

Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura

Eliana Aparecida Rodrigues¹, Luciana Cardoso Cancherini¹, Otto Mack Junqueira^{2*}, Antonio Carlos de Laurentiz², Rosemeire da Silva Filardi², Karina Ferreira Duarte² e Elenice Maria Casartelli¹

¹Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista (Unesp). ²Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rod. Paulo Donato Castellane, s/n, 14.884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: ottomack@fcav.unesp.br

Resumo. Foram utilizadas 240 poedeiras com 68 semanas de idade, anteriormente submetidas à muda forçada. O objetivo do estudo foi avaliar a influência da adição de níveis crescentes de óleo de soja em dietas para poedeiras de segundo ciclo de postura sobre o desempenho, qualidade de casca e perfil dos ácidos graxos de gemas de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, com 3 repetições de 8 aves cada. Os fatores foram 5 níveis de inclusão de óleo de soja (0%, 2%, 4%, 6% e 8%) no período de pós-muda e dois níveis (2% e 4%) no período de produção. Os diferentes níveis de inclusão de óleo nas rações, durante a fase de pós-muda, determinaram apenas um aumento linear na produção de ovos. Os níveis de óleo utilizados na fase de produção não tiveram efeito sobre nenhum dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: perfil de ácidos graxos, desempenho, óleo de soja, poedeiras semi-pesadas.

ABSTRACTS. Performance, eggshell quality and yolk fatty acid levels of laying hens fed increasing levels of soybean oil in post-molting period. Performance, eggshell quality and yolk fatty acid levels of laying hens fed increasing levels of soybean oil in post-molting period. Two hundred and forty commercial layers with 68 weeks of age, previously submitted to induced molting, were used to evaluate the influence of the addition of soybean oil in increasing levels of soybean oil on performance, shell quality and profile of the fatty acids in the yolks of layers in second laying cycle. The birds were distributed in a completely at random experimental design in a factorial arrangement 5 x 2, with 3 replications of 8 birds each. The factors were 5 levels of soybean oil inclusion (0, 2, 4, 6 and 8%) in post molted period, and 2 levels (2 and 4%) in the production period. The different levels of inclusion of oil in the diets during the post-molted period just determined a lineal increase in the production of eggs. The levels of oil added to the diets during the production period didn't have effect on none of the parameters evaluate.

Key words: profile of fatty acids, performance, soybean oil, brown egg layers.

Introdução

A avicultura de postura tem evoluído muito nos últimos anos e, como segmento importante na produção de alimento humano de alto valor biológico, tem se adequadado às técnicas que possibilitam a melhoria da eficiência de produção das aves. A alimentação dessas aves representa a maior fração do custo de produção, e pequenas melhorias na eficiência de utilização dos nutrientes das rações podem resultar em grandes economias.

Apesar das constantes pesquisas sobre o uso de

alimentos não convencionais em rações de aves, as formulações ainda são basicamente com milho e farelo de soja, principais fontes protéica e energética. No entanto, para melhor balanceamento energético, é necessária a inclusão de fontes lipídicas nas rações. O National Research Council (NRC, 1994) destaca a melhora na palatabilidade e na conversão alimentar e a redução na perda de nutrientes, entre outros, como efeitos benéficos do uso de gorduras nas formulações. Tais efeitos são comumente denominados "efeito extra -calórico". De acordo com Franco (1992), o efeito extra -calórico da

gordura refere-se à maior energia líquida desta, uma vez que a deposição de gordura na ave é muito mais eficiente quando se utiliza a gordura dietética do que a síntese de ácidos graxos e glicerol a partir de precursores da acetil coenzima A. Dessa forma, quando a gordura é incluída na dieta, ocorre redução da síntese de ácidos graxos e a ave dispõe de mais energia para os propósitos produtivos que se propõe. O efeito da gordura em aumentar o tempo de trânsito da digesta também foi destacado como resposta para o seu efeito extra-calórico (Mateos e Sell, 1981). Porém, em trabalhos conduzidos por Andreotti *et al.* (1999), observou-se redução no tempo de trânsito a medida que incluíram óleo na ração.

