

FLAVIA ESCAPINI FANCHIOTTI

AVALIAÇÃO DE ÓLEOS, DE CARVÃO VEGETAL E DE VITAMINA E NO
DESEMPENHO E NAS CONCENTRAÇÕES LIPÍDICAS DO SANGUE E DOS
OVOS DE POEDEIRAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F199a Fanchiotti, Flavia Escapini, 1974-
2005 Avaliação de óleos, de carvão vegetal e de vitamina E
no desempenho e nas concentrações lipídicas do sangue
e dos ovos de poedeiras / Flavia Escapini Fanchiotti.
– Viçosa : UFV, 2005.
x, 56f. : il. ; 29cm.

Orientador: George Henrique Kling de Moraes.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 49-56.

1. Lipídios do sangue - Análise. 2. Ovos - Teor de
lipídios. 3. Galinha - Desempenho. 4. Óleo vegetal na
nutrição de poedeiras. 5. Carvão vegetal na nutrição de
poedeiras. 6. Vitamina E na nutrição de poedeiras.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 572.57

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça da realização deste trabalho e pela presença em cada etapa de minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado e a seus professores pela paciência, amizade e pelos conhecimentos transmitidos durante o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela cessão da bolsa de estudos e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo suporte financeiro dado ao desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor George Henrique Kling de Moraes, pela amizade e orientação.

Ao Professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela colaboração e sugestões.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela atenção, paciência e colaboração.

À Professora Ana Cláudia Peres Rodrigues, pela colaboração e incentivo.

A Professora Tânia Toledo de Oliveira, pelo auxílio em todas as etapas deste trabalho.

Ao Professor Luiz Cláudio de Almeida Barbosa, pelo incentivo e apoio.

À Marcela Piedade Monteiro, pela amizade, sugestões e auxílio em todos os momentos.

A Anderson de Almeida Barbosa, pelo incentivo, auxílio, amizade e dedicação.

Aos colegas de curso e do laboratório de Bioquímica Animal: Flávio Medeiros Vieites, Cibele Silva Minafra e Denise Torres, pelo convívio.

Aos meus pais, Luzia e Valdir, meus irmãos, Kiko e Renata, e ao meu filho, Thiaguinho, por estarem sempre presentes nos momentos mais difíceis, apoiando e incentivando.

A Eduardo Ferreira Pinto, pela sua importante presença, por todo carinho, paciência, consideração e amizade.

À Cléia Ferreira, Rodrigo Ferreira Monteiro e Cleir Ferreira pelo carinho, amizade e auxílio.

Aos funcionários do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da UFV pela paciência e ajuda.

À Marli Arena Dionízio pelo auxílio durante o experimento.

Aos funcionários do Aviário do Departamento de Zootecnia, pela ajuda na condução do experimento.

A todos que não foram citados mas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

FLAVIA ESCAPINI FANCHIOTTI, filha de Valdir Tótola Fanchiotti e Luzia Escapini Fanchiotti, nasceu em Vila Velha, Espírito Santo, em 27 de dezembro de 1974.

Em março de 1993, iniciou o curso de Nutrição na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em julho de 1997.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Mestrado em Agroquímica na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em março de 2001.

Em abril de 2001, iniciou o curso de Doutorado em Bioquímica Agrícola na Universidade Federal de Viçosa.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos gerais.....	4
2.2. Lipoproteínas e transporte lipídico.....	5
2.3. Dislipidemias.....	7
2.4. Colesterol e galinhas poedeiras.....	10
2.5. Ovo.....	11
2.6. Linhas de pesquisa que tentam reduzir os níveis de colesterol do ovo.....	14
2.7. Óleo de linhaça e vitamina E.....	19
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Local e duração.....	22
3.2. Procedimentos gerais.....	22
3.3. Delineamento experimental.....	23
3.4. Análise dos dados.....	23
3.5. Rações experimentais e tratamentos.....	23
3.6. Características avaliadas na produção.....	26
3.6.1 Consumo de ração.....	26

3.6.2. Produção média de ovos ou porcentagem de postura.....	26
3.6.3. Peso médio dos ovos.....	26
3.6.4. Conversão alimentar.....	26
3.6.5. Espessura de casca.....	27
3.6.6. Coloração da gema.....	27
3.7. Características avaliadas no sangue.....	27
3.7.1. Dosagem de colesterol total.....	28
3.7.2. Dosagem de triglicérides.....	29
3.7.3. Dosagem de colesterol-HDL.....	29
3.8. Determinação do conteúdo de colesterol total nas gemas.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Características avaliadas na produção.....	34
4.1.1. Consumo de ração (g/ave/dia).....	34
4.1.2. Produção média de ovos ou porcentagem de postura (% de ovos/ave/dia).....	35
4.1.3. Peso médio dos ovos (g).....	36
4.1.4. Conversão alimentar (g de ração/g de ovo).....	38
4.1.5. Espessura de casca (mm).....	39
4.1.6. Coloração da gema.....	40
4.2. Características avaliadas no sangue.....	41
4.2.1. Colesterol total (mg/dL).....	41
4.2.2. Triglicérides (mg/dL).....	43
4.2.3. Colesterol-HDL (mg/dL).....	44
4.3. Colesterol total nas gemas (mg de colesterol/g de gema “in natura”)	45
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

RESUMO

FANCHIOTTI, Flavia Escapini, D. S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2005. **Avaliação de óleos, de carvão vegetal e de vitamina E no desempenho e nas concentrações lipídicas do sangue e dos ovos de poedeiras.** Orientador: George Henrique Kling de Moraes. Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Paulo Roberto Cecon.

Com o objetivo de estudar os efeitos da inclusão de duas fontes de óleo vegetal, de resíduo de carvão e de vitamina E, nas rações de poedeiras comerciais, sobre os níveis de colesterol no sangue e nos ovos, além de testar a influência destas substâncias sobre o desempenho das aves, um experimento foi conduzido com 192 poedeiras Lohmann Brown e 192 Lohmann LSL, com 58 semanas de idade, por 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias. O experimento foi montado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 8 x 2 (8 tratamentos e 2 marcas comerciais) e nas subparcelas os períodos (28, 56 e 84 dias) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 6 aves para as características produtivas, colesterol total, triglicérides e HDL sangüíneos. Para o colesterol total das gemas foram utilizadas 2 repetições de 6 aves. Os tratamentos consistiram em: 2% de óleo de soja; 2,0% de óleo de soja + 60 mg de vitamina E/kg de ração; 2,0% de óleo de soja + 2,0% de resíduo de carvão

vegetal; 2,0% de óleo de soja + 60 mg de vitamina E/kg de ração + 2,0% de resíduo de carvão vegetal; 2,0% de óleo de linhaça; 2,0% de óleo de linhaça + 60 mg de vitamina E/kg de ração; 2,0% de óleo de linhaça + 2,0% de resíduo de carvão vegetal; 2,0% de óleo de linhaça + 60 mg de vitamina E/kg de ração + 2,0% de resíduo de carvão vegetal. Foram avaliados: consumo de ração; produção de ovos; peso de ovos; conversão alimentar; espessura de casca; coloração de gema; colesterol total na gema; colesterol total, colesterol-HDL e triglicérides sanguíneos. Observou-se que: as aves da marca Lohmann LSL demonstraram maiores consumos de ração; a produção de ovos não foi afetada por nenhum tratamento, marca ou período; a cada período, o peso dos ovos aumentou 0,169 g; a conversão alimentar não foi afetada; os ovos da marca Lohmann Brown apresentaram maiores espessuras de casca; ocorreu redução de 0,0006 mm na espessura das cascas a cada período; ocorreu redução de 0,0099 na cor da gema dos ovos das aves Lohmann Brown a cada período; a cor da gema dos ovos das aves da marca Lohmann Brown foi maior do que a da marca Lohmann LSL no primeiro e segundo períodos, e ocorreu redução de 0,0099 na cor da gema a cada período; as aves Lohmann LSL exibiram níveis mais altos de colesterol e triglicérides sanguíneos; foi observado aumento de 0,9978 mg/dL nas concentrações de colesterol e 16,9285 mg/dL nas concentrações de triglicérides sanguíneos a cada período; não foi observado nenhum efeito sobre as concentrações de colesterol-HDL, bem como colesterol total da gema.

ABSTRACT

FANCHIOTTI, Flávia Escapini, D. S. , The Federal University of Viçosa, March 2005. **Oil, Charcoal and Vitamin E evaluation in the blood and eggs lipid concentrations of laying hen.** Advisor professor: George Henrique Kling de Moraes. Committee members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Paulo Roberto Cecon.

An experiment was carried out with 192 laying hens Lohmann Brown and 193 Lohmann LSL, 58 weeks old, for 84 days, divided in three periods of 28 days with the aim of studying the two vegetable oil sources, the charcoal residue and the vitamin E inclusion effects in the commercial laying hens ration, over the cholesterol levels in the blood and in the eggs, besides testing these substances influences over the birds performance. The experiment was set according to a subdivided parcels scheme, with a factorial factor 8 x 2 (8 treatments and 2 commercial brands) in the parcels, and in the sub-parcels the periods (28, 56 and 84 days) in the delineation totally randomized with 4 repetitions of 6 birds for the productive characteristics, sanguineous total cholesterol, triglyceride and HDL. For the total cholesterol, the yolk total, 2 repetitions of 6 birds were used. The treatments consisted in: 2% of soy bean oil; 2% of soy bean oil + 60 mg ration of vitamin E/kg; 2% of soy bean oil +

2% of charcoal residue; 2% of linseed oil; 2% of linseed oil + 60 mg/kg ration of vitamin E/kg; 2% of linseed oil + 2% of charcoal residue; 2% linseed oil + 60 mg ration of vitamin E/kg + 2% of charcoal residue. The ration consume; egg production; egg weight; feeding conversion; sanguineous total cholesterol; HDL-cholesterol and triglyceride were evaluated. It was observed that: the birds of the Lohmann LSL brand showed greater ration consume; the egg production was not affected by either treatment, brand or period; at each period; the egg weight increased 0,169 g; the food conversion was not affected; the eggs of the Lohmann Brown brand did not show greater shell thickness; there was a 0.0006mm reduction in the shells thickness at each period; there was a 0,0099 reduction in the yolk color in the Lohmann Brown birds at each period; the yolk color in the Lohmann Brown brand birds was greater than the Lohmann LSL in the first and second periods; and there was a 0,0099 reduction in the yolk color at each period; the Lohmann LSL birds showed higher levels of cholesterol and sanguineous triglycerides; an 0.9978 mg/dl increase in the cholesterol concentrations and an 16,9285 mg/dl increase in the sanguineous triglyceride concentrations at each period were observed; no effect over the cholesterol-HDL concentrations as well as in the yolk total cholesterol were observed.

1. INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares representam, para a maioria dos países, importante problema de saúde pública caracterizado por altas taxas de morbidade e mortalidade, além de elevados custos sociais e econômicos (SIMÃO et al., 2002).

De acordo com SANTOS (2001) em países desenvolvidos, durante os últimos 30 anos, tem-se observado uma redução razoável nas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares, enquanto elevações rápidas têm sido observadas em países em desenvolvimento.

De fato, a redução nas taxas de mortalidade foi descrita nos Estados Unidos no final da década de 60 e na Europa Ocidental em meados dos anos 70, enquanto na Europa Oriental há aumento nas taxas (LOTUFO, 1998).

No Brasil, entre 1930 e 1985, a redução da mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias foi de 471%, enquanto as doenças cardiovasculares e as neoplasias aumentaram 208% e 322%, respectivamente (LESSA, 1994; MATHIAS et al., 2004). Nas décadas de 80 e início dos anos 90, foi observado novo aumento nas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares e estas passaram a ser a principal causa de morte no país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1993; MATHIAS et al., 2004).

Segundo LOTUFO (1998) apesar de ter ocorrido no início dos anos 80 um declínio consistente no Estado de São Paulo e estabilização das taxas em capitais brasileiras, como Porto Alegre e Curitiba, a participação relativa das

doenças cardiovasculares continua sendo a mais importante dentre as causas de óbito.

Projeções da Organização Mundial de Saúde mostram que a tendência de elevação na doença cardiovascular nos países em desenvolvimento tende a persistir, agravando ainda mais o quadro de morbi-mortalidade. Prevê-se uma verdadeira epidemia da doença exigindo medidas preventivas efetivas (SANTOS, 2001).

A doença cardíaca coronária resulta de uma ausência de fluxo de sangue na rede de vasos sanguíneos que circundam o coração e suprem o miocárdio (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998). A principal causa de doença cardíaca coronária é a aterosclerose, sendo esta a principal causa do ataque cardíaco, acidente vascular cerebral e gangrena das extremidades (ROSS, 1993).

A etiologia da aterosclerose envolve vários fatores e para sua prevenção é necessário a identificação e o controle, não só das dislipidemias, mas dos fatores de risco associados, entre eles, hipertensão arterial, tabagismo, diabetes e obesidade (SANTOS, 2001; CERVATO et al., 1997).

As sugestões de que a saúde humana poderia ser melhorada através da redução do consumo de gordura animal, inclui o ovo devido a sua elevada concentração de gordura (TULLET, 1987).

O ovo é considerado um alimento de baixo custo e excelente valor nutritivo que poderia ser utilizado por grande parte da população, principalmente a de baixa renda. Porém, tem sido muitas vezes considerado perigoso à saúde e seu consumo freqüente tem sido desaconselhado (TURATTI, 2001; GARCIA e ALBALA, 1998).

STADELMAN e PRATT (1989) afirmaram que o conteúdo lipídico dos ovos é afetado por fatores tais como: genética, idade das aves, programas alimentares, níveis e tipo de gordura dietética.

