (1995), este aumento do peso do ovo pode estar relacionado com o aumento da disponibilidade dos nutrientes, em consequência da diminuição da taxa de passagem da ingesta, pela presença do óleo.

Mas, segundo Grobas et al. (2001), as galinhas alimentadas com rações contendo óleo de soja produziram ovos mais pesados do que aquelas que receberam rações às quais foram adicionados sebo bovino, óleo de linhaça e azeite de oliva. O efeito da inclusão de fontes lipídicas na dieta das poedeiras sobre o peso dos ovos, observados em poedeiras jovens, pode ser atribuído à composição de ácidos graxos insaturados das dietas, que parecem aumentar a síntese de lipoproteínas e sua deposição no óvulo (Grobas et al., 1999). Por outro lado, Keshavarz e Nakajima (1995), Scheideler et al. (1998) e Galobart et al. (2001) não observaram efeitos significativos da adição de fontes de lipídios na dieta das poedeiras sobre o peso do ovo. Pelos dados observados, pode-se concluir que a porcentagem de ácido linoléico (C18:2) adicionado à ração das poedeiras

não influencia diretamente o peso do ovo, porém, deve-se ter na composição das rações uma porcentagem mínima de deste ácido graxo (C18:2).

Quanto ao comportamento de ganho ou perda de peso corporal observado na tabela 6 verifica-se que só as aves que receberam a ração com óleo de girassol tiveram pequeno ganho de peso. Mas, as diferenças entre ganhos e perdas de peso não foram significativas ($p>0,05$). Também, Santos (2005), avaliando a adição de fontes de óleo e porcentagem de inclusão desses na ração, observou perda de peso das aves durante o experimento. Provavelmente, este fato seja devido ao rápido aumento da postura quando o consumo de ração ainda não atingiu seu pico. Outros autores, como Baucells et al. (2000), Grobas et al. (2001) e Novak e Scheideler (2001), avaliaram a influência de diferentes fontes lipídicas na dieta de poedeiras jovens, observando ganho de peso corporal durante o período experimental, mas, sem influência dos tratamentos. Por sua vez, Keshavarz e Nakajima (1995), observaram maior ganho de peso das galinhas alimentadas com dietas as quais foram adicionadas óleos em relação àquelas tratadas com dieta controle, sem adição de óleos.

4.2.2. PORCENTAGEM DE GEMA, ALBÚMEN E CASCA

As porcentagens de gema, albúmen e casca de acordo com as fontes lipídicas são apresentadas na tabela 7.

Com relação à porcentagem de gema dos ovos (tab.7), foi observado que as galinhas tratadas com ração contendo óleo de soja produziram ovos com maior porcentagem de gema do que aquelas alimentadas com ração contendo óleo de linhaça ($p<0,05$). Nesta tabela, verifica-se também que as porcentagens de gema dos ovos produzidos pelas aves alimentadas com as rações contendo os óleos de soja e de girassol, e ração sem adição de óleo foram estatisticamente semelhantes ($p>0,05$). Também não foram constatadas diferenças significativas entre as porcentagens de gemas dos ovos produzidos pelas galinhas que receberam as rações contendo óleo de girassol, linhaça e a ração controle ($p>0,05$). De acordo com Keshavarz e Nakajima (1995) a adição de fonte lipídica na ração 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.

Tabela 7. Porcentagens de gema, albúmen e casca dos ovos de poedeiras novas de acordo com as fontes lipídicas da dieta

| Fonte Lipídica | Gema (%) | Albúmen (%) | Casca (%) |
|------------------|----------|-------------|-----------|
| Óleo de soja | 22,76a | 67,08a | 10,16a |
| Óleo de girassol | 22,52ab | 68,15a | 9,33a |
| Óleo de linhaça | 21,88b | 68,05a | 10,07a |
| Controle | 22,49ab | 67,69a | 9,82a |
| CV (%) | 2,00 | 1,31 | 5,74 |

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

As porcentagens de albúmen e casca dos ovos não foram afetadas em função das fontes lipídicas utilizadas nas rações ($p>0,05$). Este comportamento também foi verificado por Scheideler et al. (1998), uma vez que praticamente toda a gordura do ovo se encontra na gema.

4.2.3. SÓLIDOS TOTAIS DA GEMA

Os dados percentuais de sólidos totais da gema são apresentados na tabela 8. As diferentes fontes de lipídios adicionadas às rações não tiveram efeitos significativos ($p>0,05$) sobre as porcentagens de sólidos totais da gema.

Tabela 8. Porcentagem de sólidos totais da gema dos ovos de poedeiras novas de acordo com as fontes lipídicas

| Fonte Lipídica | Sólidos Totais da Gema (%) |
|------------------|----------------------------|
| Óleo de soja | 51,59 |
| Óleo de girassol | 51,47 |
| Óleo de linhaça | 50,30 |
| Controle | 50,28 |
| CV (%) | 2,96 |

4.2.4. UNIDADES HAUGH (UH), pH DO ALBÚMEN E COR DA GEMA

Os valores de UH, pH e cor da gema de acordo com as fontes lipídicas utilizadas nas rações são apresentados na tabela 9. Não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) devido às fontes lipídicas

adicionadas às dietas para UH e pH. Estes resultados corroboram com os observados por Grobas et al. (2001), que trabalhando com adição de óleos de peixe, soja, girassol, linhaça, canola e sebo bovino na ração de poedeiras, também não observaram efeitos sobre essas variáveis.

Tabela 9. Valores de Unidades Haugh (UH), pH e cor da gema dos ovos das poedeiras novas de acordo com a fonte lipídica

| Fonte Lipídica | UH | pH | Cor da gema |
|------------------|---------|-------|-------------|
| Óleo de soja | 99,40a | 8,33a | 7,00ab |
| Óleo de girassol | 99,00a | 8,34a | 7,10a |
| Óleo de linhaça | 98,68a | 8,35a | 6,70ab |
| Controle | 101,75a | 8,36a | 6,43b |
| CV (%) | 2,00 | 0,99 | 4,64 |

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

Os altos valores de UH observados neste experimento estão relacionados à idade das aves. Os ovos de galinhas novas, normalmente, têm valores mais altos de UH em comparação aos ovos de galinhas mais velhas, independente da dieta. Isso se deve ao fato das galinhas novas serem mais eficientes na deposição das proteínas do albúmen e das pontes dissulfídicas que ligam as proteínas entre elas, formando uma rede menos estável e consequentemente, levando a um albúmen denso de menor altura, diminuindo os valores de UH.

Os valores de pH do albúmen de ovos recém postos podem variar de 7,5 a 8,5, segundo Romanoff e Romanoff (1949) e Xavier et al. (2008). Os valores de pH do albúmen dos ovos analisados neste experimento se encontram nesta faixa, independente das fontes lipídicas utilizadas nas rações. Segundo Xavier et al. (2008), o

valor de pH dos ovos varia mais em função do tempo e temperatura de armazenamento.

A coloração da gema foi influenciada pelos diferentes óleos adicionados à ração (tab. 9), sendo mais intensa quando se utilizou o óleo de girassol, e superior ($p<0,05$) à coloração das gemas dos ovos produzidos pelas aves que não receberam ração contendo óleo vegetal. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre a cor das gemas dos ovos produzidos pelas aves que receberam as rações com adição de óleo de soja, óleo de linhaça e sem óleo. Uma vez que fontes adicionais de carotenóides não foram adicionadas na ração, a possibilidade de que a adição de fonte lipídica na dieta das poedeiras aumentaria a absorção destes compostos não pode ser considerada. Grobas et al. (2001) utilizando óleos de peixe, soja, girassol, linhaça, canola, sebo

bovino na ração de poedeiras, não verificaram influência da adição destas fontes de lipídios na cor da gema, assim como Lee et al. (2001), que também não encontraram efeito da adição de óleo de milho na dieta de poedeiras sobre a cor da gema. Uma vez que os carotenóides são lipossolúveis e conseqüentemente absorvidos no intestino juntamente com os lipídios, variações na coloração da gema poderiam ser observadas quando fontes adicionais de carotenóides fossem incorporadas na composição das rações experimentais.