Diversos fatores influenciam o desempenho das aves submetidas a estresse calórico, sendo a nutrição um deles. Levando em consideração que diversas alterações fisiológicas podem ocorrer nas aves em estresse calórico, qualquer tentativa de manipular o consumo de nutrientes deve ser cautelosa e orientada a satisfazer as necessidades mais imediatas das aves (Leeson, 1986). Sabe-se, também, que as aves submetidas a temperaturas elevadas, diminuem a ingestão de ração e a ingestão de nutrientes. Uma prática comum é a utilização de óleos ou gorduras nas rações. As gorduras aumentam a palatabilidade das rações e propiciam menor incremento calórico, comparada com as proteínas e carboidratos (Church e Pond, 1988).

Nunes (1998), salienta a importância das gorduras (animal e vegetal) como ingrediente de rações, pois as gorduras, além de fornecerem energia, melhoram a absorção das vitaminas, diminuem a pulverulência e aumentam a sua palatabilidade, melhorando a eficiência de utilização da energia consumida (por causa do menor incremento calórico do metabolismo dos lipídios).

Nos últimos anos, ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), particularmente os ômega 3 (n-3), têm sido de interesse tanto de pesquisadores, como para o setor das indústrias de alimentos por serem esses ácidos essenciais para o desenvolvimento e crescimento normal do organismo e possuir um papel importante na prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, artrite, problemas inflamatórios, auto-ímmunes e câncer (Simopoulos, 2000).

Alguns pesquisadores (Baucells *et al.*, 2000; Grobas *et al.*, 2001; Gómez, 2003; Mazalli *et al.*, 2004a,b) têm demonstrado a possibilidade de modificar o perfil de ácidos graxos da fração lipídica dos ovos, reduzindo a concentração de alguns ácidos (ácidos graxos trans, ácido láurico e outros ácidos graxos saturados de cadeia curta) em benefício de outros, como o ácido eicosapentaenóico (EPA, C20:5n-3) e o ácido docosahexaenóico (DHA,

C22:6n-3), chamados ácidos graxos de cadeia longa por possuírem mais de 18 carbonos em sua estrutura química. Além da modificação do perfil de ácidos graxos, é necessária, também, a manutenção de uma adequada relação entre ácidos graxos das famílias n-6 e n-3.

Os ácidos graxos poliinsaturados da série n-3, bem como os da série n-6, são conhecidos como essenciais na dieta dos humanos. O ácido α -linolênico (α -LNA, 18:3, n-3) pode ser metabolicamente convertido nos ácidos docosahexaenóico (DHA, 22:6, n-3) e eicosapentaenóico (EPA, 20:5, n-3); não obstante, as enzimas envolvidas nesta conversão são comuns na via da elongação e dessaturação do ácido linoléico, e a competição com os ácidos graxos n-6 reduziria a quantidade α -LNA convertido (Gómez, 2003).

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados visando a incorporação de PUFA n-3 na gema através da alimentação, em galinhas poedeiras, com dietas contendo sementes oleaginosas como linhaça e canola (Qi e Sim, 1998; Mori, 2001), óleos de peixe (Van Elswyk, 1997; Baucells *et al.*, 2000) e algas marinhas (Herber e Van Elswyk, 1996).

De acordo com Van Elswyk (1997), o enriquecimento dos ovos com PUFA pode ser obtido pelo enriquecimento das rações de galinhas poedeiras com óleos marinhos ou sementes oleaginosas como a linhaça, girassol, e canola, uma vez que estes promovem facilmente a incorporação de n-3 na gema de ovos. Com aproximadamente 7% de ácidos graxos n-3 (ácido α -linolênico) do total de ácidos graxos, o óleo de soja também é uma fonte disponível para alteração do perfil lipídico dos ovos.

Nas décadas de 60 e 70, Sell *et al.* (1968) e Sim *et al.* (1973), já demonstravam que a inclusão de óleo de soja na ração das poedeiras tinha o poder de alterar a composição de ácidos graxos da gema dos ovos.

Os efeitos da inclusão de óleo de soja sobre o desempenho e qualidade de ovos são avaliados em poedeiras de primeiro ciclo entretanto, para poedeiras de segundo ciclo, os estudos são limitados. Dentro desse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão do óleo de soja sobre o desempenho, qualidade de ovos e perfil lipídico da gema de ovos de poedeiras em segundo ciclo de produção.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Aviário Experimental da FCAV/Unesp – Jaboticabal, Estado de São Paulo, onde foram selecionadas 240 aves com 68 semanas de idade, de um lote de 820 poedeiras da linhagem Isa Brown, de acordo com o peso corporal (1,980 g \pm 150 g) das mesmas, anteriormente submetidas ao processo de muda forçada pela restrição alimentar.