Alguns trabalhos têm sido publicados reportando os efeitos da manipulação dos ingredientes da ração de poedeiras sobre os níveis de colesterol da gema. No entanto, em muitos casos os resultados obtidos não são aqueles realmente esperados, havendo muitas controvérsias, pois estão na dependência da absorção, síntese, distribuição e excreção do colesterol entre o intestino e o ovo (NOBLE, 1990).

Outros trabalhos têm focado o uso de agentes farmacológicos na tentativa de promover redução do conteúdo de colesterol no ovo (MORI et al., 2000), mas também demonstraram resultados conflitantes.

Outra tentativa tem sido a manipulação genética, selecionando linhagens produtoras de ovos com menor nível de colesterol. Porém, quando se reduz o colesterol, reduz-se também a eclodibilidade dos ovos tornando a prática comercialmente inviável (OBA, 2000).

Considerando estes aspectos, este trabalho teve por objetivos estudar os efeitos da inclusão de duas fontes de óleo vegetal, de resíduo de carvão e de vitamina E, nas rações de poedeiras comerciais, sobre os níveis de colesterol no sangue e nos ovos, além de testar a influência destas substâncias sobre o desempenho das aves.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais

Os lipídios são um grupo heterogêneo de compostos orgânicos com a característica comum de serem insolúveis em água e solúveis em solventes apolares (hexano, éter, clorofórmio, benzeno).

Os lipídios podem ser divididos em duas classes principais: lipídios de armazenamento e lipídios estruturais de membranas. Os triacilgliceróis são ácidos graxos esterificados de glicerol e servem como fonte ou armazenamento de energia nos vertebrados. Dentre os lipídios de membrana tem-se os glicerofosfolipídios, os esfingolipídios e os esteróis (NELSON e COX, 2000).

Os esteróis são álcoois monovalentes insaturados, de alto peso molecular e que contêm um anel ciclopentano peridrofenantreno (MARZZOCO e TORRES, 1999). O colesterol é o esteroide mais importante dos tecidos animais. Sua importância fisiológica reside no amplo papel que desempenha no organismo animal. Além de componente estrutural da maioria das membranas celulares serve como precursor de vários produtos com atividades biológicas específicas, entre eles, vitamina D, hormônios esteróides, ácidos biliares e hormônios sexuais (FUKUSHIMA e NAKANO, 1995; BRODY, 1994).

2.2 Lipoproteínas e transporte lipídico

As lipoproteínas são partículas globulares de alto peso molecular responsáveis pelo transporte dos lipídios no plasma. São constituídas por triacilgliceróis, colesterol, fosfolipídios e proteínas denominadas apolipoproteínas. As apolipoproteínas são requeridas na montagem da partícula de lipoproteína (apo B100 e B48), servem como ligante para os receptores de membrana que as captam para o interior da célula (apo B100 e E) ou funcionam como co-fatores enzimáticos (apos CII, CIII e AI).

As classes de lipoproteínas existentes são (SANTOS, 2001):

- os quilomicrons, que são maiores, menos densas, ricas em triacilgliceróis e de origem intestinal;
- as lipoproteínas de densidade muito baixa ou VLDL de origem hepática, com altas concentrações de triacilgliceróis e concentrações moderadas de colesterol e fosfolipídios;
- as lipoproteínas de densidade intermediária ou IDL que resultam da remoção de grande parte dos triacilgliceróis da VLDL, possuindo concentrações de colesterol e fosfolipídios aumentadas;
- as lipoproteínas de densidade baixa ou LDL que resultam da remoção dos triacilgliceróis da IDL, com concentrações de colesterol e fosfolipídios elevadas;
- as lipoproteínas de densidade alta ou HDL que contêm altas concentrações de proteínas e baixas concentrações de colesterol e fosfolipídios.

Os triacilgliceróis da dieta são solubilizados pela ação dos sais biliares, formando as micelas no intestino, para serem hidrolisados por lipases. Os produtos resultantes da hidrólise são ácidos graxos, mono e diacilgliceróis. Estes são absorvidos pelas células do intestino delgado, e em seu interior, ocorre re-síntese dos triacilgliceróis, que são exportados das células para a linfa na forma de quilomicrons. Uma vez nos vasos linfáticos os quilomicrons entram na corrente sanguínea através da artéria subclávia. As apolipoproteínas dos quilomicrons incluem apo B48, apo E e apo CII. Nos tecidos extra-hepáticos, os triacilgliceróis dos quilomicrons são hidrolisados a ácidos graxos

e glicerol pela ação da lipase lipoprotéica da membrana celular ativada pela apo CII. Os remanescentes dos quilomicrons, desprovidos da maior parte de seus triacilgliceróis, mas contendo colesterol, apo E e apo B48, são retirados da circulação pelo fígado (NELSON e COX, 2000).

Nos enterócitos das aves, os ácidos graxos são absorvidos diretamente para o sangue (ácidos graxos não esterificados), ou são reesterificados, formando os portomícrons (triacilglicerol + apolipoproteína). Como nas aves o sistema linfático é rudimentar, os ácidos graxos e portomícrons são lançados diretamente no sistema porta-hepático (FURLAN e MACARI, 2002). Segundo HERMIER (1997) os portomícrons atravessam o fígado antes de alcançar a circulação geral. Porém, é provável que não sejam metabolizados por serem muito grandes para atravessar a parede celular dos capilares hepáticos.

No período pós-prandial, o fígado sintetiza ativamente triacilgliceróis e colesterol, que se somam àqueles provenientes dos quilomicrons. Os triacilgliceróis e o colesterol que excedem as necessidades dos hepatócitos são utilizados para a síntese das VLDL. Estas contêm triacilgliceróis, algum colesterol e ésteres de colesterol, além de apo B100, apo CI, CII, CIII e apo E. À medida que as VLDL circulam pelos capilares que irrigam os tecidos extra-hepáticos, os triacilgliceróis contidos nessas lipoproteínas, assim como os dos quilomicrons, são hidrolisados pela lipase lipoprotéica. Dessa forma são originadas as IDL, ricas em ésteres de colesterol. Uma fração das IDL retorna ao fígado e o restante, após novo ciclo de remoção de triacilgliceróis pelos tecidos, origina as LDL que contêm muito colesterol e apo B100 como sua principal apoproteína (SANTOS, 2001; PETERSDORF et al., 1984; GOLDBERG et al., 1985).

Tanto as VLDL como as LDL serão removidas no fígado por intermédio de ligação com receptores específicos. Dentre eles, o receptor da LDL denominado receptor B-E é o mais importante (SANTOS, 2001).

Em geral, as células, exceto as do fígado e intestino, obtêm o colesterol do plasma a partir da endocitose de LDL. O receptor de LDL está sujeito a regulação retroativa: quando o colesterol está abundante na célula, novos receptores não são sintetizados e a captação de colesterol do plasma fica bloqueada (STRYER, 1996).

As partículas de HDL são formadas no plasma e no compartimento extra-vascular. Principalmente as apoproteínas AI e AII formam o conteúdo protéico da HDL (SANTOS, 2001).

As HDL ligam-se à superfície dos tecidos periféricos e o excesso de colesterol intracelular é translocado para a membrana plasmática e, em seguida, para o interior das HDL, como ésteres de colesterol. Depois de liberada na corrente sangüínea, a HDL nascente (recém-sintetizada) coleta ésteres de colesterol de outras lipoproteínas circulantes (STRYER, 1996).

Os quilomicrons e VLDL, depois da remoção de seus triacilgliceróis pela lipase lipoprotéica, são ricas em colesterol e fosfatidilcolina. A lecitina colesterol acil transferase (LCAT) existente na superfície da HDL nascente converte essa fosfatidilcolina e colesterol em ésteres de colesterol. Estes entram no interior da HDL nascente transformando-a em HDL madura. A HDL carrega o colesterol até o fígado onde este será eliminado no chamado transporte reverso do colesterol (SANTOS, 2001; BADIMON et al., 1992).

Os níveis séricos de colesterol quando estão elevados podem causar doença e morte pois participam na formação das placas ateroscleróticas em artérias de todo o organismo. O metabolismo do colesterol tem de ser precisamente regulado. Este controle ocorre no fígado, local primário da síntese do colesterol. A atividade e a quantidade de 3-hidroxi-3-metilglutaril CoA redutase, enzima que catalisa a etapa-chave da biossíntese, são reduzidas pelos níveis de colesterol dietético (STRYER, 1996; GARRETT e GRISHAN, 1999).

2.3 Dislipidemias

As dislipidemias relacionadas à doença arterial coronariana têm sido estudadas extensivamente e foi demonstrado que pessoas de países, grupos sociais ou raças que consomem grandes quantidades de gordura têm níveis elevados de colesterol sérico e maior incidência de aterosclerose coronariana e aórtica em relação àqueles que consomem menos gordura (MENOTTI et al., 2000).

Foram demonstradas associações positivas entre o consumo de gordura saturada, nível de colesterol e doença arterial coronariana (CIORCLIA,

1997), sendo que o LDL-colesterol tem relação positiva e o HDL-colesterol tem relação negativa com a doença (MRFIT, 1990; MARZZOCO e TORRES, 1999).

Estudos clínicos e observacionais, comprovam que a redução dos níveis de colesterol, mais especificamente o LDL-colesterol, promove benefícios na prevenção da doença arterial coronariana (KANDEL, 2000).

Além disso, SCHULTE et al. (1999) demonstraram a importância da redução dos triacilgliceróis no tratamento da doença, evidenciando a importância do tratamento da hipertrigliceridemia.

As dislipidemias podem ter duas classificações: a classificação laboratorial e a classificação etiológica. Na classificação laboratorial podemos ter a hipercolesterolemia isolada, que é caracterizada pelo aumento do colesterol total e/ou do LDL-colesterol; a hipertrigliceridemia isolada caracterizada pelo aumento dos triacilgliceróis; a hiperlipidemia mista caracterizada pelo aumento do colesterol total e dos triacilgliceróis; e a diminuição isolada do HDL-colesterol ou associada ao aumento dos triacilgliceróis ou LDL-colesterol (SANTOS, 2001).

Na classificação etiológica temos as dislipidemias primárias e as secundárias. As dislipidemias primárias são de origem genética. As secundárias são causadas por outras doenças, tais como: hipotireoidismo, diabetes melito, síndrome nefrótica, insuficiência renal crônica, obesidade, alcoolismo, icterícia obstrutiva; ou pelo uso de medicamentos, tais como, diuréticos em altas doses, betabloqueadores, corticosteróides e anabolizantes (SANTOS, 2001).

A conduta terapêutica recomendada na prevenção e no tratamento das dislipidemias tem sido a terapia nutricional. Para o tratamento dietético da hipertrigliceridemia, deve-se reduzir a ingestão de gordura total da dieta (KRAUSS et al., 2000). Na hipertrigliceridemia secundária à obesidade ou diabetes, recomenda-se, respectivamente, dieta hipocalórica, restrição de carboidratos e compensação do diabetes melito.

O tratamento dietético da hipercolesterolemia segue a recomendação da Associação Americana do Coração (KRAUSS et al., 2000; SANTOS, 2001), que pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 – Dieta da Associação Americana do Coração para controle da hipercolesterolemia

Recomendações dietéticas para o tratamento da hipercolesterolemia	
Nutrientes	Ingestão recomendada
Gordura total	25 a 35% das calorias totais
Ácidos graxos saturados	< 7% das calorias totais
Ácidos graxos poli-insaturados	> 10% das calorias totais
Ácidos graxos monoinsaturados	> 20% das calorias totais
Carboidratos	50 a 60% das calorias totais
Proteínas	Aproximadamente 15% das calorias totais
Colesterol	< 200 mg/dia
Fibras	20 a 30 g/dia
Calorias	Para atingir e manter o peso desejável

Fonte: Adaptado de SANTOS (2001).

O colesterol alimentar influencia diretamente os níveis plasmáticos de colesterol, possuindo menor efeito sobre a colesterolemia, quando comparado à gordura saturada. Para a redução da ingestão de colesterol, deve-se restringir o consumo de vísceras (fígado, miolo, miúdos), leite e seus derivados, biscoitos amanteigados, sorvetes cremosos, embutidos (salsicha, lingüiça, bacon, torresmo), frios (presunto, salame, mortadela), pele de aves, frutos do mar (lagosta, ostra, camarão, marisco, polvo) e especialmente a gema de ovo, que contém, em média, 225 mg de colesterol/unidade (SANTOS, 2001).

Segundo SANTOS (2001) a gordura saturada eleva a colesterolemia pela redução dos receptores celulares B-E no fígado, inibindo a remoção plasmática das partículas de LDL. Além disso, sua estrutura linear, permite maior entrada de colesterol nas partículas de LDL. O aumento dos níveis plasmáticos de colesterol é causado principalmente pelo consumo de gordura saturada. Para redução da ingestão de gordura saturada, recomenda-se a restrição de gordura animal (carnes gordurosas, leite e seus derivados), polpa de coco e alguns óleos vegetais (palma e coco).

2.4 Colesterol e galinhas poedeiras

No homem, as sínteses hepática e intestinal de colesterol, contribuem para o total de colesterol do organismo, sendo o dobro daquele proveniente da dieta. Sob condições normais, mudanças na ingestão de colesterol são compensadas por alterações na sua síntese orgânica, para manutenção do equilíbrio. O balanço de colesterol, ou seja, seu aporte no organismo (alimento e síntese orgânica) e sua excreção (esteróis neutros e ácidos biliares), está também em função da sua eliminação, envolvendo a conversão hepática do colesterol em esteróis neutros e ácidos biliares que são excretados pelo intestino ou ainda reciclados (NABER, 1990). Em poedeiras, o balanço de colesterol é consideravelmente diferente do constatado no homem. Tanto o colesterol corporal, quanto aquele encontrado no ovo, são provenientes do fígado, pois normalmente, as dietas de poedeiras são formuladas a base de produtos de origem vegetal, não contendo colesterol. Além do mais, a síntese de colesterol na galinha é muito elevada, quando comparada com outros animais e o homem. A principal via de eliminação do colesterol é representada pelo ovo, sendo muito reduzida a excreção de ácidos biliares e esteróis neutros pelas fezes (NABER, 1990).

