

Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal

Keysuke Muramatsu*, José Henrique Stringhini, Marcos Barcellos Café, Roberto de Moraes Jardim Filho, Leonardo Andrade e Fabrício Godoi

Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. *Autor para correspondência. Rua T-29 n° 119 ap. 302 Residência I Serra Mar Setor Bueno, 74210-050, Goiânia, Goiás, Brasil. e-mail: henrique@vet.ufg.br

RESUMO. O objetivo foi verificar o desempenho, a qualidade e a composição dos ovos de poedeiras alimentadas com rações com milho ou milheto suplementadas com óleo de soja. 256 poedeiras Isa Babcock com 37 semanas foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados com 8 tratamentos, 2 blocos e 4 repetições de 8 aves. O experimento durou 16 semanas divididos em quatro ciclos de 28 dias. Os tratamentos foram: ração com milho sem óleo de soja (OS), com 2,5%, 3,5% e 4,5% OS, ração milheto com 3,3%, 4,3% e 5,3% OS. O desempenho não foi afetado pela inclusão do milheto e óleo. Verificou-se, diminuição da qualidade da casca com os crescentes níveis de óleo. O milheto e o óleo de soja aumentaram os teores de ácido linoléico, linolênico e DHA. O milheto reduziu as relações linoléico/DHA, linoléico / linolênico + DHA e total de lipídios / (linoléico + linolênico + DHA).

Palavras-chave: ácidos graxos poli-insaturados, *Pennisetum glaucum*, ovos comerciais, qualidade interna e externa dos ovos, desempenho.

ABSTRACT. Pearl millet and corn based rations supplemented with different levels of soybean oil on performance and egg quality of laying hens. This experiment was carried out to evaluate the use of pearl millet or corn based rations supplemented with soybean on the egg quality parameters of laying hens. 256 Isa Babcock hens, 37 weeks of age, were allotted in a randomized block design with two blocks and 4 replications of eight hens per experimental unit. In a 16-week feeding trial divided into 4 periods of 28 days, the eight experimental diets were: corn with 0%, 2.5%, 3.5% and 4.5% soybean oil, and pearl millet with 3.3%, 4.3% and 5.3% soybean oil. No significant differences ($p < 0.05$) were detected for the performance among treatments. The soybean oil supplementation of diets in higher levels decreased eggshell quality. The inclusion of pearl millet and soybean oil in rations increased the deposition of linoleic, linolenic and docosahexanoic acid in yolk. Pearl millet was also efficient in enhancing the linoleic/DHA, linoleic/ (linolenic + DHA) and total yolk lipids/polyunsaturated fatty acids relations.

Key words: polyunsaturated fatty acids, *Pennisetum glaucum*, egg quality, pearl millet, performance.

Introdução

O ovo é um dos alimentos mais completos, reunindo em seu conteúdo uma série de nutrientes essenciais para o organismo humano. Apesar dessas características nutricionais, inúmeros profissionais ligados à saúde humana têm aconselhado uma redução drástica no consumo de ovos, associando-o a uma das causas dos distúrbios cardiovasculares. Hu *et al.* (1999) contudo não encontraram nenhuma relação entre o consumo de ovos e a doença cardiovascular.

O consumo de alimentos tem seguido uma nova tendência atual, em que é cada vez maior a procura pelos alimentos "nutracêuticos" ou "funcionais" que, além de suas características nutricionais naturais, apresentam em sua composição um fator adicional que leva a uma melhoria da condição de saúde do indivíduo. Esse é o caso dos ovos enriquecidos com ácidos graxos poli-insaturados (*PUFAs*) que são produzidos com a suplementação dos *PUFAs* nas rações avícolas.

Briz (1998a) observou que alguns dos possíveis

efeitos benéficos dos *PUFAs* sejam a redução dos triglicerídeos do plasma e de lipoproteínas VLDL e LDL (que induzem o depósito de colesterol nas paredes arteriais) e o aumento do HDL. Esse pesquisador ressalta a importância da existência de um equilíbrio entre os *PUFAs* ômega-3 e ômega-6 na obtenção de uma dieta saudável. Conforme Simpoulos (1999), a relação n-6:n-3 na dieta humana contemporânea está por volta de 10:1 a 20-25:1, indicando um desbalanço dos ácidos graxos poliinsaturados.