Ao atingirem 5% de produção, as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com seis repetições de oito aves para cada tratamento. Os tratamentos consistiram no fornecimento de rações contendo 0%, 2%, 4%, 6% e 8% de inclusão de óleo de soja nas rações. Após os 30 dias, cada um dos tratamentos adotados na fase de pós-muda foi desmembrado em dois níveis de óleo de soja (2% e 4%), compondo, portanto, um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 5x2 (5 níveis de óleo de soja na fase pós-muda – 0%, 2%, 4%, 6% e 8% x 2 níveis de óleo de soja na fase de produção – 2% e 4%), sendo os tratamentos compostos de três repetições de oito aves cada. Para formulação das rações experimentais, foram utilizadas as recomendações de Rostagno *et al.* (2000), sendo os níveis nutricionais os mesmos para as fases de pós-muda e produção (Tabela 1).

No período de 30 dias, na fase de pós-muda, a única característica avaliada foi o peso corporal, cujos dados não revelaram diferenças estatisticamente significativas, e os resultados do período de produção (após os 30 dias) mostraram não haver efeito no período considerado de pós-muda.

O desempenho das aves, avaliado durante quatro ciclos de 21 dias durante a fase de produção do segundo ciclo, após os 30 dias de pós-muda, foi quantificado em relação ao consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (g/ave/dia), peso dos

ovos (g), massa dos ovos (g/ave/dia) e conversão alimentar (kg de ração / kg de ovos e kg de ração/dúzia de ovos). Nos mesmos períodos, durante os dois últimos dias de cada ciclo, foram avaliadas, ainda, a espessura da casca (mm), porcentagem de casca (%) e gravidade específica dos ovos (g/mL H₂O). Para mensuração da gravidade específica, foram elaboradas soluções salinas de acordo com as recomendações de Moreng e Avens (1990), com os devidos ajustes para um volume de 25 litros de água. A faixa de densidade das soluções foi de 1,065 a 1,100, com intervalos de 0,005.

Para análise do perfil lipídico das gemas, foram considerados apenas os ovos do último ciclo do período experimental. A extração dos lipídios da gema foi realizada segundo a metodologia da AOAC (1995). As amostras de gema foram transmetiladas em acordo com a metodologia de Hartman e Lago (1973), que consiste de saponificação e conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos. Para a determinação de ácidos graxos, foi utilizado um cromatógrafo gasoso marca Shimadzu modelo GC-14B, equipado com detector por ionização em chama, injetor do tipo split, coluna capilar de sílica fundida (50m de comprimento x 0,22 mm de diâmetro interno, Shimadzu-Hicap, Austrália). As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna: 180°C (isotérmica); gás de arraste: hidrogênio numa vazão de 1,05 mL/min; temperatura do detector e do injetor: 250°C.

Tabela 1. Composição porcentual e níveis nutricionais das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de óleo de soja (%)				
	0	2	4	6	8
Milho moído	48,728	48,728	48,728	48,728	48,728
Farelo de soja	19,466	19,466	19,466	19,466	19,466
Amido	20,000	15,000	10,000	5,000	-
Calcário calcítico	7,795	7,720	7,644	7,580	7,610
Fosfato bicálcico	1,700	1,701	1,702	1,699	1,700
Farelo de glúten de milho	0,978	0,858	0,739	1,010	0,876
Suplemento vit+min ¹	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Sal	0,486	0,477	0,468	0,490	0,460
DL -Metionina 99%	0,216	0,219	0,222	0,196	0,218
L - Lisina HCL 78%	0,131	0,133	0,134	0,131	0,132
Casca de arroz	-	3,198	6,397	9,200	12,310
Óleo de soja	-	2,000	4,000	6,000	8,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Composição calculada				
EM (kcal/kg)	2850	2854	2858	2860	2865
PB (%)	14,00	14,00	14,00	14,20	14,20
Fibra Bruta (%)	2,226	3,491	4,756	5,870	7,099
Fósforo disponível(%)	0,390	0,390	0,390	0,390	0,390
Sódio (%)	0,225	0,225	0,225	0,237	0,228
Cálcio (%)	3,500	3,500	3,500	3,500	3,540
Metionina + cistina (%)	0,679	0,679	0,679	0,660	0,679
Metionina (%)	0,437	0,438	0,439	0,418	0,438
Lisina (%)	0,793	0,793	0,793	0,793	0,793
Treonina (%)	0,528	0,525	0,523	0,529	0,526
Triptofano (%)	0,162	0,162	0,162	0,163	0,162
Linoléico (%)	0,946	2,024	3,102	4,186	5,264
Gordura (%)	1,913	3,902	5,891	7,891	9,880