A síntese de colesterol aumenta nas poedeiras a medida que elas amadurecem, e isso ocorre devido ao aumento da demanda para a produção de ovos. O colesterol na gema do ovo é importante para o desenvolvimento embrionário e é transferido em sua maior extensão durante a semana final de incubação (WEISS e SCOTT, 1979). Estudos indicam que as aves jovens provavelmente não possuem enzimas desenvolvidas para a síntese de colesterol, o que enfatiza a importância do colesterol no ovo (WHITESIDE e FLUCKINGER, 1965).

Sabe-se que a ingestão dietética das poedeiras influencia o conteúdo de colesterol das gemas (SUTTON et al., 1984). Vários estudos indicam que a presença de colesterol na dieta de poedeiras aumenta a concentração deste nos ovos (BUDOWSKI et al., 1961; WOOD et al., 1961; HARRIS e WILCOX, 1963). Esse aumento na excreção do colesterol através do ovo provavelmente possibilita uma prevenção de hipercolesterolemia quando a ave ingere altos níveis de colesterol dietético. As fibras dietéticas também influenciam os níveis

de colesterol excretado através do ovo. Entretanto, informações adicionais são necessárias, para determinar o mecanismo das variações dietéticas que regulam o balanço do colesterol em poedeiras (SUTTON et al., 1984).

A influência genética nos níveis de colesterol ainda não está bem esclarecida sendo encontradas grandes variações entre linhagens (BARTOV e REISER, 1973).

2.5 Ovo

O ovo é um alimento de alto valor nutricional, rico em nutrientes essenciais, tais como, aminoácidos, vitaminas e minerais, sendo considerado uma fonte protéica de alto valor biológico. Em termos de aminoácidos essenciais só perde para o leite materno na alimentação humana. Porém, o ovo passou a enfrentar objeções e ocorreu redução significativa de sua comercialização e consumo, basicamente pelo teor de colesterol presente na gema. A proteína fornecida pelos ovos, além de ser de excelente qualidade, é a de preço mais conveniente ao consumidor, devendo, por isso, ser alvo de uma demanda mais acentuada para atender a programas que visam o combate à desnutrição e à fome (SILVA, 1999).

A porção comestível do ovo integral contém cerca de 12% de proteína, 11% de gordura e 1% de material mineral. A clara contém 10% de proteína, predominando a albumina e possui apenas traços de gordura. A gema possui aproximadamente 35% de lipídios, como pode ser observado no Quadro 1 (COTTERILL e GLAUERT, 1979).

Quadro 1 – Composição de sólidos, proteínas e lipídios totais do ovo

Composição por ovo*			
Nutrientes	Ovo Integral	Clara	Gema
Sólidos (g)	13,47	4,6	8,81
Proteína (g)	6,60	3,88	2,74
Lipídios totais (g)	6,00	...	5,80
Cinzas (g)	0,55	0,26	0,29

*Ovo com 55,1 g, sendo 38,4 g de clara e 16,7 g de gema.

Fonte: Adaptado de COTTERILL e GLAUERT (1979).

A fração lipídica da gema do ovo conforme NOBLE e COCCHI (1991) está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Proporção dos lipídios da gema

Lipídios Totais (%)		Fosfolipídios (%)	
Éster de colesterol	1,3	Fosfatidiletanolamina	23,9
Triacilglicerol	63,1	Fosfatidilserina	2,7
Ácidos Graxos Livres	0,9	Fosfatidilcolina	69,1
Colesterol Livre	4,9	Esfingomiéline	1,0
Fosfolipídios	29,7	Outros	3,2

Fonte: Adaptado de NOBLE e COCCHI (1991).

No Quadro 3 observa-se a composição lipídica do ovo segundo COTTERILL e GLAUERT (1979).

Quadro 3 – Composição lipídica do ovo

Composição por ovo*			
Lipídios	Ovo Integral	Clara	Gema
Ácidos graxos (g)			
Saturados, total	2,01	...	1,95
8:0 – Caprílico	0,027	...	0,027
10:0 – Cáprico	0,082	...	0,080
12:0 – Láurico	0,027	...	0,026
14:0 – Mirístico	0,022	...	0,022
16:0 – Palmítico	1,37	...	1,31
18:0 – Esteárico	0,462	...	0,459
20:0 – Araquídico	0,022	...	0,022
Monoinsaturados, total	2,53	...	2,50
14:1 – Miristoleico	0,005	...	0,005
16:1 – Palmitoleico	0,214	...	0,211
18:1 – Oléico	2,31	...	2,28
Poliinsaturados, total	0,73	...	0,72
18:2 – Linoléico	0,660	...	0,650
18:3 – Linolênico	0,011	...	0,014
20:4 – Araquidônico	0,055	...	0,051
Colesterol (g)	0,264	...	0,258
Lecitina (g)	1,27	...	1,22
Cefalina (g)	0,253	...	0,241

*Ovo com 55,1 g, sendo 38,4 g de clara e 16,7 g de gema.

Fonte: Adaptado de COTTERILL e GLAUERT (1979).

Apesar do ovo ser um alimento de baixo custo e excelente valor nutritivo, que poderia ser utilizado por grande parte da população, principalmente a de baixa renda, tem sido muitas vezes considerado perigoso à saúde devido aos níveis de colesterol presente na gema. Por este motivo, várias pesquisas tentam modificar o conteúdo lipídico e a composição de ácidos graxos da gema do ovo e reduzir os níveis de colesterol através da manipulação da ração das galinhas poedeiras.

2.6 Linhas de pesquisa que tentam reduzir os níveis de colesterol do ovo

Em uma revisão, STADELMAN e PRATT (1989) afirmaram que o conteúdo lipídico de ovos é afetado por fatores tais como: genética, idade, programas alimentares, níveis e tipos de gordura dietética.

A manipulação genética procura selecionar linhagens de poedeiras com menor nível de colesterol. Porém, quando se reduz o colesterol, reduz-se também a eclodibilidade dos ovos, o que interfere na geração de novas aves, tornando esta prática comercialmente inviável (OBA, 2000).

O consumo alimentar das aves influencia o conteúdo de colesterol na gema de ovo (HARGIS, 1988). Vários estudos indicam que o colesterol dietético aumenta consideravelmente (25% ou mais) a concentração do colesterol no ovo (BUDOWSKI et al., 1961; WOOD et al., 1961; HARRIS e WILCOX, 1963; SUTTON et al., 1984). Esse aumento resulta na excreção de colesterol para o ovo que é a via disponível para a ave manter a normocolesterolemia quando altos níveis de colesterol são ingeridos. Adicionalmente, a biossíntese endógena do colesterol a partir do acetato é reduzida e esteróis neutros são eliminados nas fezes (HARGIS, 1988).

Segundo AUSTIC (1994) o conteúdo de colesterol na gema do ovo pode ser modificado pela manipulação da ração das poedeiras. De fato, vários trabalhos têm sido publicados relatando o efeito da manipulação dos ingredientes da ração sobre os níveis de colesterol da gema e sobre o perfil de ácidos graxos. No entanto, em muitos casos os resultados obtidos não são aqueles realmente esperados, havendo muitas controvérsias, pois estão na dependência da absorção, síntese, distribuição e excreção do colesterol entre o intestino e o ovo (NOBLE, 1990).

KOVACS et al. (2000) investigaram os efeitos da composição da ração de poedeiras sobre o conteúdo de colesterol do ovo. Foram avaliados os efeitos de níveis de colesterol e fibra, além de alimentos como aveia, farinha de milho, alfafa, óleo de girassol e gordura de porco. Os autores não observaram correlação entre os níveis dietéticos de colesterol (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) e a concentração de colesterol no plasma e na gema. As rações contendo gordura de porco e óleo de girassol (5%) aumentaram o colesterol da gema, sendo que

o aumento causado pelo óleo de girassol foi maior. De acordo com HARGIS (1988) os óleos altamente insaturados têm efeito sinérgico na absorção do colesterol e resultam em maiores níveis de colesterol na gema.

A adição de 10% de aveia na dieta provocou redução do colesterol na gema e aumentou os níveis de ácidos graxos insaturados (palmitoleico e linoleico) enquanto diminuiu o ácido esteárico (C18:0). Uma pequena elevação no conteúdo de fibra de ração (0,9 e 2,0%) reduziu ligeiramente o colesterol do ovo. A adição de farinha de milho ao nível de 10% diminuiu consideravelmente o colesterol da gema, aumentou a concentração de ácido oléico (C18:1) e diminuiu o ácido palmítico (C16:0). O uso da alfafa não provocou mudanças significativas na concentração do colesterol da gema (KOVACS et al., 2000).

A quantidade e o tipo de ácidos graxos presentes na dieta têm efeito marcante no metabolismo lipídico das aves. Segundo OBA (2000) a concentração de colesterol depende da origem, tipo de estrutura, quantidade e qualidade do óleo utilizado na ração das aves.

Segundo SIM e BRAGG (1977) os óleos polinsaturados aumentam a absorção de colesterol resultando em um aumento do colesterol na gema do ovo. SUMMERS et al. (1966) verificaram que a adição de ácidos graxos polinsaturados à ração diminuiu os níveis de colesterol plasmático, causando, entretanto, maior eliminação pela gema.

MENDONÇA JÚNIOR et al. (1994), alimentando poedeiras com níveis de 0,1 e 0,2% de Lipcor (composto de ácidos graxos poliinsaturados marinhos do tipo ômega 3) não conseguiram baixar os valores de triglicerídeos e colesterol no plasma sanguíneo das aves.

HARGIS et al. (1991) submetendo poedeiras por 28 semanas a rações contendo 3% de óleo de peixe, rico em ácidos graxos ômega 3, encontraram redução significativa do colesterol na gema entre 12 e 14 semanas de experimento.

Por outro lado, MENDONÇA JÚNIOR et al. (2000) trabalhando com aves de 89 semanas de idade, recebendo ração acrescida de óleo de peixe a 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% durante 5 semanas não obtiveram alterações nos teores de colesterol da gema do ovo.

GINZBERG et al. (2000) testaram o efeito da suplementação da ração de poedeiras com uma alga vermelha (*Porphyridium sp*), que contém

polissacarídeos solúveis e vários ácidos polinsaturados (PUFA) como o ácido araquidônico (C20:4 ômega 6) e o eicosapentaenóico (C20:5 ômega 3). As gemas, das aves alimentadas com a alga liofilizada, tiveram uma redução de 10% nos níveis de colesterol e um aumento de 29 e 24%, respectivamente, nos níveis de ácido linoléico (C18:2) e araquidônico.

Outros nutrientes que têm sido utilizados com a finalidade de alterar o metabolismo lipídico, em particular do colesterol, reduzindo seus níveis no sangue, nos tecidos e na gema do ovo, são as fibras presentes nos vegetais.

McNAUGHTON (1978) ao submeter aves a diferentes níveis de fibra (2,0 a 8,8%) em rações isocalóricas e isoprotéicas, obteve redução significativa de 4,4 a 13,3% no colesterol da gema, sem provocar alterações na postura e peso dos ovos. Aumentando a fibra dietética proveniente de diferentes fontes vegetais de 2% para 4%, reduziu o colesterol na gema de 5 para 10%, respectivamente, sem reflexos negativos para a produção de ovos. O autor comparou a fibra da farinha de alfafa, farelo de aveia, farelo de girassol, farelo de arroz e cepilho de madeira. Os efeitos mais pronunciados na diminuição do colesterol da gema foram verificados pela inclusão de aveia e maravalha nas rações.

Por outro lado, VARGAS e NABER (1984) observaram que a adição de fibra à dieta não reduziu o nível de colesterol na gema, e este estava significativamente correlacionado ao balanço energético, sendo que qualquer excesso na ingestão de energia provocaria aumento no peso vivo e na biossíntese de colesterol resultando, conseqüentemente, em maior transferência deste lipídio para a gema.

A farinha de alfafa quando adicionada às rações de milho e soja mostrou-se efetiva na redução da concentração de colesterol na gema do ovo, provocando mínima diminuição na produção, eficiência alimentar e peso dos ovos, de acordo com TURK e BARNET (1972). Por outro lado, NAKAUE et al. (1980) não observaram nenhuma influência da alfafa sobre os níveis de colesterol do ovo.

QURESHI et al. (1986), utilizando 20% de farelo de cevada de elevado nível protéico, ou frações de farelo de cevada solúveis em éter de petróleo, adicionados à ração, reportaram redução nos níveis de colesterol na gema do ovo.

Tem sido demonstrado que além da fibra, as saponinas presentes nos vegetais teriam alguma atividade hipocolesterolêmica. Permanecendo no trato gastrointestinal, algumas delas interagiriam diretamente com o colesterol, formando um complexo insolúvel que impediria sua absorção intestinal, enquanto outras causariam aumento da excreção fecal dos ácidos biliares, via indireta de eliminação do colesterol (SIDHU e OAKENFULL, 1986).

Outros trabalhos têm focado o uso de agentes farmacológicos na tentativa de reduzir o conteúdo de colesterol no ovo já que a modificação de fatores dietéticos da ração de poedeiras fornecem resultados controversos e muitas vezes as reduções nos níveis de colesterol não alcançam valores significativos (MORI et al., 2000).

MORI et al. (1999) suplementaram uma ração com diferentes níveis de lovastatina por um período de 12 semanas. Segundo os autores a qualidade dos ovos e o desempenho das aves não foram afetados. O conteúdo de colesterol na gema foi significativamente reduzido em 7,5 e 12,7% com a adição de lovastatina a 0,0005 e 0,0015%, respectivamente.