4.3. EXPERIMENTO II

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS À DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS VELHAS SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DO OVO

4.3.1. DESEMPENHO PRODUTIVO

Os dados de desempenho produtivo referentes ao consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PR), peso dos ovos (PO) e ganho ou perda de peso corporal (GP), de acordo com as fontes lipídicas utilizadas estão descritos na tabela 10.

Tabela 10. Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PR), peso do ovo (PO) e ganho ou perda de peso das poedeiras velhas (GP) de acordo com as fontes lipídicas

| Fonte Lipídica | CR (g/ave/dia) | CA (Kg/dz) | PR (%) | PO (g) | GP (g)* |
|------------------|-------------------|---------------|-----------|-----------|------------|
| Óleo de soja | 112,56 | 1,62 | 87,75 | 63,77 | -70,58 |
| Óleo de girassol | 111,24 | 1,56 | 89,69 | 63,91 | -88,74 |
| Óleo de linhaça | 111,49 | 1,59 | 88,22 | 63,64 | -94,00 |
| Controle | 109,22 | 1,56 | 88,38 | 62,50 | -99,35 |
| CV (%) | 3,77 | 3,88 | 3,88 | 1,56 | 36,69 |

*(-) - perda de peso

Whitehead et al. (1991) e Grobas et al. (1999) observaram comportamento semelhante, comparando a idade das galinhas e peso dos ovos. Galinhas novas

Independente da adição ou não de fonte de lipídios na ração das poedeiras velhas (entre 54 e 62 semanas de idade), não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) nos parâmetros de produção como consumo de ração, conversão alimentar, produção de ovos, peso do ovo e peso das poedeiras.

Meluzzi et al. (2000), Novak e Scheideler (2001), Mazalli et al. (2004a), avaliando o efeito da adição de fontes lipídicas na ração de poedeiras mais velhas, também não observaram diferença nos dados de desempenho produtivo, principalmente quando as rações fornecidas às galinhas poedeiras foram isonutritivas.

Em relação ao peso do ovo, uma vez que as poedeiras velhas receberam ração isonutritiva, balanceada com níveis nutricionais adequados e com quantidade suficiente de ácido linoléico, ajustado ao seu requerimento nutricional mínimo diário, o aumento do peso do ovo em decorrência da adição de fonte lipídica na ração das poedeiras não era esperado. Considerando os níveis de extrato etéreo presentes nas rações, estes também não tiveram influência sobre o peso do ovo de poedeiras velhas.

quando alimentadas com dieta contendo fonte de lipídios produziram ovos maiores, porém, este efeito da dieta sobre o peso do ovo não se repetiu em poedeiras velhas.

Porém, ao contrário do observado nesse experimento, Grimes et al. (1996) e Novak e Scheideler (2001) observaram efeito positivo do uso de fonte lipídica na ração de poedeiras velhas em relação ao peso dos ovos, o qual foi maior em comparação àqueles produzidos por galinhas que receberam dieta sem adição de fonte lipídica.

Durante o período experimental, observou-se uma perda de peso corporal das poedeiras (tab. 10), sem diferença significativa ($p>0,05$) entre as fontes lipídicas utilizadas na dieta. Bean e Leeson (2003) também observaram perda de peso

corporal em aves velhas, alimentadas com rações adicionadas de óleos vegetais. Entretanto, Novak e Scheideler (2001) observaram ganho de peso corporal de todas as aves do experimento independente da dieta e da adição ou não de fonte lipídica na ração das poedeiras.

4.3.2. PORCENTAGEM DE CASCA, GEMA E ALBÚMEN

As porcentagens de gema, albúmen e casca dos ovos de galinhas velhas (tab. 11) não foram afetadas pela adição de óleos vegetais na dieta das poedeiras.

Tabela 11. Porcentagem de gema, albúmen e casca dos ovos de poedeiras velhas de acordo com as fontes lipídicas

| Fonte Lipídica | Gema (%) | Albúmen (%) | Casca (%) |
|------------------|----------|-------------|-----------|
| Óleo de soja | 25,18 | 65,76 | 9,06 |
| Óleo de girassol | 25,66 | 65,32 | 9,02 |
| Óleo de linhaça | 26,02 | 64,89 | 9,09 |
| Controle | 26,13 | 64,82 | 9,05 |
| CV (%) | 2,97 | 1,38 | 2,83 |

Estes dados concordam com March e Macmillan (1990), Grobas et al. (1999), Bean e Leeson (2003) e Mazalli et al. (2004a), que avaliando a adição de óleos na ração de poedeiras velhas sobre os componentes do ovo não encontraram nenhum efeito significativo, concluindo que as características nutricionais do ovo podem ser afetadas, mas não o tamanho do ovo e seus componentes.

4.3.3. SÓLIDOS TOTAIS DA GEMA

O percentual de sólidos totais da gema dos ovos de acordo com a fonte lipídica utilizada nas rações é apresentado na tabela 12. A adição ou não de óleos vegetais na ração de poedeiras velhas não causou efeito na porcentagem de sólidos totais da gema ($p>0,05$). Não foram encontrados dados na literatura sobre este assunto.

Tabela 12. Porcentagem de sólidos totais das gemas de ovos das poedeiras velhas conforme as fontes lipídicas da dieta

| Fonte Lipídica | Sólidos Totais da Gema (%) |
|------------------|----------------------------|
| Óleo de soja | 51,28 |
| Óleo de girassol | 51,02 |
| Óleo de linhaça | 51,69 |
| Controle | 50,86 |
| CV (%) | 1,18 |

4.3.4. UNIDADES HAUGH (UH), PH DO ALBÚMEN E COR DA GEMA

Os valores de UH, pH e cor da gema de acordo com a fonte lipídica utilizada estão descritos na tabela 13.

A inclusão de óleo de linhaça, soja ou girassol na ração de poedeiras velhas não influenciou ($p>0,05$) os valores de UH, pH

do albúmen e cor da gema dos ovos. Estes dados estão de acordo com Grobas et al. (2001), que avaliando o efeito da adição de óleo de peixe, soja, girassol, linhaça, canola e sebo bovino na ração de poedeiras sobre UH, pH e cor do ovo, também não observaram qualquer influência destas fontes lipídicas para as variáveis apresentadas.

Tabela 13. Unidades Haugh (UH), pH e cor da gema de ovos das poedeiras velhas conforme a fonte lipídica

| Fonte Lipídica | UH | pH | Cor da gema |
|------------------|-------|------|-------------|
| Óleo de soja | 94,10 | 8,21 | 6,64 |
| Óleo de girassol | 94,28 | 8,29 | 6,64 |
| Óleo de linhaça | 92,82 | 8,36 | 6,84 |
| Controle | 92,12 | 8,30 | 6,64 |
| CV (%) | 2,59 | 1,19 | 5,46 |

Os valores de pH dos ovos avaliados não foram alterados com a inclusão de fontes lipídicas na dieta das poedeiras. Este valores estão de acordo com os valores de pH normalmente encontrados para ovos recém postos de galinhas poedeiras velhas, ou seja, entre 7,5 e 8,5 (Brake et al., 1997, Xavier et al., 2008).

Não houve efeito da adição de óleos vegetais na dieta das poedeiras sobre a coloração da gema de ovos de galinhas velhas ($p>0,05$). As rações fornecidas para estas aves não continham qualquer fonte adicional de corantes carotenóides, somente aqueles provenientes do milho, que foi a base das rações.