Alguns ingredientes podem ser incluídos em rações avícolas no intuito de produzir ovos enriquecidos com *PUFAs*. Mandarino (1992) observou que o óleo de soja apresenta de 49% a 59% de ácido linoléico e de 2% a 8,5% de ácido linolênico. Dessa forma, comparados à gordura de coco e aos óleos de girassol, milho, oliva e palma, analisados por esse mesmo pesquisador, o óleo de soja apresenta uma composição de *PUFAs* mais favorável à produção de ovos enriquecidos com *PUFAs*.

Outra matéria-prima interessante é o milho, que é mais rico em óleo comparado com cereais comumente utilizados em rações, com um teor médio de 5%. O ácido linolênico, um *PUFA* ômega-3, corresponde a 4% do total de ácidos graxos do milho, enquanto o nível desse lipídio no milho é de aproximadamente 0,9% do total de ácidos graxos (Collins *et al.*, 1997).

A viabilidade da utilização do milho em rações de poedeiras tem sido comprovada por vários pesquisadores. Experimentos conduzidos por Collins *et al.* (1997) e Café *et al.* (1999) indicaram que o uso do milho em rações de poedeiras comerciais não prejudicou o desempenho das aves. Para frangos de corte, esses resultados também são positivos (Davis *et al.*, 2003) inclusive na forma de grãos inteiros (Hidalgo *et al.*, 2004).

Esse experimento teve como objetivo verificar a influência de rações formuladas com milho ou milho, suplementadas ou não com óleo vegetal, na qualidade do ovo e nos parâmetros produtivos das poedeiras comerciais.

Material e métodos

O presente experimento foi conduzido no Aviário Experimental do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás (Goiânia, Estado de Goiás), durante os anos de 1999 e 2000. Foram utilizadas 256 galinhas poedeiras da linhagem comercial Isa Babcock, com cerca de 35 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental em

blocos ao acaso com 8 tratamentos (4 rações a base de milho e 3 rações à base de milho com diferentes níveis de inclusão de óleo de soja) e 4 repetições de 8 aves cada. O delineamento experimental em 2 blocos foi realizado no intuito de neutralizar o efeito do sol nos diferentes lados do galpão.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais e a composição química de alimentos propostas por Rostagno *et al.* (1994), com exceção dos valores de composição bromatológica e de Energia Metabolizável do milho que foram baseados respectivamente em Albino *et al.* (1992), NRC (1994).

As aves foram submetidas a um período de 14 dias de adaptação às rações experimentais e, com cerca de 37 semanas de idade, foram submetidas a 4 ciclos experimentais com duração de 28 dias cada. Durante o experimento, a ração e a água foram fornecidas à vontade. Os ovos eram colhidos diariamente sendo que a produção de ovos por parcela foi anotada em planilhas adequadas.

As variáveis analisadas foram o consumo de ração, a produção de ovos (percentagem de postura e massa de ovos), a conversão alimentar (kg/kg e kg/dz), o peso dos ovos, o peso e a porcentagem da casca, da gema e do albume, a cor da gema e a gravidade específica dos ovos, espessura e teor de matéria mineral da casca e a composição em ácidos graxos da gema.

Para a determinação do perfil lipídico dos ovos, foram utilizadas gemas de ovos colhidos no quarto ciclo experimental de acordo com a metodologia de Abril e Barclay (1999). Foram utilizados aproximadamente 6 ovos de cada repetição a partir dos quais se constituiu um *pool* de gemas. A preparação das amostras de ovo e a metilação dos ácidos graxos da gema foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da EV-UFG e no Centro de Pesquisa de Alimentos (CPA) da EV-UFG. Os metil ésteres de ácidos graxos foram determinados no CPA por cromatografia gasosa.