Em um outro estudo MORI et al. (2000) adicionaram às rações 0,2 ou 0,3% de colestiramina ou 0,005% de lovastatina por 6 semanas. Os autores observaram uma redução no peso dos ovos e nenhuma redução nos níveis de colesterol da gema. Segundo os autores a colestiramina foi ineficaz na redução do colesterol da gema. Essa ineficácia foi atribuída ao fato das poedeiras sintetizarem colesterol excedente para a deposição necessária no ovo. Apenas uma pequena quantidade desse colesterol seria secretado como ácido biliar, já que a principal via de eliminação do colesterol é representada pelo ovo. A reabsorção reduzida de ácidos biliares reduzem o colesterol hepático, enquanto um mecanismo regulatório promove a elevação do colesterol endógeno. Isso poderia determinar uma maior excreção de colesterol. Assim, foi explicado o aumento observado no colesterol da gema, quando as aves receberam 0,2 ou 0,3% de colestiramina.

A lovastatina está incluída no grupo dos mais potentes agentes hipocolesterolêmicos e age como inibidor competitivo da 3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A redutase (HMG-CoA redutase), enzima reguladora da via biossintética do colesterol enquanto a colestiramina, sequestrante de ácidos biliares, é uma droga hipocolesterolêmica que se liga aos ácidos biliares na luz

do intestino e aumenta a excreção destes (MORI et al., 2000), o que justificaria o uso dessas drogas.

De acordo com KHAN et al. (1989) a redução nos conteúdos de colesterol do fígado e da VLDL determinada pela lovastatina, pode ser justificada como uma consequência da redução considerável no colesterol esterificado, sem nenhum efeito nos níveis de colesterol livre. Assim, a redução do colesterol da gema observada por MORI et al. (1999) ao usar lovastatina, pode ser provavelmente atribuída apenas a reduções no conteúdo de colesterol esterificado. Por outro lado, é conhecido que cerca de 21% do colesterol da gema do ovo está sob a forma de colesterol esterificado. Portanto, segundo os autores, as possibilidades do colesterol do ovo ser reduzido acima desse limite são, provavelmente, muito remotas.

Por outro lado, ELKIN e ROGLER (1990) observaram redução de 15% na concentração do colesterol da gema do ovo utilizando níveis de lovastatina variando de 0,0059 a 0,0265%.

Observa-se que da mesma forma que a manipulação dos ingredientes da ração fornecem resultados controversos, os resultados dos trabalhos desenvolvidos com drogas hipolipemiantes também são conflitantes. Segundo MORI et al. (2000) os dados publicados são divergentes principalmente devido aos diferentes métodos utilizados na determinação das concentrações do colesterol do ovo. Além disso, a idade e linhagem das aves também poderiam afetar os resultados.

A manipulação farmacológica pode fornecer um meio de reduzir o colesterol do ovo de maneira prática e econômica, entretanto se as drogas ou seus metabólicos forem também depositados no ovo, os ovos se tornarão inaceitáveis comercialmente. São necessárias investigações não só sobre o transporte e deposição do colesterol como também, investigações a respeito da absorção, catabolismo e excreção dessas drogas e seus metabólitos (HARGIS, 1988).

Atualmente tem sido pesquisado o efeito da adição de carvão vegetal às rações de poedeiras visando a redução do colesterol. Assim, SOUZA et al. (1998) ao trabalharem com dietas contendo níveis crescentes de cinza vegetal observaram reduções significativas dos teores de colesterol no sangue, na carne e no ovo de poedeiras. Foram observadas reduções de 50, 56 e 57% do

colesterol no sangue; 26, 29 e 34% no músculo da perna; 21, 25 e 29% no músculo do peito e 17, 21 e 22% na gema dos ovos das aves que receberam 1, 2 e 3% de cinza vegetal na dieta, respectivamente.

Foi observado aumento de 2,55% na postura e redução de 27% do número de ovos trincados. Observou-se ainda que a adição de resíduos de carvão vegetal na alimentação das poedeiras melhorou a produtividade das aves e a resistência da casca dos ovos. Os autores justificaram que a fertilidade pode ser afetada por altos níveis de gordura, portanto, as aves estando mais magras colocaram mais ovos. A maior resistência da casca foi atribuída ao fato do carvão vegetal ser muito rico em cálcio. Outro efeito verificado foi uma mudança na consistência das fezes das aves, as quais se tornaram mais secas devido à ação adstringente do carvão, que foi considerado vantajoso, uma vez que facilita a remoção dos detritos na granja e reduz a incidência de moscas (PESQUISA FAPESP, 2001).

2.7 Óleo de linhaça e vitamina E

De acordo com SIM e BRAGG (1977) a absorção do colesterol dietético pelas galinhas depende diretamente da natureza do óleo utilizado nas rações. JIANG et al. (1992) afirmaram que rações ricas em ácidos graxos como oléico, linoleico e linolênico resultam em aumentos acentuados nas concentrações dos lipídios totais da gema. Da mesma forma, BARTOV et al. (1971) utilizando rações ricas em gorduras poliinsaturadas demonstrou que estas promoveram aumentos nos níveis de colesterol da gema. Por outro lado, SIM e BRAGG (1977) misturando 8% de óleo de girassol com 2% de óleo de soja, obtiveram uma redução de 40% no colesterol da gema. Também, HARGIS et al. (1991) observaram redução no colesterol da gema quando alimentou poedeiras com óleo de peixe.

Os ácidos graxos poliinsaturados essenciais, conhecidos como PUFA (*polyunsaturated fatty acids*), desempenham importante papel no metabolismo e transporte de gorduras, além de estarem envolvidos na função imune, manutenção da função e integridade de membranas celulares (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998).

Os ácidos graxos insaturados são representados pelas séries ômega-3 (α -linolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico), ômega-6 (linoléico e araquidônico) e ômega-9 (oléico – ácido graxo monoinsaturado). As funções desses ácidos graxos, em muitos estados patológicos, estão sendo investigadas. Alguma eficácia tem sido demonstrada na prevenção da aterosclerose (DREVON, 1992).

Os PUFA ômega-6 são disseminados nos alimentos, mas a maior fonte são os óleos vegetais. A substituição dos ácidos graxos saturados pelos PUFA ômega-6 reduzem tanto o LDL-colesterol quanto o HDL-colesterol (Nydahl, 1994 citado por MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998).

De acordo com CUKIER (1998) os ácidos graxos ômega-3 têm sido usados no tratamento de cardiopatias, com resultados favoráveis na diminuição da colesterolemia e pressão arterial.

A substituição isocalórica dos ácidos graxos saturados por ácidos graxos poliinsaturados reduz o colesterol total e o LDL-colesterol plasmáticos, através da menor produção e maior remoção de LDL e alteração da estrutura das LDL de forma a reduzir o conteúdo de colesterol na partícula. No entanto, existe o inconveniente de baixar os níveis plasmáticos de HDL-colesterol e provocar maior oxidação lipídica. Os ácidos graxos monoinsaturados, como o oléico (ômega-9), reduzem o colesterol total sem provocar oxidação lipídica e diminuir o HDL-colesterol. Suas principais fontes são os óleos de oliva e canola, azeitona, abacate e oleaginosas, como as castanhas, nozes e amêndoas (SANTOS, 2001).

De acordo com VON SCHACKY et al. (1999) os ácidos graxos ômega-3 diminuem a trigliceridemia plasmática por reduzir a secreção hepática de VLDL.

A linhaça é uma rica fonte de ácido linolênico que aumenta dramaticamente o conteúdo deste PUFA ω -3 nas gemas dos ovos de poedeiras que recebem rações contendo essa semente oleaginosa (CASTON e LEESON, 1990; SCHEIDELER e FRONING, 1996). O óleo de linhaça parece ser a fonte vegetal mais abundante de ácido linolênico (55%). Os óleos de soja e de canola contêm 9,9 e 8,0% deste ácido, respectivamente. Já os óleos de peixe como menhaden e salmão contêm 21,7% e 20,9% (CASTON e LEESON, 1990).

Segundo SCHEIDELER e FRONING (1996) foi despertado grande interesse pelo consumo dos PUFA ω -3 na dieta humana a partir de uma publicação de DYERBERG et al. (1974) reportando uma relação entre o consumo destes ácidos graxos e a baixa incidência de doenças cardiovasculares em esquimós. Como a linhaça possui alto conteúdo de ácido linolênico, o enriquecimento de ovos com este ácido graxo constitui uma fonte alternativa na dieta humana. Porém, JIANG et al. (1992) reportou uma alta incidência de “flavor” de peixe nos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo linhaça. Esse sabor desagradável foi atribuído a oxidação do óleo de linhaça.

Os lipídios contendo PUFA são particularmente propensos ao ataque de radicais livres e à deterioração oxidativa (WANASUNDARA e SHAHIDI, 1998). Na ausência de antioxidantes apropriados, os PUFA formam radicais livres e podem ter um efeito pró-oxidante significativo levando à depleção de vitamina E e aumento dos produtos de oxidação (MEYDANI, 1996). Segundo WISEMAN (1996) é necessário uma ingestão aumentada de antioxidantes para acompanhar um consumo elevado de ácidos graxos poliinsaturados para a obtenção das ações benéficas dos mesmos. A adição de vitamina E, ou outros antioxidantes nas rações ricas em ácidos graxos poliinsaturados, pode prevenir essa oxidação (SEEMAN, 1990).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e duração

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, MG, durante 84 dias, divididos em 3 períodos de 28 dias.

3.2 Procedimentos gerais

Foram utilizadas 384 poedeiras comerciais, sendo 192 semi-pesadas Lohmann Brown (peso médio inicial de 1,87 kg) e 192 leves Lohmann LSL (peso médio inicial de 1,55 kg), com 58 semanas de idade no início do experimento. O manejo adotado foi o tradicionalmente utilizado nas granjas de postura comercial, com alimento e água fornecidos à vontade durante todo o período experimental, seguindo as recomendações contidas nos manuais das marcas comerciais.

O fornecimento de ração e a coleta dos ovos foram realizados duas vezes ao dia, no período da manhã e à tarde. Foi adotado o programa de luz de 17 horas diárias.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com subdivisões medindo 25x40x40 cm, as quais continham duas aves por subdivisão, dispostas horizontalmente e sobrepostas em duas fileiras de cada

lado. Cada parcela continha um total de seis aves e foi separada por uma subdivisão de gaiola, além de placas de madeira, para evitar que as aves de uma parcela comessem a ração da outra. Os bebedouros utilizados foram do tipo calha e os comedouros do tipo linear de madeira. As rações foram armazenadas em baldes plásticos com tampa e com capacidade para 30 L.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi montado em um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 8 x 2 (8 tratamentos e 2 marcas comerciais) e nas subparcelas os períodos (28, 56 e 84 dias) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 6 aves para as características produtivas, colesterol total, triglicérides e HDL no sangue. Para o colesterol total das gemas foram utilizadas 2 repetições de 6 aves.

3.4 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. Para os fatores qualitativos as médias foram comparadas utilizando-se os testes de Duncan e/ou F adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ($r^2 = S. Q. \text{ Regressão} / S. Q. \text{ Período}$) e no fenômeno biológico.

3.5 Rações experimentais e tratamentos

As rações experimentais foram preparadas conforme as recomendações preconizadas por ROSTAGNO et al. (2000) a fim de atender as necessidades nutricionais para a produção de ovos, contendo 16% de proteína bruta e 2800 kcal de EM/kg de ração.

Os tratamentos utilizados foram:

Tratamento 1: 2,0% de óleo de soja

Tratamento 2: 2,0% de óleo de soja + 60 mg de vitamina E/kg de ração

Tratamento 3: 2,0% de óleo de soja + 2,0% de resíduo de carvão vegetal

Tratamento 4: 2,0% de óleo de soja + 60 mg de vitamina E/kg de ração + 2,0% de resíduo de carvão vegetal

Tratamento 5: 2,0% de óleo de linhaça

Tratamento 6: 2,0% de óleo de linhaça + 60 mg de vitamina E/kg de ração

Tratamento 7: 2,0% de óleo de linhaça + 2,0% de resíduo de carvão vegetal

Tratamento 8: 2,0% de óleo de linhaça + 60 mg de vitamina E/kg de ração + 2,0% de resíduo de carvão vegetal

Na Tabela 2 estão apresentadas a composição percentual e calculada das rações experimentais.

Tabela 2 – Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Quantidades (%)
Milho	60,870
Farelo de soja	23,470
Calcário	8,800
Fosfato bicálcico	1,502
L-Lisina	0,032
DL-Metionina	0,156
Sal	0,480
Suplemento vitamínico ^{1/}	0,100
Suplemento mineral ^{2/}	0,050
BHT ^{3/}	0,020
Cloreto de colina	0,020
Óleo vegetal ^{4/}	2,000
Porção variável ^{5/}	2,500
Total	100,000
Calculado:	
Proteína bruta (%)	16,000
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800,000
Fósforo disponível (%)	0,375
Cálcio (%)	3,790
Metionina + Cistina (%)	0,682
Metionina (%)	0,410
Lisina (%)	0,839

^{1/} Suplemento vitamínico: Rovimix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Vitamina A - 10.000.000 UI; Vitamina D₃ - 2.000.000 UI; Vitamina E - 30.000 UI; Vitamina B₁ - 2,0 g; Vitamina B₆ - 4,0 g; Ác. Pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,10 g; Vitamina K₃ - 3,0 g; Ácido Fólico - 1,0 g; Ác. Nicotínico - 50,0 g; Vitamina B₁₂ - 15.000 mcg; Selênio - 0,25 g e Veículo q.s.p. - 1.000 g.

^{2/} Suplemento mineral: Roligomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês 16,0 g; Ferro - 100,0 g, Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g e Veículo q.s.p.- 1.000 g.

^{3/} Hidroxi butil tolueno.