4.4. EXPERIMENTO III

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS À DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS NOVAS E VELHAS SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA GEMA

4.4.1. PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS DA GEMA

Na tabela 14 pode-se observar a composição de ácidos graxos saturados da

gema de ovos de galinhas novas e velhas de acordo com os tipos de óleo utilizados. Não houve interação entre a fonte de lipídios e a idade das poedeiras.

Independente da fonte lipídica e da idade da galinha, as concentrações dos ácido láurico (C12:0) e ácido tetracosanóico (C24:0) na gema foram semelhantes ($p>0,05$), sem diferença entre as fontes lipídicas utilizadas e a idade das poedeiras.

As porcentagens de ácido mirístico (C14:0) obtidas nas gemas produzidas pelas aves alimentadas com rações adicionadas de óleos vegetais foram semelhantes entre si, ($p>0,05$) e inferiores àquelas obtidas com o grupo controle ($p<0,05$). Observou-se também, que as gemas dos ovos das galinhas velhas tiveram a concentração deste ácido graxo maior que os das galinhas novas.

A concentração de ácido pentadecanóico (C15:0) nas gemas não foi afetada pelas fontes de óleos ou pela idade das aves. Mas, as galinhas que receberam a ração controle produziram gemas com o menor nível de C15:0.

Tabela 14. Composição percentual média de ácidos graxos saturados da gema de ovos de acordo com a fonte lipídica da dieta e idade das poedeiras

| Fonte Lipídica/ Idade | Ácidos Graxos Saturados(%) | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | C12:0 | C14:0 | C15:0 | C16:0 | C17:0 | C18:0 | C20:0 | C22:0 | C24:0 |
| Óleo soja | 0,010a | 0,332b | 0,081a | 23,639b | 0,302a | 9,459a | 0,094a | 0,043a | 0,036a |
| Óleo girassol | 0,011a | 0,329b | 0,080a | 23,689b | 0,280b | 8,768b | 0,056a | 0,045a | 0,104a |
| Óleo linhaça | 0,010a | 0,311b | 0,083a | 22,475c | 0,270b | 8,828b | 0,033a | 0,026b | 0,037a |
| Controle | 0,011a | 0,399a | 0,062b | 25,209a | 0,253c | 9,706a | 0,051a | 0,042a | 0,034a |
| Novas | 0,011a | 0,330b | 0,078a | 23,513b | 0,279a | 9,296a | 0,070a | 0,036a | 0,042a |
| Velhas | 0,010a | 0,355a | 0,074a | 23,993a | 0,273a | 9,085a | 0,047b | 0,042a | 0,064a |
| CV (%) | 14,65 | 4,40 | 13,85 | 1,54 | 3,16 | 3,16 | 38,87 | 23,68 | - |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, por tratamento ou idade, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

*C12:0 = ácido láurico; C14:0 = ácido mirístico; C15:0 = ácido pentadecanóico; C16:0 = palmítico; C17:0 = ácido margárico; C18:0 = ácido esteárico; C20:0 = araquídico; C22:0 = docosanóico; C24:0 = tetracosanóico

O nível mais baixo e o mais alto de ácido palmítico (C16:0) foram encontrados nas gemas produzidas pelas galinhas que consumiram a ração com óleo de linhaça e a ração controle, respectivamente. Enquanto as rações com os óleos de soja e girassol produziram efeitos semelhantes ($p > 0,05$), o depósito deste ácido graxo foi maior ($p < 0,05$) nas gemas produzidas pelas galinhas velhas.

Com a utilização do óleo de soja na ração houve a maior deposição de ácido margárico (C17:0) nas gemas em relação às outras rações ($p < 0,05$), sendo que a menor deposição na gema ocorreu com o uso da ração controle. Para as gemas de poedeiras tratadas com rações contendo óleo de girassol e linhaça não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para este ácido graxo. A idade das aves não afetou o nível de C17:0 nas gemas.

Quanto ao ácido esteárico (C18:0) verificou-se que os percentuais deste ácido graxo nas gemas produzidas pelas poedeiras alimentadas com as rações contendo óleo de soja e a ração controle (sem óleo adicionado) foram semelhantes entre si ($p > 0,05$) e superiores ($p < 0,05$) àqueles encontrados com a utilização dos óleos de girassol e linhaça, que, por sua vez, também foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). A idade das aves não teve efeito significativo ($p > 0,05$) sobre esta variável.

As concentrações de ácido araquídico (C20:0) não foram estatisticamente afetadas pelas diferentes rações utilizadas ($p > 0,05$). Por outro lado, os ovos das galinhas novas revelaram um maior ($p < 0,05$) nível deste ácido graxo na gema do que as galinhas velhas.

O nível do ácido docosanóico (C22:0) nas gemas produzidas pelas aves que consumiram a ração com óleo de linhaça foi significativamente inferior ($p < 0,05$) aos das demais, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p > 0,05$). A idade das galinhas não teve influência na deposição deste ácido graxo na gema ($p > 0,05$).

Comparando o perfil de ácidos graxos saturados das gemas dos ovos das diferentes rações oferecidas para as poedeiras, pode-se observar que as gemas de cada fonte lipídica apresentam perfil e porcentagem diferentes para cada ácido graxo analisado. Esta diferença pode estar ligada ao conteúdo deste ácido encontrados nas rações utilizadas além do metabolismo de ácidos graxos insaturados, uma vez que a dessaturação e o alongamento das cadeias de ácidos graxos ocorrem a partir dos ácidos graxos saturados. O metabolismo de PUFA's, por exemplo, ocorre a partir dos ácidos graxos saturados de cadeias mais curtas, que começam os alongamentos de cadeia e as insaturações, até chegarem aos ácidos graxos de cadeias

mais longas e mais insaturadas. Isto explicaria o motivo de muitas vezes as gemas de ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo óleo de linhaça apresentarem para alguns ácidos graxos os percentuais mais baixos de ácidos graxos saturados comparados às outras gemas.

Mazalli et al. (2004b) também encontraram valores semelhantes para os diferentes ácidos graxos saturados, observando que há variação no comportamento do perfil das gemas mediante utilização de diferentes fontes de lipídios na ração das poedeiras. Estas diferenças na composição de cada fonte lipídica utilizada podem ser mais bem observadas nos quadros 1 e 2, pela composição de ácidos graxos de cada fonte

vegetal utilizada e também entre as diferentes rações utilizadas no experimento.

4.4.2. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS MONOINSATURADOS (MUFA) DA GEMA

A análise estatística da concentração do ácido palmitoléico (C16:1) nas gemas revelou uma interação entre a fonte lipídica e a idade das aves, como pode ser observada na tabela 15. Esta interação foi definida porque no grupo controle as aves velhas apresentam maior deposição do C16:1 nas gemas em relação às gemas produzidas pelas galinhas novas e em relação às gemas dos outros tratamentos.

Tabela 15. Porcentagem do ácido graxo palmitoléico (C16:1) presente nas gemas dos ovos de poedeiras de acordo com a interação entre fonte lipídica e idade das poedeiras

| Fonte Lipídica | Nova | Velha | Media |
|------------------|--------|--------|-------|
| Óleo de soja | 2,44cA | 2,39cA | 2,41 |
| Óleo de girassol | 2,42cA | 2,52cA | 2,47 |
| Óleo de linhaça | 2,88bA | 2,96bA | 2,92 |
| Controle | 3,21aB | 3,56aA | 3,38 |
| Média | 2,74 | 2,85 | |

CV (%) = 3,92

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$)

Apesar de Mazalli et al. (2004b) não terem avaliado os efeitos da idade das poedeiras, não observaram diferença nos níveis do ácido graxo palmitoléico em ovos de galinhas alimentadas com ração contendo óleo de canola, girassol, linhaça e peixe. Peebles et al. (2000) também não encontraram efeito da adição de fontes de lipídios na dieta de poedeiras sobre o perfil do ácido graxo C16:1 das gemas dos ovos.