O extrato etéreo do milho, do farelo de soja, do farelo de trigo e do milho e o óleo degomado de soja foram submetidos à técnica de metilação dos ácidos graxos, conforme a metodologia descrita por Antoniosi Filho (1995), e injetados no cromatógrafo gasoso para a determinação da composição em ácidos graxos das matérias primas e das rações experimentais (Tabela 2).

Os resultados obtidos foram analisados pelo Excel e pelo Sistema de Análise Estatística ESTAT (Unesp - Jaboticabal) e submetidos à análise de

variância e ao teste de Duncan para comparação das médias (5% de probabilidade) para as respostas produtivas e de qualidade do ovo e composição da gema para os diferentes níveis de inclusão do óleo de soja nas dietas com milho ou milheto.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.

	Milho				Milheto			
	0%	2,5%	3,5%	4,5%	3,3%	4,3%	5,3%	
Milheto	-	-	-	-	70,5	63,4	58,4	
Milho	63,2	52,4	48,1	44,2	-	-	-	
Farelo de Soja	25,7	25,0	24,6	23,9	12,2	13,0	13,5	
Farelo de Trigo	0,5	9,60	13,3	16,9	3,00	7,50	12,0	
Óleo Vegetal	-	2,50	3,50	4,50	3,30	4,30	5,30	
Fosfato Bicálcico	1,51	1,43	1,40	1,37	1,45	1,40	1,37	
Calcário	8,28	8,30	8,32	8,33	8,38	8,30	8,40	
Sal iodado	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,28	
Supl. mineral e vitamínico ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
DL-Met 99%	0,11	0,11	0,11	0,11	-	0,10	0,10	
L-Lys-HCl	-	-	-	-	0,33	0,30	0,15	
Anti-oxidante ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Pigmentante ³	-	-	-	-	0,10	0,10	0,10	
Total	100	100	100	100	100	100	100	
Composição Calculada								
Proteína (%)	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	
EM (Mcal/kg)	2,76	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	
Cálcio (%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
F. bruta (%)	2,84	3,41	3,64	3,85	6,70	6,58	6,61	
Fósforo disponível (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	
Ácido Linoléico (%)	1,28	2,55	3,06	3,57	2,44	3,02	3,55	
Lisina (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,78	0,80	0,78	
Aminoácidos sulfurados(%)	0,67	0,68	0,68	0,68	0,66	0,67	0,66	
Metionina (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,40	0,41	0,40	
Sódio (%)	0,156	0,157	0,157	0,157	0,156	0,161	0,152	
Treonina (%)	0,68	0,67	0,67	0,67	1,19	1,14	1,10	
Triptofano (%)	0,22	0,23	0,24	0,24	0,21	0,22	0,22	

¹Premix Vaccinar Postura-Completo (1999) ²Antioxidante. Banox (Alltech); ³ Pigmentante. Gema Caipira / Vaccinar (1999).

Tabela 2. Composição percentual em ácidos graxos das rações experimentais.

Nível de óleo	Milho				Milheto			
	0%	2,5%	3,5%	4,5%	3,3%	4,3%	5,3%	
Linoléico	0,75	2,07	2,59	3,12	2,91	3,39	3,89	
Linolenico	0,04	0,20	0,27	0,33	0,30	0,36	0,43	
Oléico	0,51	1,14	1,39	1,64	1,60	1,82	2,06	
Rel. Linoléico: Linolenico	18,75	10,35	9,59	9,45	9,70	9,42	9,05	
E Etéreo (%)	1,63	4,24	5,29	6,33	6,15	7,07	8,05	

Resultados e discussão

Os lipídios, quando adicionados à dieta, têm a propriedade de melhorar a palatabilidade do alimento e, dessa forma, estimular o consumo de ração (Acedo, 1991). Nesse sentido, nos experimentos conduzido por Grobas *et al.* (1999), a suplementação das dietas com 4% de gordura causou um aumento no consumo das aves na ordem de 3%. Porém, durante essa pesquisa, não foi detectado nenhum efeito positivo entre os níveis de inclusão do óleo de soja e o consumo de ração pelas galinhas.