^{4/} Óleo vegetal: óleo de soja (tratamentos 1, 2, 3 e 4); óleo de linhaça (tratamentos 5, 6, 7 e 8).

^{5/} Porção variável: 60 mg de vitamina E/kg (tratamentos 2 e 6), 20 g de resíduo de carvão vegetal/kg (tratamentos 3 e 7), 60 mg de vitamina E/kg + 20 g de resíduo de carvão vegetal/kg (tratamentos 4 e 8), completando os 2,5% com areia lavada.

3.6 Características avaliadas na produção

3.6.1. Consumo de ração

O consumo de ração foi determinado pela diferença entre o total fornecido e as sobras no final de cada período de 28 dias. O consumo foi dividido pelo número de aves de cada parcela e número de dias experimentais resultando na relação gramas de ração/ave/dia.

3.6.2. Produção média de ovos ou porcentagem de postura

A produção média de ovos foi obtida a cada período de 28 dias, e expressa em % de ovos/ave/dia, multiplicando-se por 100 o total de ovos produzidos (incluindo os trincados, quebrados, sem casca e de casca mole) e dividindo-se pelo número de aves de cada parcela (JUDICE, 2000; SILVA, 2000).

3.6.3. Peso médio dos ovos

Nos últimos três dias de cada período experimental foram pesados todos os ovos íntegros de cada parcela. Com o peso total e o número de ovos por parcela foi calculada a média das parcelas para a obtenção do peso médio dos ovos/período.

3.6.4. Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada para cada parcela dividindo-se o total de ração consumida pelo peso dos ovos produzidos, sendo expressa em gramas de ração por grama de ovo produzido.

3.6.5. Espessura de casca

Nos últimos três dias de cada período experimental foram selecionados ao acaso três ovos de cada parcela. Após os ovos terem sido quebrados, as cascas foram lavadas em água e secas à temperatura ambiente. Foram tomadas as medidas de sua espessura em três pontos da região equatorial do ovo, com a utilização de um paquímetro digital (Digimess). Os valores obtidos para os três ovos de cada parcela foram transformados em valores médios por parcela.

3.6.6. Coloração da gema

Ao final de cada período experimental, três ovos de cada parcela selecionados ao acaso tiveram a coloração das gemas avaliadas utilizando-se o leque colorimétrico da Roche. Foram selecionados ao acaso cinco julgadores, sendo dois do sexo masculino e três do sexo feminino para avaliar a cor da gema. As leituras obtidas foram transformadas em valores médios por parcela.

3.7 Características avaliadas no sangue

As amostras de sangue, de quatro aves/tratamento, foram coletadas por punção cardíaca no último dia de cada período experimental, após jejum de 12 horas, para as determinações de colesterol total, triglicérides e colesterol-HDL.

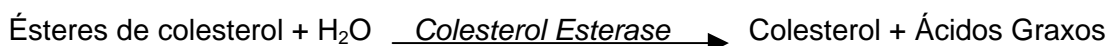
Em cada período experimental foi utilizada uma ave da parcela, a qual não foi reutilizada para a coleta do próximo período.

Para a obtenção do soro, o sangue, depois de coletado, foi deixado em repouso à temperatura ambiente durante 20 a 30 minutos e o coágulo obtido foi desprendido cuidadosamente das paredes do tubo por meio de um bastão de vidro de extremidade lisa. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 7100 x g, durante 15 minutos, e, depois de sedimentado o coágulo, foi pipetado o sobrenadante (LIMA et al., 2001).

3.7.1. Dosagem de colesterol total

A dosagem de colesterol total foi realizada através da utilização de um *kit* comercial, Colesterol Líquido Estável, da marca Bioclin, pelo método enzimático-colorimétrico.

Este método baseia-se na hidrólise enzimática do colesterol esterificado em colesterol e ácidos graxos, mediada pela enzima colesterol esterase. O colesterol formado é oxidado pela enzima colesterol oxidase em colesteno-3-ona, liberando água oxigenada. A água oxigenada liberada juntamente com o fenol e 4-aminoantipirina, pela ação da enzima peroxidase, originam o cromógeno cereja e água, de acordo com as seguintes reações:



Para as dosagens foi utilizado o Auto Analisador Paramétrico para Bioquímica (Alizé). Foram colocados no equipamento o reagente de trabalho, contendo a solução tampão, e o reagente enzimático preparado de acordo com as instruções do *kit*, e, separadamente os soros sanguíneos a serem analisados.

Após a programação do equipamento, este promoveu a mistura dos reagentes com o soro, que foram incubados a 37 °C por 5 minutos. A intensidade de cor cereja formada é diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra sendo a leitura da absorvância realizada em espectrofotômetro, contra o branco (reagente de trabalho), igualmente preparado, em comprimento de onda de 500 nm.

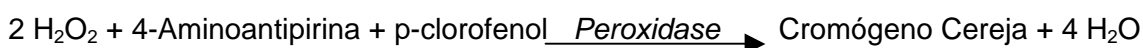
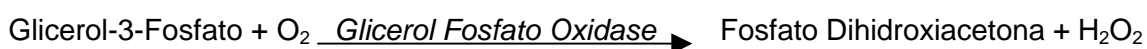
A concentração de colesterol nas amostras, expressa em mg/dL, foi calculada através da seguinte fórmula geral:

$$\text{Absorvância da amostra} / \text{Absorvância do padrão} \times [\text{padrão}]$$

3.7.2. Dosagem de triglicérides

A dosagem de triglicérides foi realizada através da utilização de um *kit* comercial, Triglicérides Líquido Estável, da marca Bioclin, pelo método enzimático.

Neste método a lipase degrada os triglicérides em glicerol e ácidos graxos. O glicerol reage com ATP em presença da enzima glicerolquinase originando glicerol-3-fosfato e ADP. O glicerol-3-fosfato é oxidado a dihidroxiacetona, pela ação da glicerol fosfato oxidase, liberando água oxigenada. A água oxigenada com 4-aminoantipirina e p-clorofenol, na presença da peroxidase, dá origem a um composto de cor cereja e água, de acordo com as seguintes reações:



As dosagens foram realizadas pelo mesmo processo descrito na dosagem de colesterol total.

3.7.3. Dosagem de colesterol-HDL

A dosagem de colesterol-HDL foi realizada através da utilização de um *kit* comercial, Colesterol HDL Enzimático, da marca Bioclin, pelo método enzimático-colorimétrico.

Segundo o princípio de determinação, as lipoproteínas VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade), a LDL (lipoproteína de baixa densidade) e os quilomicrons contidos na amostra são precipitados com a mistura de Ácido Fosfotúngstico e Cloreto de Magnésio. Após centrifugação, o

colesterol ligado às lipoproteínas de alta densidade (HDL) é determinado no sobrenadante por método enzimático-colorimétrico, já descrito anteriormente.

3.8 Determinação do conteúdo de colesterol total nas gemas

Para a determinação do conteúdo de colesterol total nas gemas foram coletadas três gemas/parcela nos três últimos dias de cada período experimental. As gemas foram liofilizadas para a posterior utilização.

A metodologia utilizada foi a descrita por MAZZALI et al. (2003), e adaptada para as condições do Laboratório de Bioquímica Animal.

Antes da quantificação realizou-se a saponificação direta das amostras e a extração da matéria insaponificável.

Pesou-se 0,25 g de amostra em tubo de ensaio com tampa rosqueável de 70 mL e adicionou-se 10 mL de KOH 2% em etanol absoluto. As amostras foram então colocadas a 50 °C em banho-maria com agitação por duas horas. Em seguida, adicionou-se 5 mL de água destilada e deixou-se resfriar. A matéria insaponificável foi extraída com 10 mL de hexano agitando-se em vortex por um minuto. A extração foi repetida mais duas vezes.

Uma alíquota de 3 mL do extrato de hexano foi seco em nitrogênio e dissolvido em 250 µL de isopropanol grau cromatográfico. Agitou-se em vortex e em seguida, foi realizada a reação enzimática através do *kit* Colesterol Líquido Estável (Bioclin), utilizando-se 10 µL da amostra e 1 mL do reagente de trabalho.

As amostras foram colocadas a 37 °C em banho-maria por 5 minutos. Em seguida, leu-se a absorvância em espectrofotômetro, contra o branco (reagente de trabalho), igualmente preparado, a 500 nm. A curva de calibração foi construída a partir da solução padrão de colesterol (200 mg/dL), variando de 0,02 a 0,10 mg e procedeu-se os cálculos das diluições até chegar em valores de mg de colesterol/g de gema “in natura”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para o consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura (% de ovos/ave/dia), peso do ovo (g), conversão alimentar, espessura de casca (mm) e coloração da gema, encontra-se no Quadro 1.

No Quadro 2 encontra-se o resumo da análise de variância para os triglicérides, colesterol total e colesterol HDL plasmáticos e colesterol total nas gemas de ovos.

Quadro 4 – Resumo da análise de variância de consumo de ração (CR), porcentagem de postura (PP), peso do ovo (PO), conversão alimentar (CA), espessura de casca (EC) e coloração de gema (CG) de duas marcas (M) de poedeiras submetidas a diferentes tratamentos (TR) nos diferentes períodos (PER)

Quadrado médio									
FV	GL	CR	PP	PO	CA	EC	CG		
TR	7	14,5307 ns	33,3115 ns	6,9621 ns	0,0435 ns	0,0004 ns	0,6277 ns		
M	1	575,9524 *	286,3831 ns	19,6736 ns	0,0438 ns	0,0208 **	11,5052 **		
M x TR	7	58,7238 ns	101,0223 ns	6,1463 ns	0,0209 ns	0,0005 ns	0,2835 ns		
Resíduo (a)	48	97,8648	129,9816	12,3902	0,0456	0,0005	0,4028		
PER	2	224,7867 **	114,0708 *	14,4866 **	0,2737 **	0,0212 **	1,8969 **		
PER x TR	14	17,8225 ns	24,9178 ns	2,0042 ns	0,0099 ns	0,0002 ns	0,3226 ns		
PER x M	2	27,3144 ns	6,7777 ns	3,3820 ns	0,0067 ns	0,0003 ns	0,9072 *		
PER x TR x M	14	9,7581 ns	33,1232 ns	2,1920 ns	0,0165 ns	0,0003 ns	0,1736 ns		
Resíduo (b)	96	22,0304	26,4930	2,2741	0,0114	0,0002	0,2405		
CV (%) Parcela		8,91	13,68	5,35	10,50	6,05	14,81		
CV (%) Subparcela		4,23	6,17	2,29	5,25	3,57	11,44		

** F significativo a 1% de probabilidade.

* F significativo a 5% de probabilidade.

ns F não significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 5 – Resumo da análise de variância de triglicérides (TG), colesterol total (COL) e colesterol-HDL (HDL) plasmáticos e colesterol total nas gemas de ovos (CTG) de duas marcas (M) de poedeiras submetidas a diferentes tratamentos (TR) nos diferentes períodos (PER)

Quadrado médio						
FV	GL	TG	COL	HDL	CTG	
TR	7	1279965 ns	7045,497 ns	1579,411 ns	4,2628 ns	
M	1	52061150 **	93607,72 **	3218,752 ns	41,1733 ns	
M x TR	7	1184360 ns	3829,862 ns	1785,700 ns	7,5654 ns	
Resíduo (a)	48	1060734	3443,986	1464,592	18,0471	
PER	2	14559660 **	50027,58 **	446,7076 ns	17,1351 ns	
PER x TR	14	1681505 ns	4073,870 ns	1494,487 ns	15,6140 ns	
PER x M	2	775565 ns	570,4851 ns	751,2995 ns	26,1510 ns	
PER x TR x M	14	2050078 ns	5128,760 ns	1285,135 ns	25,7953 ns	
Resíduo (b)	96	1492474	3603,034	1149,807	21,0073	
CV (%) Parcela		56,72	41,65	257,43	31,03	
CV (%) Subparcela		67,29	42,60	228,10	33,47	

** F significativo a 1% de probabilidade.

* F significativo a 5% de probabilidade.

ns F não significativo a 5% de probabilidade.

4.1. Características avaliadas na produção

4.1.1. Consumo de ração (g/ave/dia)

Avaliando-se o consumo de ração, foi observado (Quadro 4) que não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos avaliados. Foram verificados efeitos para marcas comerciais ($P<0,05$) e períodos ($P<0,01$).

As aves da marca Lohmann LSL demonstraram maiores consumos (112,68 g/ave/dia) do que as aves da marca Lohmann Brown (109,21 g/ave/dia), como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo médio de ração (g/ave/dia) de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	107,57	113,94	115,67	104,60	111,02	108,76
os + vit. E	111,76	112,90	112,69	106,92	110,03	106,67
os + carvão	112,59	116,06	116,15	107,53	110,10	104,82
os + vit. E + carvão	109,00	112,82	108,93	107,87	112,01	112,37
óleo de linhaça (ol)	108,55	116,78	117,21	104,11	108,88	107,25
ol + vit. E	109,60	111,98	109,65	112,65	112,07	108,66
ol + carvão	112,62	115,99	112,02	108,86	113,32	109,44
ol + vit. E + carvão	109,88	115,49	114,34	111,20	111,88	110,04
Médias (Períodos)	110,20	114,50	113,33	107,97	111,16	108,50
Médias (Marcas)		112,68 ^a			109,21 ^b	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F

Considerando-se os tratamentos: T3 (óleo de soja + carvão), T4 (óleo de soja + vitamina E + carvão), T7 (óleo de linhaça + carvão) e T8 (óleo de linhaça + vitamina E + carvão), onde foi utilizado resíduo de carvão vegetal, observa-se que os resultados estão de acordo com os descritos por OBA (1997, 2000) que também não observou diferenças significativas para o

consumo de ração quando utilizou tratamentos contendo cinza de carvão vegetal.