A composição dos outros MUFA das gemas produzidas pelas galinhas que receberam as rações com os diferentes tipos de óleo e sem óleo é apresentada na tabela 16. Assim como ocorrido com os ácidos graxos

saturados, não houve um comportamento definido entre a composição dos MUFA das gemas e o tipo de óleo adicionado às rações.

O nível mais baixo e o mais alto de ácido margaroléico (C17:1) foram encontrados nas gemas produzidas pelas galinhas que consumiram a ração com óleo de girassol e de linhaça, respectivamente. A segunda e a terceira maior concentração deste MUFA ocorreram nos ovos das aves alimentadas com a ração controle e com óleo de soja, sendo significativa ($p < 0,05$) a diferença entre estas duas. A deposição deste ácido graxo foi maior ($p < 0,05$) nas gemas produzidas pelas galinhas velhas.

Tabela 16. Composição percentual média de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) da gema de ovos de acordo com a fonte lipídica e idade das poedeiras

| Fonte Lipídica/ Idade | Ácidos Graxos MUFA(%) | | |
|--------------------------|-----------------------|---------|--------|
| | C17:1 | C18:1 | C20:1 |
| Óleo de soja | 0,157c | 37,162c | 0,231b |
| Óleo de girassol | 0,147d | 38,886b | 0,247a |
| Óleo de linhaça | 0,186a | 39,139b | 0,180c |
| Controle | 0,168b | 42,292a | 0,248a |
| Novas | 0,160b | 39,467a | 0,224a |
| Velhas | 0,168a | 39,273a | 0,229a |
| Cv (%) | 2,86 | 1,36 | 4,70 |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, por tratamento ou idade, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

*C17:1 = ácido margaroléico; C18:1 = ácido oléico; C20:1 = ácido gadoléico

Quanto ao ácido oléico (C18:1) verificou-se que o percentual deste nas gemas produzidas pelas poedeiras alimentadas com a ração controle (sem óleo adicionado) foi superior ($p < 0,05$) àqueles encontrados com a utilização dos óleos vegetais. E, o menor nível foi obtido quando da utilização do óleo de soja na ração das poedeiras. Na comparação entre os níveis de C18:1 das gemas produzidas pelas aves que receberam as rações com óleo de girassol e linhaça não foram verificadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$). Também a idade das aves não teve efeito significativo ($p > 0,05$) sobre esta variável. Segundo Mazalli et al. (2004b) a adição de óleos vegetais na dieta das poedeiras diminui a quantidade de C18:1 na gema do ovo. Este fato pode ser explicado por ser o ácido graxo C18:1 precursor dos ácidos graxos das cadeias n-3 e n-6.

Quanto ao ácido gadoléico (C20:1) verificou-se que os percentuais deste nas gemas produzidas pelas poedeiras alimentadas com as rações contendo óleo de girassol e a ração controle (sem óleo adicionado) foram semelhantes ($p > 0,05$) entre si e superiores ($p < 0,05$) àqueles encontrados com a utilização dos óleos de soja e linhaça, sendo que o uso do óleo de linhaça resultou na menor concentração. A idade das aves não teve efeito significativo ($p > 0,05$) sobre esta variável.

4.4.3. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS (PUFA) DA GEMA DE ACORDO COM OS TRATAMENTOS

A composição de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) pode ser observada na tabela 17.

Tabela 17. Composição percentual de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) das gemas de ovos de acordo com a fonte lipídica utilizada na dieta e idade das poedeiras

| Fonte Lipídica/ Idade | Ácidos Graxos PUFA (%) | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | C18:2 | C18:3 | C18:4 | C20:3 | C20:4 | C20:5 | C22:5 | C22:6 |
| Óleo soja | 19,807a | 0,762b | 0,074a | 0,253a | 2,151a | 0,000b | 0,112b | 0,983b |
| Óleo girassol | 18,987b | 0,312c | 0,053b | 0,223a | 2,245a | 0,000b | 0,061c | 0,532c |
| Óleo linhaça | 14,830c | 5,250a | 0,065a | 0,138b | 1,220b | 0,118a | 0,266a | 2,063a |
| Controle | 12,177d | 0,232c | 0,061b | 0,139b | 2,166a | 0,000b | 0,068c | 0,536c |
| Novas | 16,375a | 1,684a | 0,067a | 0,191a | 1,993a | 0,031a | 0,136a | 1,081a |
| Velhas | 16,525a | 1,595a | 0,059b | 0,186a | 1,898b | 0,028b | 0,117b | 0,976b |
| CV (%) | 2,73 | 12,65 | 12,30 | 16,01 | 3,70 | 10,62 | 7,92 | 5,03 |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, por tratamento ou idade, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

*C18:2 = ácido linoléico; C18:3 = ácido linolênico; C18:4 = ácido estearidônico; C20:3 = ácido eicosatrienóico; C20:4 = araquidônico; C20:5 = eicosapentanóico - EPA; C22:5 = ácido docosapentanóico - DPA; C22:6 = ácido docosahexanóico = DHA

A concentração do ácido linoléico (C18:2) e do ácido linolênico (C18:3) foram proporcionais aos seus níveis encontrados nas rações. É desejável que estes ácidos graxos apresentem-se em concentrações equilibradas nas gemas, uma vez que são ácidos graxos importantes para a saúde humana, por serem precursores dos ácidos graxos de cadeias mais longas das séries n-3 (ácidos linolênico - C18:3, eicosapentanoico - C20:5, docosapentanoico - C22:5, e docosahexanoico - C22:6) e n-6 (ácidos linoléico - C18:2 e araquidônico - C20:4). Além disto, estes ácidos graxos não são sintetizados pelos mamíferos, sendo obtidos via alimentação. No caso do C18:2, precursor da série n-6, as concentrações em ordem decrescente foram para as gemas dos ovos de poedeiras arraçoadas com ração contendo óleo de soja, óleo de girassol, óleo de linhaça e a ração controle, sendo que as diferenças entre todas as fontes foram significativas ($p < 0,05$). Quanto ao C18:3, precursor da série n-3, verifica-se que a maior concentração foi obtida com o uso de óleo de linhaça, seguida pelo óleo de soja, e este pelo óleo de girassol, que teve resultado semelhante ($p > 0,05$) à ração controle. A idade das galinhas não teve efeito ($p > 0,05$) na deposição destes dois ácidos graxos nas gemas. Estes resultados demonstram que há uma tendência de uma relação direta entre as quantidades dos ácidos graxos da cadeia n-6 ou da cadeia n-3 nas gemas com as concentrações dos mesmos na fonte de óleo vegetal utilizada. Shafey et al., (1992) observaram que a adição de óleos vegetais na dieta das poedeiras promoveu aumento na porcentagem de ácido linoléico na gema em relação à dieta controle.

O ácido estearidônico (C18:4) foi encontrado em maior concentração nos óleos de soja e linhaça e, as galinhas novas produziram um percentual maior deste ácido. Os óleos de soja e girassol produziram gemas com maior concentração de ácido eicosatrienoico (C20:3) que os óleos de linhaça e a ração controle e a idade das galinhas não influenciou na concentração deste ácido graxo. O C18:4 e o C20:3 podem ser intermediários para ambas as séries (n-6 e n-3).

O uso do óleo de linhaça na alimentação das aves resultou na menor porcentagem de ácido araquidônico (C20:4) nas gemas. As outras fontes lipídicas produziram resultados semelhantes entre si. A concentração do C20:4 nas gemas produzidas pelas galinhas novas foi maior do que aquelas das aves velhas ($p < 0,05$).

As gemas dos ovos de poedeiras que receberam dieta com óleo de linhaça, rica em C18:3, apresentaram quantidades significativamente maiores ($p < 0,05$) para todos os ácidos graxos da série n-3 (18:3, 20:5, 22:5, 22:6), o que está de acordo com as pesquisas de Gao e Charter (2000).