Os resultados obtidos demonstram que o

consumo das aves alimentadas com rações à base de milho foi superior àquelas com milheto (Tabela 3). Café *et al.* (1999) verificaram que níveis crescentes de milheto na ração em substituição ao milho mostraram redução linear negativa para o consumo de ração.

O consumo não foi afetado pelos níveis de inclusão do óleo de soja nas dietas. Porém, Keshavarz e Nakajima (1995) observaram que a inclusão de 4% de lipídios (sob a forma de uma mistura de gordura animal e vegetal) na dieta propiciou menor consumo de ração quando comparado ao tratamento sem uso de lipídios.

Os dados obtidos nesse experimento não indicaram nenhuma diferença estatística ($P>0,05$) no parâmetro produção de ovos (Tabela 3) entre as diversas rações testadas. Esses resultados estão em conformidade com Café *et al.* (1999) que avaliaram diferentes níveis de utilização do milheto na ração de poedeiras e não detectaram diferenças estatísticas na percentagem de postura entre os tratamentos.

Tabela 3. Consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), massa de ovos (g/ave/ciclo), conversão alimentar (C.A.) e peso dos ovos (g) das poedeiras no ciclo total.

	Óleo (%)	Consumo de ração (g/ave/dia)	Produção de ovos (%)	Massa de ovos (g/ave)	Conversão alimentar (kg/kg)	Conversão alimentar (kg/dz)	Peso dos ovos (g)
Milho	0	107,63 a	82,84	5734,8	2,11	1,56	61,84
	2,5	108,24 a	85,94	5895,2	2,06	1,52	61,25
	3,5	106,75 a	83,79	5941,8	2,02	1,53	63,33
	4,5	107,02 a	81,98	5736,4	2,10	1,57	62,49
Milheto	3,3	99,87 b	83,79	5656,6	1,99	1,44	60,24
	4,3	101,82 b	82,98	5784,5	1,98	1,48	62,25
	5,3	101,69 b	81,31	5644,0	2,04	1,52	62,05
CV(%)		2,77	4,97	5,46	4,96	5,14	2,07

Médias seguidas de letras distintas dentro da mesma coluna indicam diferença estatística (Duncan, $P<0,05$).

Foi possível observar que a massa de ovos produzida (Tabela 3) não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). O milheto não influenciou ($P>0,05$) o peso médio dos ovos (Tabela 3) como demonstrado por Collins *et al.* (1997). Observou-se também que os níveis crescentes de inclusão do óleo de soja (e, por conseguinte os maiores teores de ácido linoléico dietético) não afetaram o peso dos ovos ($P>0,05$). De forma semelhante, Summers e Leeson (1983) e Atteh e Leeson (1985) não observaram aumento do peso dos ovos com a adição de gorduras na dieta.

Por outro lado, Whitehead *et al.* (1991), Keshavarz e Nakajima (1995) e Grobas *et al.* (1999) conduziram experimentos com poedeiras e constataram os efeitos positivos das gorduras dietéticas no aumento do peso dos ovos. Possivelmente o aumento do peso dos ovos, obtido pela inclusão de óleo vegetal à dieta, sofre influência

da idade das aves (Solomon, 1991). Whitehead *et al.* (1991) e Grobas *et al.* (1999) acrescentaram, respectivamente, que os incrementos no peso dos ovos foram mais marcantes entre 22-32 semanas e entre 25-49 semanas.

Estima-se que os maiores níveis de inclusão do óleo de soja estejam prejudicando a qualidade da casca como demonstram os resultados encontrados ($P < 0,01$) para peso e espessura da casca (Tabela 4). Conforme Hester (1999), uma dieta rica em gordura (8% a 12%) resulta no declínio da qualidade da casca, pois o autor cita que o excesso de gordura retém o cálcio. As explicações mais plausíveis referem-se à interferência dos ácidos graxos na absorção de cálcio e vice-versa (Brugalli *et al.*, 1999). O lipídio em alta concentração na dieta pode combinar com o cálcio, formando sais e dificultando a absorção desses nutrientes.