Avaliando-se os períodos, a análise de regressão ($\hat{Y} = 110,94$) mostrou que não houve diferença ($P > 0,01$) para o consumo de ração.

4.1.2. Produção média de ovos ou porcentagem de postura (% de ovos/ave/dia)

A análise de variância mostrou efeitos dos períodos ($P < 0,05$) para a produção média de ovos (% de ovos/ave/dia). A produção de ovos não foi afetada ($P > 0,05$) pelos tratamentos e marcas comerciais, como pode ser observado no Quadro 4.

Trabalhos como os de HARGIS et al. (1991) utilizando óleo de peixe, que como o óleo de linhaça é rico em ácidos graxos poliinsaturados, também não descreveram efeitos sobre a taxa de postura das aves.

SCHEIDELER e FRONING (1996) relataram aumento na taxa de postura de poedeiras alimentadas com rações contendo óleo de linhaça.

JIANG et al. (1991a) descreveram os efeitos da linhaça sobre a produção de ovos de poedeiras alimentadas por quatro semanas. JIANG e seus colaboradores não encontraram efeitos da linhaça sobre a produção de ovos ou sobre o peso dos ovos durante o experimento.

CASTON et al. (1994) reportaram efeitos negativos da linhaça, em níveis acima de 20%, sobre o ganho de peso de poedeiras de 51 e 73 semanas de idade, mas a produção total de ovos não foi afetada. Da mesma forma, AYMOND e VAN ELSWYK (1995) trabalhando com aves mais jovens (22 semanas de idade), por um período de 5 semanas, descreveram decréscimos na produção de ovos de poedeiras alimentadas com altos níveis de linhaça (15%).

MAZALLI et al. (2004) testaram o efeito de rações contendo 3% de diferentes fontes lipídicas, entre elas, óleo de soja, óleo de canola, óleo de girassol, óleo de linhaça e óleo de peixe, associadas com dois níveis de vitamina E (12 e 100 UI/kg de ração) e não observaram nenhum efeito dos

tratamentos sobre a produção de ovos das aves, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias de produção de ovos das duas marcas comerciais, segundo os tratamentos e períodos.

Tabela 4 – Médias de produção de ovos (% de ovos/ave/dia) de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	82,14	88,16	83,56	80,96	82,83	79,97
os + vit. E	85,57	85,45	84,60	83,33	85,86	84,14
os + carvão	83,48	85,42	87,41	78,93	80,42	69,91
os + vit. E + carvão	84,65	87,26	77,44	81,92	85,33	85,99
óleo de linhaça (ol)	83,81	89,81	91,70	78,87	78,84	83,66
ol + vit. E	82,35	85,24	81,20	83,48	86,01	81,48
ol + carvão	84,69	84,39	78,58	84,23	85,21	82,90
ol + vit. E + carvão	83,49	85,42	83,06	83,63	81,50	80,84
Médias (Períodos)	83,77	86,39	83,44	81,92	83,25	81,11
Médias (Marcas)		84,53			82,09	

A análise de regressão mostrou que não houve efeito ($P > 0,01$) do período na produção de ovos ($\hat{Y} = 83,31$).

4.1.3. Peso médio dos ovos (g)

Foram verificados efeitos ($P < 0,01$) dos períodos para o peso médio dos ovos (g), não sendo observados efeitos ($P > 0,05$) de tratamento ou marcas comerciais (Quadro 4).

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias de peso dos ovos em função dos períodos, tratamentos e marcas comerciais.

Tabela 5 – Peso médio dos ovos (g) de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	63,49	65,41	66,09	65,6	64,78	66,19
os + vit. E	64,77	63,29	65,77	66,1	66,29	65,07
os + carvão	63,36	64,71	65,38	65,88	66,06	67,48
os + vit. E + carvão	65,86	66,66	67,10	65,46	66,6	67,16
óleo de linhaça (ol)	64,07	67,27	65,69	65,18	65,99	66,39
ol + vit. E	64,92	65,28	64,90	67,04	67,1	67,27
ol + carvão	66,15	66,49	67,61	66,76	65,99	66,51
ol + vit. E + carvão	65,10	65,40	66,37	64,89	65,89	64,84
Médias (Períodos)	64,72	65,56	66,11	65,86	66,09	66,36
Médias (Marcas)		65,46			66,10	

A análise de regressão ($P < 0,01$) mostrou que o modelo linear $\hat{Y} = 64,8349 + 0,0169X$; $r^2 = 0,99$, foi o que melhor se ajustou aos dados de peso médio dos ovos, com o decorrer dos períodos, onde X representa o período e \hat{Y} o peso dos ovos. A equação mostra que, para cada uma unidade de período que varia no tempo, o peso dos ovos aumenta 0,169 g.

MENDONÇA JÚNIOR et al. (2000) ao utilizar óleo de peixe no mesmo nível deste experimento relatou uma redução ($P < 0,05$) no peso dos ovos de poedeiras de linhagem comercial com 89 semanas de idade. Tais resultados diferem dos encontrados neste experimento.

SCHEIDELER e FRONING (1996) também relataram efeitos de redução, de diferentes níveis e variedades de linhaça, sobre o peso dos ovos de poedeiras comerciais. Os níveis de linhaça utilizados foram no entanto diferentes dos utilizados no presente trabalho, sendo 5, 10 e 15%.

4.1.4. Conversão alimentar (g de ração/g de ovo)

Observando os dados apresentados no Quadro 4, verifica-se que os períodos afetaram ($P < 0,01$) a conversão alimentar das aves e não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos e das marcas sobre essa variável.

As médias de conversão alimentar, expressas em grama de ração por grama de ovo, de acordo com os tratamentos, marcas comerciais e períodos estudados, estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias de conversão alimentar (g de ração/g de ovo) de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	2,09	2,05	2,03	1,98	2,15	1,99
os + vit. E	2,02	2,19	1,96	1,94	2,00	1,88
os + carvão	2,15	2,18	1,96	2,07	2,16	2,15
os + vit. E + carvão	1,96	2,01	2,03	2,02	2,04	1,88
óleo de linhaça (ol)	2,04	2,01	1,88	2,03	2,17	1,86
ol + vit. E	2,06	2,10	2,01	2,02	2,01	1,92
ol + carvão	2,01	2,16	2,08	1,94	2,09	1,92
ol + vit. E + carvão	2,03	2,16	2,02	2,05	2,16	2,03
Médias (Períodos)	2,05	2,11	2,00	2,01	2,10	1,95
Médias (Marcas)		2,05			2,02	

A análise de regressão mostrou que os períodos não influenciaram ($P > 0,01$) a conversão alimentar das aves ($\hat{Y} = 2,0336$).

De acordo com OBA (2000) os tratamentos contendo cinza vegetal pioraram a conversão alimentar, o que não foi observado neste experimento.

4.1.5. Espessura de casca (mm)

Ao serem analisadas as espessuras das cascas dos ovos, observou-se efeito ($P < 0,01$) dos períodos e das marcas comerciais (Quadro 4).

Comparando-se as marcas, observou-se que a marca Lohmann Brown apresentou maiores espessuras de casca do que a Lohmann LSL (Tabela 7).

Tabela 7 – Médias de espessura de casca (mm) de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	0,38	0,36	0,35	0,40	0,36	0,36
os + vit. E	0,39	0,35	0,35	0,41	0,36	0,37
os + carvão	0,38	0,35	0,35	0,41	0,38	0,39
os + vit. E + carvão	0,40	0,36	0,35	0,40	0,39	0,38
óleo de linhaça (ol)	0,39	0,35	0,34	0,40	0,37	0,36
ol + vit. E	0,37	0,36	0,34	0,41	0,39	0,38
ol + carvão	0,37	0,36	0,36	0,41	0,38	0,37
ol + vit. E + carvão	0,39	0,37	0,35	0,41	0,37	0,37
Médias (Períodos)	0,38	0,36	0,35	0,41	0,38	0,37
Médias (Marcas)	0,36b			0,39a		

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F

A análise de regressão mostra que houve redução ($P < 0,01$) linear na espessura de casca com o passar do tempo: $\hat{Y} = 0,4069 - 0,0006X$; $r^2 = 0,90$, onde X representa o período e \hat{Y} a espessura de casca, indicando que ocorreu redução de 0,0006 mm na espessura das cascas a cada uma unidade que varia o período.

4.1.6. Coloração da gema

Analisando-se o Quadro 4, verifica-se que houve efeito das marcas ($P < 0,01$), períodos ($P < 0,01$) e da interação período x marca ($P < 0,05$) sobre a coloração das gemas. Durante o período experimental não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para a coloração da gema.

Como houve efeito da interação período x marca passou-se a estudar o desdobramento da mesma. Fixando-se a marca e variando-se os períodos, a análise de regressão mostrou que a coloração da gema das aves da marca Lohmann Brown sofre redução linear ($P < 0,01$): $\hat{Y} = 5,0895 - 0,0099X$, $r^2 = 0,96$, onde X representa o período e \hat{Y} a coloração da gema, indicando que para cada uma unidade de período que varia no tempo, ocorreu redução de 0,0099 na cor da gema. A análise de regressão não foi significativa ($P > 0,01$) para a marca Lohmann LSL.

Fixando-se os períodos e variando-se as marcas, verifica-se na Tabela 8 que a cor da gema da marca Lohmann Brown foi maior do que a da marca Lohmann LSL no primeiro (28 dias) e segundo (56 dias) períodos. No último período (84 dias), não houve diferença ($P > 0,05$) para a cor da gema, comparando-se as duas marcas.

Tabela 8 – Médias de coloração da gema de ovos de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos

Períodos	Coloração da gema	
	Lohmann LSL	Lohmann Brow
28 dias	4,13b	4,78a
56 dias	3,99b	4,60a
84 dias	4,00 ^a	4,22a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F

A cor da gema é uma característica que influencia a aceitabilidade do ovo por parte do consumidor. Ao analisarem a qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com óleo de linhaça e semente de girassol, JIANG et al. (1992) observaram que tanto a dieta quanto o tempo de estocagem afetaram a coloração da gema, avaliadas através do leque colorimétrico da Roche. O índice de coloração das gemas aumentou uniformemente a medida que o tempo de estocagem aumentou. Os autores afirmaram desconhecer a causa exata desse aumento.

Os resultados de MAZALLI et al. (2004) mostraram que a coloração da gema não foi influenciada pelas diferentes fontes de óleo vegetal e níveis de vitamina E utilizados no experimento, concordando com os resultados encontrados no presente estudo.

Por outro lado, OBA (1997) utilizando um nível de 2% de cinza vegetal na ração de poedeiras da marca Hy-Line Brown detectou uma redução ($P < 0,05$) na coloração da gema. Tais resultados contrariam os descritos neste trabalho.

De acordo com OBA (2000) a avaliação da coloração da gema é de considerável importância, uma vez que os ovos com gemas mais pigmentadas têm melhor aceitação no mercado consumidor. Entretanto, essa avaliação é subjetiva pois é realizada por comparação de escalas de cor de um leque colorimétrico, sendo sua validade discutível.

4.2. Características avaliadas no sangue

4.2.1. Colesterol total (mg/dL)

Como pode ser observado no Quadro 5, houve efeito ($P < 0,01$) das marcas e períodos para o colesterol total.

Comparando-se as marcas, observa-se que a marca Lohmann LSL demonstrou concentrações mais elevadas deste constituinte sanguíneo quando comparada à marca Lohmann Brown (Tabela 9).

Tabela 9 – Médias de colesterol total (mg/dL) no plasma sangüíneo de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	146,50	235,65	256,60	60,13	120,30	177,63
os + vit. E	123,48	191,50	131,63	113,90	125,80	127,78
os + carvão	195,15	197,33	147,53	74,89	106,61	190,38
os + vit. E + carvão	92,67	98,24	174,58	72,79	88,13	163,48
óleo de linhaça (ol)	132,38	135,63	223,73	97,33	170,18	110,68
ol + vit. E	116,05	140,65	173,70	113,95	99,15	149,38
ol + carvão	144,25	161,83	139,78	86,83	100,35	115,55
ol + vit. E + carvão	114,08	180,00	258,45	113,25	122,24	150,83
Médias (Períodos)	133,07	167,60	188,25	91,63	116,60	148,21
Médias (Marcas)	162,97a			118,81b		

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F

Através da análise de regressão foi demonstrado efeito linear ($P < 0,01$) sobre a concentração do colesterol total nos diferentes períodos. Verificou-se que a equação que melhor se ajustou aos dados foi: $\hat{Y} = 85,0136 + 0,9978X$; $r^2 = 0,99$, sendo X o período e \hat{Y} a concentração de colesterol sangüíneo. Essa equação demonstra que para cada unidade de período que varia no tempo, ocorre um aumento de 0,9978 mg/dL no colesterol sangüíneo das aves.

De acordo com SOUZA et al. (1998) a adição de cinza vegetal na ração de poedeiras promoveu reduções nas concentrações de colesterol no sangue das aves. Essas reduções foram de 50, 56 e 57% quando foram utilizados 1, 2 e 3% de cinza vegetal, respectivamente.

OBA (2000) não obteve resultados significativos sobre os níveis de colesterol sangüíneo de poedeiras que receberam rações acrescidas de 2% de cinza vegetal.

Em relação à utilização de diferentes fontes lipídicas sobre a concentração de colesterol plasmático, VAN ELSWYK et al. (1994) observaram que a utilização de óleo de peixe reduziu o colesterol sangüíneo de poedeiras.

4.2.2. Triglicérides (mg/dL)

Com relação aos resultados obtidos para a concentração de triglicérides sangüíneos, o efeito dos tratamentos não foi significativo ($P>0,05$). Porém, foi observado efeito ($P<0,01$) das marcas e períodos (Quadro 5).

Comparando-se as marcas, observou-se que a concentração de triglicérides foi maior nas aves da marca Lohmann LSL (Tabela 10).