Dentre os ácidos graxos n-3, o ácido eicosapentanoico (C20:5 - EPA) só foi detectado em ovos que receberam ração contendo óleo de linhaça. Estes resultados estão de acordo com Pita et al. (2006), que encontraram o EPA somente em ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo óleo de linhaça. Observou-se também que as galinhas novas depositaram maior quantidade de EPA nas gemas do que as poedeiras velhas ($p < 0,05$).

As porcentagens de DHA encontradas nas gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo óleo de linhaça foram significativamente superiores ($p < 0,05$) em relação às outras gemas, seguidas das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo óleo de soja. As gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração controle e ração contendo óleo de girassol apresentaram as menores porcentagens de DHA em relação às outras gemas. Estes dados estabelecem uma relação direta entre a composição em ácidos graxos dos óleos adicionados à dieta das poedeiras, a composição das rações e consequentemente a composição em ácidos graxos das gemas dos ovos de acordo com a dieta recebida. Os níveis de DHA encontrados na gema dos ovos, foram muito superiores aos de EPA, concordando com Marshall et al. (1994) e Baucells et al. (2000). Deve-se considerar que o ácido graxo EPA é um ácido graxo intermediário na formação do DHA a partir do ácido linolênico. Mazalli et al. (2004b) avaliando a

influência dos óleos de canola, girassol, linhaça e peixe na ração de poedeiras sobre os ácidos graxos da gema não detectaram EPA em nenhuma gema, independente dos tratamentos.

Há uma preocupação em relação aos níveis de EPA e DHA apresentados na composição das gemas dos ovos das poedeiras, pois estes ácidos graxos, além de serem ácidos graxos de cadeias mais longas, são poliinsaturados e pertencem à cadeia n-3. Esta composição torna estes ovos enriquecidos desejáveis à saúde humana pela importante relação entre estes ácidos graxos, a suas funções no organismo humano, principalmente no desenvolvimento cerebral fetal e infantil, e no combate a problemas circulatórios devido à estreita relação com o HDL.

As quantidades de ácidos graxos da cadeia n-6, especialmente C20:4, foram maiores quando as aves foram alimentadas com rações contendo óleos de soja e girassol, estas concentrações foram superiores às porcentagens encontradas nas gemas dos ovos das poedeiras que receberam a dieta contendo óleo de linhaça ($p < 0,05$).

Baucells et al. (2000) e Gao e Charter (2000), testando fontes lipídicas na ração de poedeiras, encontraram dados semelhantes de perfil de ácidos graxos n-6 e n-3 nas gemas dos ovos e ainda destacaram a competição das enzimas dessaturases na formação das cadeias destes ácidos graxos.

Comparando a idade das poedeiras, observou-se que galinhas novas apresentam maior eficiência de deposição de PUFA na gema dos ovos do que

galinhas velhas, principalmente quando estes PUFA são de cadeias mais longas e com mais insaturações (20:4, 20:5, 22:5, 22:6), conforme se verifica na tabela 17, corroborando com Latour et al. (1998). Para os ácidos graxos 18:2, 18:3 e 20:3 não houve diferença significativa quando se considerou a idade das poedeiras ($p > 0,05$). Esta verificação provavelmente está ligado não somente à dieta recebida pelas galinhas, mas à sua fisiologia, principalmente do fígado, que é o responsável por metabolizar os ácidos graxos provenientes da dieta e rearranjá-los em ácidos graxos de cadeia longa.

Pelos dados encontrados, mesmo que com diferenças pequenas, aparentemente galinhas novas se mostram mais eficientes no processo de alongamento e dessaturação da cadeia carbônica dos ácidos graxos das cadeias n-6 e n-3, e deposição na gema. Estes dados implicam, na prática, na utilização de poedeiras jovens para produção de ovos enriquecidos, devido a maior deposição dos ácidos graxos PUFA, objetivo principal do enriquecimento dos ovos.

4.4.4. COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS *trans*

Na tabela 18 são apresentados os resultados das análises de gorduras *trans* na gema dos ovos. Não foram observados efeitos da interação entre a idade das galinhas e as fontes de lipídios para as concentrações dos ácidos graxos *trans*.

Tabela 18. Valores percentuais médios de ácidos graxos *trans* (t) nas gemas de ovos de acordo com a fonte lipídica da dieta e idade das poedeiras

| Fonte Lipídica/ Idade | Gorduras <i>trans</i> | | |
|-----------------------|-----------------------|--------|--------|
| | C18:1t | C18:2t | C18:3t |
| Óleo de soja | 0,176b | 0,068a | 0,197a |
| Óleo de girassol | 0,180b | 0,080a | 0,219a |
| Óleo de linhaça | 0,178b | 0,064a | 0,170b |
| Controle | 0,239a | 0,058a | 0,202a |
| Novas | 0,182b | 0,067a | 0,198a |
| Velhas | 0,205a | 0,067a | 0,196a |
| Cv (%) | 10,08 | 20,11 | 9,61 |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, por tratamento ou idade, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

*C18:1t = ácido oléico *trans*; C18:2t = ácido linoléico *trans*; C18:3t = ácido linolênico *trans*

O ácido oléico *trans* (18:1t) apresentou a menor proporção nas gemas dos ovos de poedeiras que receberam dieta contendo óleos vegetais em relação àquelas gemas de poedeiras que receberam ração controle ($p < 0,05$). A fonte lipídica não teve efeitos significativos ($p > 0,05$) sobre as concentrações do ácido linoléico *trans* (18:2t) nas gemas. Entretanto, as gemas dos ovos das poedeiras que receberam a dieta contendo óleo de linhaça tiveram em sua composição uma menor porcentagem do ácido linolênico *trans* (18:3t) em relação aos outros tratamentos ($p < 0,05$).

Considerando a idade das aves, observa-se uma diferença ($p < 0,05$) na deposição de gorduras *trans* nas gemas dos ovos para o ácido graxo 18:1t, não sendo observadas diferenças nos níveis dos ácidos graxos 18:2t e 18:3t ($p > 0,05$).

Independente das fontes de óleo e da idade das galinhas, as porcentagens de gordura *trans* presente nas gemas foram muito baixas, quando comparado a outros produtos como a margarina, por exemplo, ou as gorduras hidrogenadas, que possuem entre 15 a 20% de gorduras *trans*. Segundo a legislação da ANVISA (ANVISA, 2005)

para rotulagem de ovos, não é obrigatória a inclusão destes ácidos graxos na tabela nutricional, pois a inclusão destes ácidos graxos só é necessária quando eles ultrapassam 2% do total dos ácidos graxos. Estes dados se tornam ainda mais importantes uma vez que a presença de gordura *trans* nos alimentos tem sido foco de discussão considerando a alimentação humana. O grande problema da gordura *trans* é que apesar de ser de origem vegetal, se comporta como gordura saturada, transformando-se em colesterol e, fazendo parte das inúmeras causas de doenças cardiovasculares (Brandão, 2006).

4.4.5. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL TOTAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS (SAT), MONOINSATURADOS (MUFA), POLIINSATURADOS (PUFA), TRANS, ÔMEGA 6 (n-6) E ÔMEGA 3 (n-3) DA GEMA

Não foi observado efeito da interação entre o tipo de óleo utilizado nas rações e a idade das aves para os ácidos graxos saturados, insaturados, poliinsaturados, *trans*, n-6 e n-3 (tab. 19) e, a composição da gema variou em função da fonte lipídica utilizada nas rações.