¹Suplemento mineral e vitamínico. Enriquecimento por quilograma de ração: Vit.A - 8.000 UI/kg; Vit.D₃ - 2.000 UI/kg; Vit. E - 20 mg; Vit.K - 3 mg; Vit. B₁ - 2 mg; Vit. B₂ - 4 mg; Vit. B₃ - 3 mg; Vit. B₁₂ - 200 mcg; Ácido fólico - 0,8 mg; Acido pantotênico - 10 mg; Niacina - 30 mg; Biotina - 0,15 mg; Promotor de crescimento - 50 mg; Colina - 300 mg; Cobre - 10 mg; Iodo - 1 mg; Selênio - 0,30 mg; Manganês - 100 mg; Zinco - 70 mg; Ferro - 50 mg; Metionina - 0,60 g; Antioxidante - 50 mg; Coccidiostático - 100 mg.

Os dados foram analisados utilizando-se o modelo linear do programa SAS (1996). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade e estabeleceu-se a equação de regressão para a característica porcentagem de postura na fase pós-muda.

Resultados e discussão

Na Tabela 2, são apresentados os resultados de desempenho de poedeiras comerciais de segundo ciclo, submetidas às dietas com níveis crescentes de óleo de soja na fase de pós-muda e na fase de produção.

A análise dos dados experimentais não indicou interação entre os níveis de óleo de soja da fase de pós-muda e da fase de produção ($P > 0,05$). Portanto, analisando os efeitos principais, pode-se observar que o consumo de ração, a massa de ovos e o peso dos ovos não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$). Esses resultados contrariam os achados de Rabello *et al.* (2003), os quais, trabalhando com cinco níveis de inclusão de óleo de soja (0%, 1%, 2%, 3% e 4%) para poedeiras de primeiro ciclo, verificaram que as aves que receberam os níveis a partir de 3% tiveram uma melhoria no seu desempenho, sendo que os melhores resultados de desempenho obtidos com o nível de 4% de óleo de soja na ração.

Os diferentes níveis de inclusão de óleo na ração alteraram significativamente ($p < 0,05$) a produção de ovos. A menor produção de ovos ocorreu quando não houve suplementação com óleo de soja na ração e, a partir do momento em que se adicionou o óleo de soja, a produção começou a aumentar e o melhor valor de produção foi atingido com o nível máximo (8%) de óleo de soja. Esses resultados são semelhantes aos obtidos nos estudos de Shafey *et al.* (1992) que, ao fornecerem rações suplementadas com

óleo de soja para poedeiras comerciais de primeiro ciclo de postura, não verificaram alteração no consumo de ração e no peso dos ovos. Observaram, entretanto um aumento significativo na produção e massa dos ovos em relação às aves que receberam ração isenta de óleo de soja. O aumento da produção de ovos ocorre, possivelmente, em virtude da melhor utilização da energia da ração contendo níveis crescentes de óleo, pela diminuição do incremento calórico.

Em relação à qualidade externa do ovo, a porcentagem e espessura de casca e a gravidade específica (Tabela 3) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos níveis de óleo utilizados na fase de pós-muda ou na fase de produção. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Brugalli *et al.* (1997), os quais, adicionando três níveis de óleo vegetal (0, 2 e 4%) na dieta de poedeiras semi-pesadas de primeiro ciclo, não observaram diferenças significativas.

As características dos ácidos graxos da gema dos ovos obtidos no último ciclo do período experimental são apresentadas na Tabela 4. Os níveis de óleo adicionados às rações na fase de pós-muda ou na fase de produção não determinaram diferenças ($p > 0,05$) sobre nenhuma das características dos ácidos graxos da gema do ovo.