Tabela 10 – Médias de triglicérides (mg/dL) no plasma sangüíneo de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	985,40	3970,10	3940,95	529,95	1191,80	2392,75
os + vit. E	1915,60	3074,75	1685,20	1072,73	1177,50	1595,15
os + carvão	2662,85	2972,50	2297,35	820,08	715,50	2272,45
os + vit. E + carvão	1424,40	1243,18	2486,00	924,68	1191,03	1842,45
óleo de linhaça (ol)	2162,25	1857,20	3127,65	1278,55	1932,35	1008,83
ol + vit. E	1553,00	1675,13	2496,05	1020,48	1197,05	2025,10
ol + carvão	1954,50	2292,33	1955,80	662,40	1092,28	1381,40
ol + vit. E + carvão	1037,95	2872,35	4426,70	968,55	1574,00	1207,48
Médias (Períodos)	1711,99	2494,69	2801,96	909,68	1258,94	1715,70
Médias (Marcas)		2336,21a			1294,77b	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F

Em relação aos períodos, observou-se através da equação de regressão: $\hat{Y} = 867,496 + 16,9285X$; $r^2 = 0,99$, que ocorreu um aumento ($P<0,01$) linear de 16,9285 mg/dL nos níveis de triglicérides, para cada unidade de período que varia no tempo.

Fornecendo a galinhas poedeiras rações contendo 2 e 4% de óleo de canola, MENDONÇA JÚNIOR et al. (1995) não observaram diferenças nos níveis de colesterol e triglicérides no plasma das aves.

4.2.3. Colesterol-HDL (mg/dL)

Para a variável colesterol-HDL não foram observados efeitos dos tratamentos, marcas comerciais ou períodos (Quadro 5).

As médias obtidas para o colesterol-HDL encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores médios de colesterol-HDL (mg/dL) no plasma sanguíneo de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	33,44	11,52	101,92	9,13	15,53	11,13
os + vit. E	7,51	10,43	16,81	11,55	7,82	9,72
os + carvão	8,73	9,35	7,28	9,72	7,69	5,12
os + vit. E + carvão	7,32	3,35	6,61	12,26	8,25	7,56
óleo de linhaça (ol)	10,81	1,19	12,44	30,05	3,30	10,50
ol + vit. E	14,38	91,81	14,13	6,22	6,05	5,95
ol + carvão	7,84	43,40	6,51	11,52	21,21	10,95
ol + vit. E + carvão	5,98	9,72	12,60	2,87	7,15	27,29
Médias (Períodos)	12,00	22,60	22,29	11,67	9,63	11,03
Médias (Marcas)		18,96			10,78	

MENDONÇA JÚNIOR et al. (2000) comparando tratamentos onde foram utilizados diferentes níveis de óleo de peixe não encontrou diferenças significativas nos teores médios de colesterol-HDL e triglicérides plasmáticos. SANTOS (1999) utilizando óleos polinsaturados marinhos também observaram valores de lipídios sanguíneos praticamente iguais aos do grupo controle.

De maneira geral, ocorreram grandes variações nas dosagens sanguíneas das aves, que podem ser observadas pelos coeficientes de variação das mesmas (Quadro 5). Variações desta natureza entre as aves de um mesmo tratamento foram descritas por outros autores (TORTUERO et al., 1975; EDWARDS e JONES, 1964; OBA, 2000), concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

4.3. Colesterol total nas gemas (mg de colesterol/g de gema “in natura”)

Como pode ser observado no Quadro 5, não houve nenhum efeito ($P>0,05$) dos tratamentos, em nenhuma das marcas ou períodos avaliados sobre o conteúdo de colesterol nas gemas dos ovos.

Os conteúdos médios de colesterol nas gemas estão contidos na Tabela 12.

Tabela 12 – Conteúdos médios de colesterol total nas gemas (mg/g de gema “in natura”) dos ovos de duas marcas (Lohmann LSL e Lohmann Brown) de poedeiras comerciais, segundo os períodos (P) e tratamentos (TR)

TR	L. LSL			L. Brown		
	P=28 dias	56 dias	84 dias	P=28 dias	56 dias	84 dias
óleo de soja (os)	10,68	12,02	13,68	17,45	12,90	18,95
os + vit. E	12,68	15,24	11,94	16,44	12,48	13,65
os + carvão	15,84	11,45	10,53	14,97	17,87	13,73
os + vit. E + carvão	14,30	10,07	17,35	12,61	16,15	14,76
óleo de linhaça (ol)	17,09	10,32	9,14	11,42	17,41	12,09
ol + vit. E	10,25	16,46	15,62	12,90	9,96	19,82
ol + carvão	12,90	14,72	11,68	13,89	7,78	15,81
ol + vit. E + carvão	14,37	12,90	11,70	12,15	9,27	19,90
Médias (Períodos)	13,51	12,90	12,71	13,98	12,98	16,09
Médias (Marcas)		13,04			14,35	

De acordo com JIANG et al. (1991b) muitas tentativas têm sido feitas para reduzir o conteúdo de colesterol nos ovos, contudo, praticamente nenhum sucesso tem ocorrido.

No entanto, SOUZA et al. (1998) relataram reduções de 17, 21 e 22% nas concentrações de colesterol na gema dos ovos de poedeiras que receberam 1, 2 e 3% de cinza vegetal na dieta, respectivamente. Sob as condições que este trabalho foi conduzido, os resultados descritos por SOUZA et al. (1998) não foram confirmados.

JIANG et al. (1992) afirmaram que rações ricas em ácidos graxos como oléico, linoleico e linolênico resultam em aumentos acentuados nas concentrações dos lipídios totais da gema.

PRAKASH et al. (1996) ao avaliarem dietas com 1 ou 2% de óleo de peixe e girassol, observaram redução do colesterol da gema.

MURATA (1998) alimentando poedeiras com 3% de óleo de soja, canola e peixe, descreveu diferenças significativas no conteúdo de colesterol total da gema. Segundo o autor, os tratamentos com óleo de peixe e óleo de soja resultaram em valores mais altos e mais baixos, respectivamente.

MENDONÇA JÚNIOR et al. (2000) não obteve reduções significativas no colesterol da gema quando utilizou óleo de peixe como fonte lipídica na ração de poedeiras com 89 semanas de idade. De forma similar, CASTON e LESSON (1990) ao utilizarem 10, 20 e 30% de óleo de linhaça não observaram efeitos sobre o conteúdo de colesterol na gema.

Levando-se em consideração as controvérsias entre os trabalhos citados e os resultados obtidos, no presente estudo, parece não haver uma relação entre o tipo de óleo e o colesterol da gema, pois se o óleo de linhaça é extremamente rico em ácido linolênico e se este tivesse efeito sobre o colesterol da gema, esperava-se a confirmação dos resultados de PRAKASH et al. (1996) e MURATA (1998).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos da inclusão de duas fontes de óleo vegetal, de resíduo de carvão e de vitamina E, nas rações de poedeiras comerciais, sobre os níveis de colesterol no sangue e nos ovos, além de testar a influência destas substâncias sobre o desempenho das aves. Foram utilizadas 192 poedeiras Lohmann Brown e 192 Lohmann LSL, com 58 semanas de idade, por 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias. O experimento foi montado em um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 8 x 2 (8 tratamentos e 2 marcas comerciais) e nas subparcelas os períodos (28, 56 e 84 dias) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 6 aves para as características produtivas, colesterol total, triglicérides e HDL sangüíneos. Para o colesterol total das gemas foram utilizadas 2 repetições de 6 aves. Os tratamentos consistiram em: 2% de óleo de soja; 2,0% de óleo de soja + 60 mg de vitamina E/kg de ração; 2,0% de óleo de soja + 2,0% de resíduo de carvão vegetal; 2,0% de óleo de soja + 60 mg de vitamina E/kg de ração + 2,0% de resíduo de carvão vegetal; 2,0% de óleo de linhaça; 2,0% de óleo de linhaça + 60 mg de vitamina E/kg de ração; 2,0% de óleo de linhaça + 2,0% de resíduo de carvão vegetal; 2,0% de óleo de linhaça + 60 mg de vitamina E/kg de ração + 2,0% de resíduo de carvão vegetal. Observou-se que: as aves da marca Lohmann LSL demonstraram maiores consumos de ração; a produção de ovos não foi afetada por nenhum tratamento, marca ou período; a cada período, o peso dos

ovos aumentou 0,169 g; a conversão alimentar não foi afetada; os ovos da marca Lohmann Brown apresentaram maiores espessuras de casca; ocorreu redução de 0,0006 mm na espessura das cascas a cada período; ocorreu redução de 0,0099 na cor da gema dos ovos das aves Lohmann Brown a cada período; a cor da gema dos ovos das aves da marca Lohmann Brown foi maior do que a da marca Lohmann LSL no primeiro e segundo períodos, e ocorreu redução de 0,0099 na cor da gema a cada período; as aves Lohmann LSL exibiram níveis mais altos de colesterol e triglicérides sanguíneos; foi observado aumento de 0,9978 mg/dL nas concentrações de colesterol e 16,9285 mg/dL nas concentrações de triglicérides sanguíneos a cada período; não foi observado nenhum efeito sobre as concentrações de colesterol-HDL, bem como colesterol total da gema. Nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que as aves Lohmann Brown possuem características produtivas mais desejáveis que as aves Lohmann LSL, já que consomem menos, apresentam ovos com maiores espessuras de casca e de cor de gema mais intensa. Tornam-se necessárias pesquisas futuras a fim de testar concentrações maiores das substâncias utilizadas como tratamentos (carvão, óleo de linhaça e vitamina E), bem como novas substâncias, além de analisar o perfil dos ácidos graxos da gema dos ovos e o conteúdo de vitamina E das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIC, R. E. Nutritional influences on positive product characteristics eggs. **Poultry Adviser**, v. 27, n.2, p.41-47, 1994.
- AYMOND, W. M., VAN ELSWYK, M. E. Yolk thiobarbituric acid reactive substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. **Poultry Science**, v. 74, p. 1358-1394, 1995.
- BADIMON, J. J., FUSTER, V., BADIMON, L. Role of high density lipoprotein in the regression of atherosclerosis. **Circulation**, v. 86, p. 86-94, 1992.
- BARTOV, I., BORNSTEIN, S., BUDOWSKI, P. Variability of cholesterol concentration in plasma and egg yolk of hens and evaluation of the effects of some dietary oils. **Poultry Science**, v. 50, n. 5, p. 1357-1364, 1971.
- BARTOV, I. REISER, R. Relationship between plasma cholesterol levels and fecal steroid excretion of cockerels fed low-cholesterol containing diets. **Poultry Science**, v. 52, p. 992-997, 1973.
- BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1994. 658 p.
- BUDOWSKI, P. N., BOTTINSON, N. R., REISER, R. Lipid transport in the laying hen and the incubating egg. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 93, p. 483-490, 1961.
- CASTON, L., LEESON, S. Research note: dietary flax and egg composition. **Poultry Science**, v. 69, n. 9, p. 1617-1620, 1990.
- CASTON, L. J., SQUIRES, E. S., LESSEN, S. Hen performance, egg quality, and sensory evaluation of eggs from SCWL hens fed dietary flax. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 74, p. 347-353, 1994.

- CERVATO, A. M., MAZZILLI, R. N., MARTINS, I. S., MARUCCI, M. F. N. Dieta habitual e fatores de risco para doenças cardiovasculares. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, n. 3, p. 227-235, 1997.
- CIORLIA, L. A. S. Intervenção dietética e níveis de colesterol plasmático em grupo de eletricitário. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 68, n. 1, p. 21-25, 1997.
- COTTERILL, O. J., GLAUERT, J. L. Nutrient values for shell, liquid/frozen, and dehydrated eggs derived by linear regression analysis and conversion factors. **Poultry Science**, v. 58, n. 1, p. 131-134, 1979.
- CUKIER, C. Ácidos graxos ômega-3. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, p. 286-293, 1998.
- DREYFUS, C. A. Marine oils and their effects. **Nutrition Reviews**, v. 50, p. 38, 1992.
- DYERBERG, J., BANG, H. O., HJORNE, N. Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 28, p. 958-966, 1974.
- EDWARDS, H. M., JONES, V. Effect of dietary cholesterol on serum and egg cholesterol levels over a period of time. **Poultry Science**, v. 43, n. 4, p. 877-879, 1964.
- ELKIN, R. R., ROGLER, J. C. Reduction of the cholesterol content of eggs by the oral administration of lovastatin to hens [abstract]. **Journal of Agriculture and Food Science**, v. 38, p. 1635-1641, 1990.
- FUKUSHIMA, M., NAKANO, M. The effect of a probiotic on faecal and liver lipid classes in rats. **British Journal of Nutrition**, v. 73, p. 701-710, 1995.
- FURLAN, R. L., MACARI, M. Lipídios: digestão e absorção. In: **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Marcos Macari, Renato Luís Furlan e Elisabeth Gonzales. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.
- GARCIA, C., ALBALA, C. Composición lipídica de huevos de gallinas alimentadas con productos grasos y proteicos marinos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 48, n.1, p. 71-76, 1998.
- GARRETT, R. H., GRISHAM, C. M. **Biochemistry**. New York: Hartcourt Brace College Publishers, 1999. 1127p.
- GINZBERG, A.; COHEN, M.; SOD, M.U.A.; SHANY, S.; ROSENSHTRAUCH, A.; ARAD, S.M Chickens fed with biomass of the red microalga *Porphyridium* sp. have reduced blood cholesterol level and modified fatty acid composition in egg yolk [abstract]. **Journal of Applied Psychology**, v. 12, p. 325-330, 2000.