Tabela 19. Composição percentual total de ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MUFA), poliinsaturados (PUFA), *trans*, ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3) da gema de ovos de acordo com a fonte lipídica e idade das poedeiras

| Fonte Lipídica/ Idade | Ácidos Graxos Totais (%) | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------|---------|--------------|------------------|------------------|
| | SAT | MUFA | PUFA | <i>trans</i> | n-6 ¹ | n-3 ² |
| Óleo soja | 33,997b | 39,960c | 24,143a | 0,441bc | 21,958a | 1,858b |
| Óleo girassol | 33,362c | 41,749d | 22,413b | 0,480ab | 21,232b | 0,905c |
| Óleo linhaça | 32,074d | 42,423b | 23,950a | 0,412c | 16,050c | 7,697a |
| Controle | 35,767a | 46,093a | 15,380c | 0,499a | 14,343d | 0,836c |
| Novas | 33,655a | 42,589a | 21,559a | 0,448a | 18,368a | 2,932a |
| Velhas | 33,945a | 42,524a | 21,384a | 0,468a | 18,423a | 2,716a |
| CV (%) | 1,33 | 1,27 | 2,49 | 8,39 | 2,40 | 9,07 |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, por tratamento ou idade, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$).

¹n-6 = C18:2 e C20:4; ²n-3 = C18:3, C20:5, C22:5 e C22:6

As aves alimentadas com ração controle produziram ovos com porcentagens superiores de ácidos graxos saturados e MUFA e inferiores de ácidos graxos insaturados, em relação às gemas dos ovos produzidos pelas aves que receberam as

rações com óleos vegetais ($p < 0,05$). Houve uma redução de cerca de 10% nas porcentagens de ácidos graxos saturados totais nas gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo óleo de linhaça e cerca de 5% destes mesmos

ácidos graxos nas gemas dos ovos de poedeiras que receberam ração contendo óleo de soja e girassol, destacando assim o benefício da utilização do óleo de linhaça na alimentação das poedeiras, e conseqüente, alteração da composição de ácidos graxos totais da gema.

As porcentagens de ácidos graxos saturados variaram entre 32 e 35%. Mazzali et al. (2004b), observaram que a quantidade de ácidos graxos saturados da gema do ovo em relação à quantidade total de ácidos graxos pode variar entre 30 e 38%, independente do tipo de fonte de lipídios adicionada na ração. Baucells et al. (2000), avaliando óleos de peixe, linhaça, girassol, e sebo bovino na dieta de poedeiras, também encontraram quantidades constantes de ácidos graxos saturados na composição das gemas.

As concentrações dos ácidos graxos n-6 foram maiores ($p < 0,05$) nas gemas de ovos das poedeiras alimentadas com rações contendo óleos vegetais em relação àquelas produzidas pelas aves que receberam a ração sem adição de óleo. Entre as galinhas alimentadas com as rações com óleos vegetais, as que consumiram óleo de soja depositaram mais n-6 nas gemas do que aquelas que receberam o óleo de girassol, e estas, por sua vez, depositaram mais n-6 do que aquelas que foram alimentadas com óleo de linhaça ($p < 0,05$). Quanto ao n-3 observou-se que o seu maior nível foi encontrado nas gemas produzidas pelas poedeiras alimentadas com ração contendo óleo de linhaça, o segundo maior nível foi observado com o uso do óleo de soja, e os últimos, sem diferenças entre si ($p > 0,05$), foram verificados com a utilização do óleo de girassol e com a ração controle.

As quantidades de ácidos graxos saturados e MUFA (tab.19) diminuíram com o uso de dietas contendo óleos vegetais. Pita et al. (2006) também observaram redução significativa nas porcentagens de ácidos graxos saturados e monoinsaturados na gema de ovos de galinhas que receberam

rações contendo óleos de canola e linhaça. Avaliando óleo de peixe, canola, girassol, linhaça e soja na ração das poedeiras, Mazalli et al. (2004b) não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos na composição de ácidos graxos saturados da gema, e ainda relataram que a inclusão de fontes lipídicas na dieta das poedeiras que contém maiores quantidades de ácidos graxos n-6 e n-3, como os óleos de canola, girassol, linhaça e peixe, reduzem a quantidade de ácidos graxos saturados e monoinsaturados na gema do ovo, esta redução pode ser resultado da inibição da enzima dessaturase, que atua, por exemplo, na produção de ácido oléico (18:1).

Mazalli et al. (2004b), avaliando a composição da gema de ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo óleos de canola, girassol, linhaça e óleo de peixe, encontraram maior porcentagem de MUFA nos ovos produzidos pelas galinhas alimentadas com ração adicionada de óleo de canola, não encontrando diferenças entre os tratamentos contendo óleo de girassol, óleo de linhaça e óleo de peixe. Estes autores encontraram também maior porcentagem de PUFA na gema dos ovos de poedeiras que receberam dieta com óleo de girassol e linhaça em relação às gemas dos ovos do tratamento com óleo de canola.

Em relação à idade das poedeiras, não houve diferença ($p > 0,05$) na deposição total de ácidos graxos saturados, bem como MUFA, PUFA, trans, n-6 (ômega 6) e n-3 (ômega 3).

4.4.6. RAZÃO ENTRE ÔMEGA-6 (n-6) E ÔMEGA-3 (n-3) DA GEMA DOS OVOS E INTERAÇÃO ENTRE A FONTE LIPÍDICA E A IDADE DAS POEDEIRAS

Para os valores da razão n-6:n-3 foi observado efeito da interação entre as fontes lipídicas utilizadas e a idade das poedeiras (tab. 20).

Tabela 20. Razão n-6:n-3 encontradas nas gemas dos ovos, de acordo com as fontes lipídicas e idade da galinha

| Fonte Lipídica | Idade das Poedeiras | | Média |
|------------------|---------------------|---------|-------|
| | Novas | Velhas | |
| Óleo de soja | 11,67bA | 11,97bA | 11,82 |
| Óleo de girassol | 22,05dB | 25,10dA | 23,58 |
| Óleo de linhaça | 2,01aA | 2,17aA | 2,09 |
| Controle | 16,21cB | 18,31cA | 17,26 |
| Média | 12,99 | 14,39 | |
| CV (%) | | | 5,82 |

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$)

A razão n-6:n-3 dos ovos produzidos pelas galinhas velhas, que receberam as dietas com óleo de girassol ou sem adição de óleo, foram piores do que aquelas produzidas pelas aves novas ($p < 0,05$), enquanto as comparações das relações entre n-6:n-3 nos ovos das galinhas novas e velhas alimentadas com as outras rações não revelaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$).

Os altos níveis de n-3 presentes nas gemas dos ovos das poedeiras alimentadas com ração contendo óleo de linhaça (tab. 19), resultaram na melhor relação n-6:n-3, independente da idade das galinhas.

Nota-se que os valores encontrados para as razões entre n-6 e n-3 para cada tratamento é semelhante àqueles encontrados nas composições em ácidos graxos de cada ração.

Os níveis de n-3 e a relação n-6:n-3 encontrados neste trabalho, principalmente para ovos de poedeiras alimentadas com dieta contendo óleo de linhaça são considerados de excelente qualidade. Assim como já discutido em tabelas anteriores, a quantidade de n-3 presente nos óleos se torna determinante para uma boa relação n-6:n-3. Esta relação deve ser a menor possível, sendo que valores abaixo de 4:1 são considerados excelentes, e benéficos para a saúde humana (Briz, 1997; Marshall et al., 2004a). Enquanto os ácidos graxos da cadeia n-6 atuam como colesterol ruim (LDL – lipoproteínas de baixa densidade), na deposição de gordura nas paredes internas do sistema circulatório, os ácidos graxos da cadeia n-3 têm efeito inverso

(HDL – lipoproteínas de alta densidade), transportam o colesterol ruim do sistema circulatório para o fígado para ser metabolizado e excretado. Pita et al. (2006) observaram valores semelhantes de n-6:n-3 para gema de ovos de poedeiras alimentadas com dieta com óleo de linhaça (1,64). Baucells et al. (2000) ao contrário do que foi encontrado neste experimento, somente encontraram valores baixos de n-6:n-3 na gemas de ovos de aves alimentadas com óleo de peixe. Para os óleos de linhaça e girassol, estes valores foram acima do esperado (7,72 e 15,58, respectivamente).