No presente trabalho, a relação ácidos graxos insaturados e saturados não foi alterada significativamente ($p > 0,05$). Contudo, nas pesquisas de Shafey *et al.* (1992) a suplementação da ração com óleo de soja promoveu um aumento na relação de ácidos graxos insaturados (oléico e linoléico) e saturados (palmítico e esteárico) na gema do ovo. Uma melhora na relação desses dois componentes na gema do ovo aumenta as qualidades nutricionais do ovo para a nutrição humana.

Tabela 2. Efeitos dos níveis de óleo de soja sobre o desempenho de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura.

Níveis de óleo (%)	Postura (%)	Consumo (g/ave/dia)	Conversão alimentar		Massa de ovos (g)	Peso do ovo (g)
			kg/kg	kg/dz		
Efeito dos níveis da fase pós muda (PM)						
0	70,75	121,40	2,34	2,00	49,06	70,68
2	73,03	129,05	2,47	2,07	50,22	70,25
4	75,17	126,60	2,52	2,11	51,25	69,55
6	80,14	119,00	2,15	1,86	55,87	71,18
8	83,77	125,70	2,21	1,85	55,66	68,68
Efeito dos níveis da fase de produção (P)						
2	78,02	126,25	2,35	1,98	53,19	70,18
4	75,06	122,43	2,34	1,98	51,64	69,93
Valores de F						
PM fase pós muda	1,82 ** ⁽¹⁾	0,44ns	1,39ns	1,58ns	2,48ns	1,03ns
P	0,46ns	0,08ns	0,01ns	0,01ns	0,63ns	0,75ns
PM X P	0,30ns	1,52ns	1,04ns	1,64ns	0,87ns	0,40ns
CV(%)	7,24	11,76	11,25	9,51	6,71	2,87

** $P < 0,01$; ns – não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1Efeito linear – $Y = 1,657 + 69,94X$; $R^2 = 0,97$.

Tabela 3. Efeitos dos níveis de óleo de soja sobre a qualidade da casca de ovo de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura.

Níveis de óleo (%)	Casca (%)	Espessura casca (mm)	Gravidade específica (g/mL)
Efeito dos níveis da fase pós muda (PM)			
0	9,40	0,374	1,0902
2	9,33	0,373	1,0893
4	9,38	0,373	1,0897
6	9,10	0,366	1,0883
8	9,40	0,370	1,0893
Efeito dos níveis da fase de produção (P)			
2	9,45	0,376	1,0896
4	9,15	0,367	1,0891
Valores de F			
PM	0,92ns	0,25ns	0,14ns
P	1,24ns	0,78ns	0,95ns
PM x P	0,41ns	0,39ns	1,06ns
CV(%)	2,97	2,83	0,21

ns – não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios de ácidos graxos (%) nas amostras de gema de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo, que receberam dietas contendo diferentes níveis de óleo de soja.

Níveis de óleo (%)	Saturados (%)	Insaturados (%)	I/S ¹	n-3 (%)	n-6 (%)	n-6:n-3 (%)
Efeito da Fase de pós-muda (PM)						
0	32,96	63,71	1,93	3,66	19,35	5,29
2	33,32	63,46	1,90	3,93	19,58	4,98
4	33,54	63,30	1,89	3,68	18,73	5,09
6	32,69	63,91	1,95	3,39	19,74	5,82
8	32,68	64,12	1,96	3,31	19,44	5,87
Efeito da fase de produção (P)						
2	33,06	63,71	1,93	3,55	19,17	5,40
4	32,99	63,69	1,93	3,66	19,56	5,34
Valores de F						
PM	1,02ns	1,06ns	0,85ns	0,72ns	0,66ns	1,25ns
P	1,34ns	1,38ns	1,17ns	1,04ns	0,98ns	0,93ns
PM x P	0,51ns	0,55ns	0,34ns	0,21ns	1,01ns	0,65ns
CV (%)	2,26	0,99	5,48	16,31	6,29	11,92

ns – não significativo pelo teste de Tukey a 5%. ¹I/S – Relação de ácidos graxos insaturados/saturados.