- GOLDBERG, A. N. SCHONFELD, G. Effects of diet on lipoprotein metabolism. **Annual Review of Nutrition**, v. 5, p. 195-212, 1985.
- HARGIS, P. S. Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl – a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 44, p. 17-29, 1988.
- HARGIS, P.S.; VAM ELSWYK, M.E. HARGIS, B.M. Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. **Poultry Science**, v. 70, n.4, p. 874-883, 1991.
- HARRIS, P. C., WILCOX, F. H. Studies on the egg yolk cholesterol 3: effect of dietary cholesterol. **Poultry Science**, v. 42, p. 186-189, 1963.
- HERMIER, D. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. **Journal of Nutrition**, v. 127, p. 805S-808S, 1997.
- JIANG, Z. R., AHN, D. U., SIM, J. S. Effect of feeding flaxseed and two types of sunflower seed on fatty acid compositions of yolk lipid classes. **Poultry Science**, v. 70, p. 2467-2475, 1991a.
- JIANG, Z. R., FENTON, M., SIM, J. S. Comparison of 4 different methods for egg cholesterol determination. **Poultry Science**, v. 70, n. 4, p. 1015-1019. 1991b.
- JIANG, Z. R., AHN, D. U., LADNER, L., SIM, J. S. Influence of feeding full-fat flax and sunflower seeds on internal and sensory qualities of eggs. **Poultry Science**, v. 71, n. 2, p. 378-382, 1992.
- JUDICE, M. P. M. **Balanco cátion-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras comerciais de segundo ciclo**. Lavras, UFLA, 2000. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2000.
- KANNEL, W. B. The Framingham study: its 50 years legacy and future promise. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, v. 6, p. 60-66, 2000.
- KHAN, B., WILCOX, H. G., HEIMBERG, M. Cholesterol is required for secretion of very low density lipoprotein by rat liver. **Biochemical Journal**, v. 258, n. 4, p. 807-816, 1989.
- KOVACS, G., SCHMIDT, J., HUSVETH, F, DUBLECZ, K, WAGNER, L., FARKAS, Z. E. Effect of feed composition on cholesterol content of the table egg [abstract]. **Acta Alimentaria**, v. 29, n. 1, p. 25-41, 2000.
- KRAUSS, R. M., ECKEL, R. H., HOWARD, B. AHA Dietary Guidelines: revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. **Circulation**, v. 102, p. 2284-2299, 2000.
- LESSA, I. Doenças não transmissíveis. In: Rouquayrol, M. Z. **Epidemiologia e saúde**. São Paulo: MEDSI, 1994. p. 269-279.

- LIMA, A. O., SOARES, J. B., GRECO, J. B., GALIZZI, J., CANÇADO, J. R. **Métodos de laboratório aplicados à clínica: técnica e interpretação.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 850p.
- LOTUFO, P. A. Mortalidade precoce por doenças do coração no Brasil. Comparação com outros países. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 70, n. 5, p. 321-325, 1998.
- MAHAN, L. K., ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia.** 9. ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179p.
- MARZZOCO, A., TORRES, B. B. **Bioquímica básica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 360p.
- MATHIAS, T. A. F., JORGE, M. H. P. LAURENTI, R. Doenças cardiovasculares na população idosa. Análise do comportamento da mortalidade em município da região sul do Brasil no período de 1979 a 1998. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 82, n. 6, p. 533-541, 2004.
- MAZALLI, M. R., SALDANHA, T., BRAGAGNOLO, N. Determinação de colesterol em ovos: comparação entre um método enzimático e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 1, p. 49-54, 2003.
- MAZALLI, M. R., FARIA, D. E., SALVADOR, D. ITO, D. T. A comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens: 1. performance characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, p. 274-279, 2004.
- McNAUGHTON, J. L. Effect of dietary fiber on egg yolk, liver, and plasma cholesterol concentrations of the laying hen. **Journal of Nutrition**, v. 108, n. 11, p. 1842-1848, 1978.
- MENDONÇA JR, C. X., SANTOS, C. O. F., MORIM, A. V., MIRANDOLA, E. S. M., PALERMO NETO, J. Efeito da adição de drogas hipocolesterolemiantes à ração nos níveis de triglicérides e colesterol plasmáticos e no desempenho de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA USP/CNPQ. **Programas e Resumos.** São Paulo, 1994. p. 119.
- MENDONÇA JR, C. X., MARTINS, A. P., MORI, A. A. V., SILVA, E. B., MORI, C. S. Efeito da adição de óleo de canola e de soja à ração sobre os níveis de lípidios plasmáticos e desempenho de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 3. **Anais...** Piracicaba, 1995. p. 354.
- MENDONÇA JR, C. X., MARTINS, A. P., MORI, A. A. V., SILVA, E. B., MORI, C. S. Efeito da adição de óleo de peixe à dieta sobre o desempenho e níveis de lipídios plasmáticos e de colesterol no ovo de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 1, 2000.

- MENOTTI, A. LANTI, M., PUDDU, P. E., KROMHOUT, D. Coronary heart disease incidence in northern and southern European populations: a reanalysis of the seven countries study for a European coronary risk chart. **Heart**, v. 84, p. 238-244, 2000.
- MEYDANI, S. N. Effect of (n-3) polyunsaturated fatty acids on cytokine production and their biologic function. **Nutrition**, v. 12, p. S8-S14, 1996.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças cardiovasculares no Brasil** – Sistema Único de Saúde – SUS. Brasília: Coordenação de doenças cardiovasculares, 1993. 36 p.
- MORI, A. V., MENDONÇA JR, C. X., SANTOS, C. O. F. Effect of dietary lipid – lowering drugs upon plasma lipids and egg yolk cholesterol levels of laying hens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 11, p. 4731-4735, 1999.
- MORI, A. V., MENDONÇA JR, C. X., WATANABE, C. Effects of cholestyramine and lovastatin upon plasma lipids and egg yolk cholesterol levels of laying hens. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 1, 2000.
- MRFIT – The Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. Mortality rates after 10,5 years for participants in the MRFIT. Findings related to a priori hypotheses of the trial. **Journal of the American Medical Association**, v. 263, p. 1795-1801, 1990.
- MURATA, L. S. Efeitos de fontes de óleo da ração sobre o desempenho e o perfil lipídico dos ovos e sangue de poedeiras comerciais. Jaboticabal, 1998. 67 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus Jaboticabal.
- NABER, E. C. Cholesterol content of eggs: can and should it be changed? **Feedstuffs**, v. 62, n. 5, p. 50-52, 1990.
- NAKAUE, H. S.; LOWORY, R. R.; CHEEKE, P.R.; ARSCOTT, G. H. The effect of dietary alfafa of varying saponin content on yolk cholesterol level and layer performance. **Poultry Science**, v. 59, n. 12, p. 2744-2748, 1980.
- NELSON, D. L., COX, M. M. **Principles of biochemistry**. 3. ed. New York: Worth Publishers, 2000. 1200p.
- NOBLE, R. C., COCCHI, M., TURCHETTO, E. Egg fat: a case for concern? **World's Poultry Science Journal**, v.46, p.109-118, 1990.
- NOBLE, R. C., COCCHI, M. Lipid metabolism and the neonatal chicken. **Progress in Lipid Research**, v. 29, p. 107-140, 1991.

- OBA, A. Níveis de colesterol no sangue, na carne e no ovo de poedeiras comerciais submetidas à dietas contendo cinza vegetal. Jaboticabal, 1997, 55p. (Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, para graduação em Zootecnia).
- OBA, A. **Características produtivas, conservação dos ovos e níveis de colesterol total no sangue e nos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas suplementadas com cinza vegetal, cobre, cromo e probiótico.** Jaboticabal, UNESP, 2000. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2000.
- PESQUISA FAPESP. Carvão reduz colesterol do ovo. **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**, n. 61, 2001. Disponível em: <http://www.fapesp.br>
- PETERSDORF, R. G., ADAMS, R. D., BRAUNWALD, E., ISSELBACHER, K. J., MARTINS, J. B., WILSON, J. D. **Harrison: medicina interna**, v.1. 1984. 1407p.
- PRAKASH, H., GOWDH, C. V., DEVEGOWDA, G. Possible dietary modifications for reducing the egg cholesterol by using different oils in white Leghorn layers. **Indian Journal of Poultry Science**, v. 31, n. 3, p. 168-172, 1996.
- QURESHI, A. A., PETERSON, D. M., DIN, Z. Z., ELSON, C. E., BITGOOD, J. J. The independent roles of genetic and dietary factors in determining the cholesterol status of laying hens. **Nutrition Reports International**, v. 34, n. 3, p. 457-464, 1986.
- ROSS, R. The pathogenesis of atherosclerosis: a perspective for the 1990s. **Nature**, v. 362, p. 801, 1993.
- 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, 2000. 141p.
- SANTOS, C. O. F. **Efeito da adição de óleos poliinsaturados à ração nos níveis de lípides plasmáticos e de colesterol no ovo de galinhas poedeiras.** São Paulo, 1999. 87p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, R. D. III Diretrizes brasileiras sobre dislipidemias e diretriz de prevenção da aterosclerose do departamento de aterosclerose da sociedade brasileira de cardiologia. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 77, p. 1-48, (suplemento 111), 2001.

- SCHEIDELER, S. E., FRONING, G. W. The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form, and storage conditions on egg production and composition among vitamin E-supplemented hens. **Poultry Science**, v. 75, n. 10, p. 1221-1226, 1996.
- SCHULTE, H., CULLEN, P., ASSMANN, G. Obesity, mortality and cardiovascular disease in the Munster Heart Study (PROCAM). **Atherosclerosis**, v. 144, p. 199-209, 1999.
- SEEMAN, M. The role of vitamin E and antioxidants in feed (II). They maintain food quality. **World Poultry**, v. 13, 1990.
- SIDHU, G. S., OAKENFULL, D. G. A mechanism for the hypocholesterilaemic activity of saponins. **British Journal of Nutrition**, v. 55, n. 3, p. 643-649, 1986.
- SILVA, J. C. T. Ovo: A proteína do terceiro milênio. **Anais ... I CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS**. APA, p. 79-82, 1999.
- SILVA, J. H. V. **Exigências nutricionais de lisina para frangas de postura, leves e semipesadas, nas fases inicial, cria e recria**. Viçosa, UFV, 2000. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SIM, J. S., BRAGG, D. B. Effect of dietary factors on serum and egg yolk cholesterol levels of laying hens. **Poultry Science**, v. 56, n. 5, p. 1616-1621, 1977.
- SIMÃO, M., NOGUEIRA, M. S., HAYASHIDA, M., CESARIANO, E. J. Doenças cardiovasculares: perfil de trabalhadores do sexo masculino de uma destilaria do interior paulista. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 4, n. 2, p. 27-35, 2002. Disponível em: <http://www.fen.ufg.br>
- SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; OBA, A; GUARDINI, C. H. C. Níveis de colesterol no sangue, na carne e no ovo de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo cinza vegetal. In: CONFERÊNCIA APINCO'98 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Trabalhos concorrentes ao "Prêmio de Pesquisa Avícola José Maria Lamas da Silva". Campinas, 1998. 96p.
- STADELMAN, W.J, PRATT, D.E. Factors influencing composition of the hen's egg. **World's Poultry Science Journal**, v. 45, p. 247-266, 1989.
- STRYER, L. **Bioquímica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 1000p.
- SUMMERS, J. D., SLINGER, S. J., ANDERSON, W. J. The effect of feeding various fats and fat by-products on the fatty acid and cholesterol composition of eggs. **British Poultry Science**, v. 7, p. 127-134, 1966.

- SUTTON, C. C., MUIR, W. M., MITCHELL, G. E. Cholesterol metabolism in the laying hen as influenced by dietary cholesterol, caloric intake and genotype. **Poultry Science**, v. 63, p. 972-980, 1984.
- TORTUERO, F., BRENES, A., RIOPÉREZ, J. The influence of intestinal (ceca) flora on serum and egg yolk cholesterol levels in laying hens. **Poultry Science**, v. 54, n. 6, p. 1935-1938, 1975.
- TULLET, S. Egg fat – Is it that bad? **Food Science & Technology Today**, v. 1, p. 77, 1987.
- TURATTI, J. M. A importância dos ovos numa dieta saudável. **Óleos e Grãos**, n. 59, p. 22-24, 2001.
- TURK, D. E.; BARNETT, B. D. Diet and cholesterol content. **Poultry Science**, v. 51, n. 5, p. 1881, 1972.
- VAN ELSWYK, M. E. et al. Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipodosis in laying hens. **Poultry Science**, v. 73, n. 5, p. 653-662, 1994.
- VARGAS, R. E.; NABER, E. C. Relationship between dietary fiber and nutrient density and its effect on energy balance, egg yolk cholesterol and hen performance. **Journal of Nutrition**, v. 114, n. 4, p. 645-652, 1984.
- VON SCHACKY, C., ANGERER, P., KOTHNY, W. et al. The effect of dietary omega-3 fatty acids coronary atherosclerosis: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Annals of Internal Medicine**, v. 130, p. 554-562, 1999.
- WANASUNDARA, U. N., SHAHIDI, F. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. **Food Chemistry**, v. 63, n. 3, p. 335-342, 1998.
- WEISS, F. G., SCOTT, M. L. Effects of dietary fiber, fat and total energy upon plasma cholesterol and other parameters in chickens. **The Journal of Nutrition**, v. 109, p. 693-701, 1979.
- WHITESIDE, C. H., FLUCKINGER, H. B. Seasonal variation in the response of chicks to dietary cholesterol. **Poultry Science**, v. 44, p. 257-259, 1965.
- WISEMAN, H. Dietary influences on membrane function: importance in protection against oxidative damage and disease. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 7, p. 2- 15, 1996.
- WOOD, J. D., BIELY, J., TOPLIFF, J. E. The effect of diet, age, and sex on cholesterol metabolism in White Leghorn chicks. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 39, p. 1705-1715, 1961.