5. CONCLUSÕES

- A utilização de diferentes fontes de lipídios na ração de poedeiras não altera o desempenho produtivo e a qualidade interna dos ovos, com exceção do peso do ovo de poedeiras novas, que aumenta com a utilização de óleos vegetais.
- A composição de ácidos graxos das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo óleos vegetais varia conforme a composição dos óleos utilizados em cada dieta.
- A adição de óleo de linhaça à ração das poedeiras leva a produção de ovos enriquecidos com ômega 3, com excelente valor de razão entre n-6:n-3.
- A idade da poedeira deve ser levada em consideração durante a produção de ovos enriquecidos, pois, à medida que a poedeira envelhece, há diminuição na deposição de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (PUFA),

o que afeta negativamente a qualidade nutricional destes ovos.

- As gemas de ovos produzidos pelas aves alimentadas com rações contendo óleo de soja e de linhaça apresentam na sua composição grande quantidade de PUFA, porém, as gemas produzidas pelas poedeiras que recebem rações contendo óleo de soja possuem maiores concentrações de ácidos graxos n-6 na sua composição, enquanto gemas dos ovos das poedeiras que consomem óleo de linhaça possuem as maiores porcentagens de n-3.
- Independente da adição de diferentes fontes lipídicas na ração e da idade das galinhas, as gemas dos ovos possuem quantidades, praticamente, insignificantes de gorduras *trans*, não devendo ser consideradas na composição do ovo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL, R.; BARCLAY, W. Production of docosahexanoic acid-enriched poultry eggs and meat using algae-based feed ingredient. *World Review of Nutrition and Diet*, v. 83, p.77-88, 1998.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.270. 23 de set. 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e cremes vegetais. Distrito Federal, Brasília, 23 set. 2005.
- AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H.. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*, v.76, p.914-919, 1997.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidades Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. *Scientia Agricola*, v.58, n.4, p.681-685, 2001.
- ARELLANO, D.B. Utilização de óleos e gorduras em rações avícolas: Características dos produtos disponíveis no mercado. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia, 1992. Santos, *Anais: Santos*, 1992, p.21-27.
- BAIÃO, N.C ; LARA, L. J. C. Oil and Fat in broiler nutrition. *Revista Brasileira de Ciência Avícola - Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 7, n. 3, p. 129-141, 2005.
- BALNAVE, D. Essential fatty acids in poultry nutrition. *Worlds Poultry Science Journal*, v.26, n.1, p.442-460, 1970.
- BAUCELLS, M.D.; CRESPO, N.; BARROETA, A.C. et al. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poultry Science*, v.79, p.5-59, 2000.
- BEAN, L.D.; LEESON, S. Long-term effects of feeding flaxseed on performance and egg fatty acid composition of brown and white hens. *Poultry Science*, v.82, p.388-394, 2003.
- BENITES, C.I.; FONTOURA, P.S.; SEIBEL, N.F. Características e aspectos nutricionais do ovo. In: SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. (Ed.) *Aves e Ovos*. Pelotas, 2005. 138p. Editora universidade UFPEL. p.57-64.
- BRAGA, J.P.; BAIÃO, N.C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. *Cadernos Técnicos e Veterinária e Zootecnia: Avicultura – Nutrição e Manejo*. UFMG, n.34, p.23-28, 2001.
- BRAKE, J.; WALSH, T.J.; BENTON JR, C.E. et al. Egg handling and storage. *Poultry Science*, v.76, p.144-151, 1997.
- BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R. et al. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. *Agropecuária Técnica*, v.26, n.1, p.5-14, 2005.
- BRANDÃO, A.C.C. Gordura trans, essa desconhecida dos brasileiros. Out. 2006. Disponível em: http://comvisa.anvisa.gov.br/tiki-read_article.php?articleId=1148&PHPSESSI

[D=9661fff88a03daa3b8d9d10f985da7fe](#) >. Acesso em: 15 nov. 2008.

BRANT, A.W.; OTTE, A. W.; NORRIS, K.H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. *Food Technology*, v.5, p.356-361, 1951.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos físicos e químicos. *Brasília*, DF, v.2, 1999.

BRENNER, R.R.. Biosynthesis and interconversion of essential fatty acids. In: Willis, A.C. Ed. *Handbook of Eicosanoids: Prostaglandins and Related Lipids, Vol I, Chemical and Biochemical Aspects, Part A*. Florida: CRC Press, p.99-117, 1987.

BRIZ, R.C. Ovos com teores mais elevados de ácidos graxos ômega 3. *Anais. VII Simpósio Técnico de Produção de Ovos – APA*. Indaiatuba. p.153-193, 1997.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.P. et al. Efeito dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. *Revista Brasileira de Agrociência*: v.4, n.3, p.187-190, 1998.

CARVALHO, F.B.C.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M. et al. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. *Ciência Animal Brasileira*, v.8, n.1, p.25-29, 2007.

CRUICKSHANK, E.M.. The effect of diet on the chemical composition, nutritive value and hatchability of the egg. *Nutrition Abstract Review*, v.10, p.645-659, 1934.

DAVIS, C.; REEVES, R. High value opportunities from the chicken egg. *Rural industries research & development corporation*. Kingston: 2002, 61p.

DEMONTY, I.; EBINE, N.; JONES, P.J.H. Omega-3 fatty acids and plasma lipid levels. In: SIM, J.; SINWOO, H.H. (Ed). *The amazing egg: nature's perfect functional food for health promotion*. Edmonton: University of Alberta, p.219-234, 2006.

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

FAO/WHO. Fats and Oils in Human Nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. *Food and Nutrition Paper 57*. Food and Agriculture Organization, Rome. 1994.

FATS, oils, fatty acids, triglycerides. [200-]. Disponível em: <<http://WWW.scientificpsychic.com/fitness/fattyacids.html>>. Acessado em 13/12/07.

FENNEMA, O.R. Química de los alimentos. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993.

FONTOURA, P.S.; SCHOFFEN-ENKE, D.B. Influência da dieta no conteúdo de lipídios da carne e do ovo. In: SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. (Ed.) *Aves e Ovos*. Pelotas: Editora universidade UFPEL. 2005, p.65-76.

GALOBART, J.; BARROETA, A.C., BAUCCELLS, M.D. et al. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with ω -3 and ω -6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and canthaxanthin supplementation. *Poultry Science*, v.80, p.327-337, 2001.

GALOBART, J.; BARROETA, A.C., CORTINAS, L., et al. Accumulation of α -tocopherol in eggs enriched with ω -3 and ω -6 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, v.81, p.1873-1876, 2002.

GAO, Y.C.; CHARTER, E.A. Nutritionally important fatty acids in hen egg yolks from different sources. *Poultry Science*, v.79, p.921-924, 2000.