Conclusão

Ocorreu um efeito benéfico da inclusão do óleo de soja na fase de pós-muda sobre a produção de ovos, provavelmente, em virtude da modificação do perfil de ácidos graxos das rações. No entanto, as demais características não foram afetadas pela adição dos níveis de óleo estudados, mostrando não haver justificativas para o aumento da sua inclusão nas rações de poedeiras semi-pesadas no segundo ciclo de postura.

Referências

ANDREOTTI, M.O. *et al.* Influência da fonte energética no tempo de trânsito de rações para frangos de corte. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGROPOLES AND AGRO-INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL PARKS, 1999, Barretos. *Anais...* Barretos: AGROTEC'99, 1999. p. 412-415.

AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16. ed., v. 1, n. 960.52/12.1.07. Washington,

DC: AOAC, 1995. p. 7.

BAUCELLS, M.D. *et al.* Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 79, p. 51-59, 2000.

BRUGALLI, I. *et al.* Interação entre níveis de gordura e de proteína da dieta sobre a qualidade da casca e desempenho de poedeiras durante o verão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34. 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997.

CHURCH, D.C.; POND, W.G. *Basic animal nutrition and feeding*. 4. ed., New York: John Wiley & Sons, 1988, p. 24-26.

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

GÓMEZ, M.E.D.B. *Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta*. I. Estabilidade oxidativa. 2003. Tese (Doutorado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GROBAS, S. *et al.* Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolk of two strains of laying hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 80, p. 1171-1179, 2001.

HARTMAN, L.; LAGO, B.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab. Pract.*, London, v. 22, p. 475-477, 1973.

HERBER, S.M.; VAN ELSWYK, M.E. Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 75, p. 1501-1507, 1996.

LEESON, S. Nutritional considerations of poultry during heat stress. *World's Poult. Sci. J.*, St. Morris, v. 42, p. 69-81, 1986.

MAZALLI, M.R. *et al.* A comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens: 1. Performance characteristics. *J. Appl. Poult. Res.*, Athens, v.13, p. 274-279, 2004a.

MAZALLI, M.R. *et al.* A comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens: 2. Lipid, cholesterol and vitamin E profiles of egg yolk. *J. Appl. Poult. Res.*, Athens, v. 13, p. 280-290, 2004b.

MATEOS, G.G.; SELL, J.L. Influence of fat and carbohydrate source on rate of food passage of semipurified diets for laying hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 60, p. 2114-2119, 1981.

MORENG, R.E.; AVENS, J.S. *Ciência e Produção de aves*. São Paulo: Roca, 1990.

MORI, A.V. *Utilização de óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em ovos de galinha*. 2001. Tese (Doutorado)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2001.

NUNES, I.J. *Nutrição animal básica*. 2. ed. Belo Horizonte: FEPVZ, 1998.

NRC-NUTRIENT REQUIREMENTS COUNCIL. *Nutrient requirements of poultry*. 9. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1994.

QI, G.H.; SIM, J.S. Natural tocopherol enrichment and

- its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. *J. Agric. Food Chem.*, Washington, DC, v. 46, p.1920- 1926, 1998.
- RABELLO, C.B.V. et al. Efeito do uso de óleo na ração sobre o desempenho de poedeiras comerciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2003. *Anais...* Recife: SBZ, 2003.
- ROSTAGNO, H.S. et al., *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2000.
- SAS INSTITUTE. *SAS Systems for Windows*. Version 6.12 Cary, NC: SAS Institute, 1996.
- SELL, J.L. et al. Fatty acid composition of egg yolk and adipose tissue as influenced by dietary fat and strain of hen. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 47, p. 1296-1302, 1968.
- SHAFEY, T.M. et al. Comparison between wheat, triticale, rye, soybean oil and strain of laying bird on the production, and cholesterol and fatty acid contents of eggs. *Br. Poult. Sci.*, London, v. 33, p. 339-346, 1992.
- SIM, J.S. et al. Effect of dietary animal tallow and vegetable oil on fatty acid composition of egg yolk, adipose tissue and liver of laying hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 52, p. 51-57, 1973.
- SIMOPOULOS, A.P. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with N-3 PUFA: human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 79, p. 961-970, 2000.
- VAN ELSWYK, M.E. Comparison of n-3 fatty acid sources in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: a review. *Br. J. Nutr.*, Wallingford, v. 78, suppl. 1, p. S61-S69, 1997.

Received on October 28, 2004.

Accepted on May 03, 2005.