- GRIMES, J.L.; MAURICE, D.V.; LIGHTSEY, S.F et al. Dietary prilled fat and layer chicken performance and egg composition. *Poultry Science*, v.75, p.250-253, 1996.
- GROBAS, S.; MÉNDEZ, J.; BLAS, C. et al. Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poultry Science*, v.78, p.1542-1551, 1999.
- GROBAS, S.; MÉNDEZ, J.; LÁZARO, R. et al. 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.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Magazine*, v.43, p.552-555, 1937.
- HEIMAN, V., CARVER, J.C., 1936. The Albumin Index as a Physical Measurement of Observed Egg Quality. *Poultry Science*, 15:141- 148.
- HOLMAN, R.T. 1.Essential fatty acids in human nutrition. *Adv. Experimental Medical Biology*, v.83, p.515-534, 1977.
- HOLTS, W. F.; ALMQUIST, H.J. Measurement of deterioration in the stored hen's egg. *United States Egg Poultry Magazine*, v.38, p.70, 1932.
- IRIE, M; SAKAMOTO, M. Fat characteristics of pigs fed fish oil containing eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Journal Animal Science*. v.70, p.470-477, 1992.
- KEENER, K.M.; MCAVOY, K.C.; FOEGEDING, J.B. et al. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. *Poultry Science*, v.85, p.550-555, 2006.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. The effect of dietary manipulations 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.
- KOLETZKO, B., SCHIMIDT,E.; BREMER, H. J. Effects of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids on the essential fatty acid status of premature infants. *European Journal Pediatric*. v.48, p.669-675, 1989.
- LATOUR, M.A.; PEEBLES, E.D.; DOYLE, S.M. et al. Broiler breeder age and dietary fat influence the yolk fatty acid profiles of fresh eggs and newly hatched chicks. *Poultry Science*, v.77, p.47-53, 1998.
- LEE, B.D.; KIM, D.J.; LEE, S.J. Nutritive and economic values of high oil corn in layer diet. *Poultry Science*, v.80, p.1527-1534, 2001.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. *Princípios da bioquímica*. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002, 975p.
- LESKANISH, C.O.; NOBLE, R.C. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. *World's Poultry Science Journal*, v.53, p.155-183, 1997.
- LEVINSON, P.D.; IOSIPHIDIS,A.H.; SARITELLI, A.L. et al. Effects of n-3 fatty acids in essential hypertension. *American Journal Hypertension*, v.3, p.754-760, 1990.
- LEWIS, N.M.; SEBURG, S.; FLANAGAN, N.L. Enriched egg as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Science*, v.79, p.971-974, 2000.
- MARCH, B.E.; MacMILLAN, C. Linoleic acid as a mediator of egg size. *Poultry Science*, v.69, p.634-639, 1990.
- MARSHALL, A.C.; KUBENA, K.S.; HILTON, K.R. et al. N-3 fatty acid-enriched table eggs: A survey of consumer acceptability. *Poultry Science*, v.73, p.134-1340, 1994.
- MAZALLI, M.R.; FARIA, D.E.; SALVADOR, D. et al. 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, 2004a.

- MAZALLI, M.R.; FARIA, D.E.; SALVADOR, D. et al. A comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens: 2. Lipid, cholesterol, and vitamin E profiles of egg yolk. *Journal Applied Poultry Research*, v.13, p.280-290, 2004b.
- MELUZZI, A.; SIRRI, F.; MANFREDA, G. et al. Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long chain fatty acids. *Poultry Science*, v.79, p.539-545, 2000.
- NATOLI, S. (ed.). *Literature review of the nutritional and health benefits of eggs*. Australia: Food and Nutrition Australia Pty Ltd, 2005, 97p.
- NEURINGER, M., ANDERSON, G.J., CONNOR, W.E.. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Annual Review of Nutrition*, v.8, p.517-541, 1998.
- 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.
- OLIVEIRA, B.L.; VALLE, R.H.P.; BRESSAN, M.C. et al. *Tecnologia de ovos*. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2001. 75p.
- PARDÍO, V.T.; LANDÍN, L.A.; WALISZEWSKI, K.N. et al. The effect of soybean soapstock on the quality parameters and fatty acid composition of the hen egg yolk. *Poultry Science*. v.84, p.148-157, 2005.
- PEEBLES, E.D.; ZUMWALT, C.D.; DOYLE, S.M. et al. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. *Poultry Science*, v.79, p.698-704, 2000.
- PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P.R. et al. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.925-931, 2006.
- RIBEIRO, B. R. C. ; LARA, L. J. C. ; Baião, N.C. et al. Efeito do nível de ácido linoléico na ração de matrizes pesadas sobre o peso, composição e eclosão dos ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, p. 789-796, 2007.
- ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal f Poultry Science*, v.41, p.161-177, 2004.
- ROCHA, J.S.R. *Efeitos da idade da matriz e tamanho do ovo sobre os pesos dos componentes dos ovos, do pinto, do saco vitelino, a uniformidade, o desempenho e o rendimento de abate do frango de corte*. 2007. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- RODRIGUES, E.A.; CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Desempenho, qualidade de casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura. *Acta Scientia Animal Science*, Maringá, v.27, n.2, p.207-212, 2005.
- ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. *The avian egg*. John Wiley & Sons Inc. New York. 1949. 918p.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa. UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2.ed., Belo Horizonte:FEPMVZ, 2002. 244p.
- SANTOS, M.S.V. *Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas as dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais*. 2005. 174f. Tese de doutorado (Doutorado em Zootecnia) – Escola de

Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SANTOS-BOCANEGRA, E.; OSPINA-OSORIO, X.; OVIEDO-RONDÓN, E.O. Evaluation of xanthophylls from *Tagetes erectus* (Marigold Flower) and *Capsicum Sp.* (Red Pepper Paprika) as a pigment for egg yolks compare with synthetic pigments. *International Journal of Poultry Science*, v.3, n.11, p.685-689, 2004.

SCHEIDELER, S.E.; JARONI, D.; FRONING, G. Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. *Poultry Science*, v.77, p.192-196, 1998.

SCHREINER, M.; HULAN, H.W.; RAZZAZI-FAZELI, E. et al. Feeding laying hens seal blubber oil: effects on egg yolk incorporation, stereospecific distribution of omega-3 fatty acids, and sensory aspects. *Poultry Science*, v.83, p.462-473, 2004.

SELL, J.L.; ANGEL, R.; ESCRIBANO, F. Influence of supplemental fat on weights of eggs and yolks during early egg production. *Poultry Science*, v.66, p.1807-1812, 1987.

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

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

SILVERSIDES, F.G. The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *Journal Applied of Poultry Research*, v.3, p.120-126, 1994.

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

SIM, J.S.; CHERIAN, G.; JIANG, Z. Alpha-linolenic acid metabolism: the chicken and egg. *International Journal of Applied Basic Nutrition Science*, v.8, p.221-222, 1992.

SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.54, p.438-463, 1991.

SIMOPOULOS, A.P. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. *Poultry Science*, v.79, p.961-970, 2000.

SIMOPOULOS, A.P. The omega-6/omega-3 ratio: the scientific evidence and the need to return the omega-3 fatty acids into eggs and other foods. In: SIM, J.; SINWOO, H.H. (Ed). *The amazing egg: nature's perfect functional food for health promotion*. Edmonton: University of Alberta, p.195-218, 2006.

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

USDA – *United States Department of Agriculture. Egg-Grading Manual*. n.75, 2000.

WHITEHEAD, C.C.; BOWMAN, A.S.; GRIFFIN, H.D.. The effects of dietary fat and bird age on the weights of eggs and egg components in the laying hen. *British Poultry Science*, v.32, p.565-574, 1991.

WHITEHEAD, C.C.; BOWMAN, A.S.; GRIFFIN, H.D. Regulation of plasma oestrogen by dietary fats in the laying hen: relationships with egg weight. *British Poultry Science*, v.34, p.999-1010, 1993.

WIDDOWSON, E.M.; DIKERSON, J.W. Composition of the body. En: Letner, C, ed. *Geigy Scientific Tables*. West Caldwell, N.J: Ciba-Geigy p.217-225. 1981.

WILGUS, H.S.; WAGENEN, A. van. The height of the firm albumen as a measure of its condition. *Poultry Science*, v.15, p.319-321, 1936.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *World's Poultry Science Journal*, v.48, p.5-16, 1992.

WU, G.; BRYANT, M.M.; VOITTE, R.A. et al. Effect of dietary energy on performance and egg composition of Bovans White and Dekalb White hens during phase I. *Poultry Science*, v.84, p.1610-1615, 2005.

Xavier, I.M.C.; Cançado, S.V.; Figueiredo, T.C.; Lara, L.J.C.; Lana, A.M.Q.; Souza, M.R.; Baião, N.C. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, n.4, v.60, p.953-959, 2008.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)