Tabela 4. Peso da casca, percentagem de casca, espessura de casca, gravidade específica (kg/litro) e percentagem de matéria mineral da casca no ciclo total.

	Óleo (%)	Peso da casca (g)	% de casca	Espessura casca (0,01 mm)	Gravidade específica	% mat. mineral casca
Milho	0,0	5,83 ab	9,33	37,77 ab	1,084	84,26
	2,5	5,77 ab	9,27	37,70 ab	1,085	84,32
	3,5	6,02 a	9,37	38,43 a	1,084	85,54
	4,5	5,67 b	8,94	36,57 b	1,083	86,55
Milheto	3,3	5,64 ab	9,20	37,36 ab	1,084	85,41
	4,3	5,66 ab	9,03	37,22 ab	1,082	87,10
	5,3	5,52 b	8,88	36,42 b	1,081	88,86
CV (%)		3,069	2,68	2,24	0,16	4,00

Médias seguidas de letras distintas dentro da mesma coluna indicam diferença estatística (Duncan, $P < 0,05$).

Neste estudo não foi detectada influência alguma dos níveis crescentes de óleo de soja (e conseqüentemente de ácido linoléico) no peso do albume, da gema e de sua percentagem relativa ao peso do ovo ($P > 0,05$) (Tabela 5). Contudo, de acordo com March e Mcmillan (1990), o ácido linoléico aumentaria o peso do ovo em conseqüência do aumento da gema. Jensen e Shutze (1963) afirmam que a inclusão do ácido linoléico incrementa o peso do ovo e da gema, mas que esses efeitos estariam visíveis somente com o uso de dietas deficientes em ácido linoléico como testemunhas.

Neste estudo ficou evidenciado que a inclusão do óleo de soja não alterou ($P > 0,05$) os níveis de alguns ácidos graxos saturados (ácido palmítico e esteárico), com redução para os níveis crescentes de óleo em rações com milho e aumento para o ácido oleico para as rações contendo milheto ($P < 0,05$) (Tabela 6). Considerações semelhantes foram feitas por Etches (1996), o qual aponta que a incorporação de óleos vegetais, ou produtos derivados de oleaginosas contendo ácidos graxos insaturados às rações das

aves, aumenta as concentrações no ovo em detrimento de seus similares saturados.

Tabela 5. Peso e percentagem de albume e gema dos ovos no ciclo total.

	Óleo	Peso do albume (g)	% de albume	Peso da gema (g)	% de gema
Milho	0%	40,76	65,23	15,90	25,47
	2,5%	40,52	65,08	15,97	25,67
	3,5%	41,97	65,31	16,27	25,34
	4,5%	41,64	65,64	16,13	25,45
Milheto	3,3%	39,47	64,36	16,21	26,49
	4,3%	40,50	64,53	16,59	26,50
	5,3%	40,45	65,07	16,19	26,08
CV (%)		2,85	1,20	2,29	2,52

Médias seguidas de letras distintas dentro da mesma coluna indicam diferença estatística (Duncan, $P < 0,05$).

Tabela 6. Percentagem de ácidos graxos saturados e monoinsaturados nos lipídios da gema.

Concentração de ácidos graxos saturados e monoinsaturados nos lipídios da gema (%)				
Óleo (%)	Ácido palmítico	Ácido esteárico	Ácido oléico	
Milho	0	24,09	11,84	39,06 a
	2,5	24,73	11,00	34,44 b
	3,5	23,39	10,80	32,74 b
	4,5	22,84	10,62	32,04 b
Milheto	3,3	24,53	11,72	29,95 b
	4,3	23,83	11,09	32,17 b
	5,3	23,86	10,94	32,42 b
CV (%)		4,43	11,23	9,08

Médias seguidas de letras distintas dentro da mesma coluna indicam diferença estatística (Duncan, $P < 0,05$).

A incorporação de óleo de soja na ração reduziu as concentrações de ácido oléico nos ovos provenientes de aves alimentadas com rações à base de milho ($P < 0,01$). Estes resultados concordam com as observações citadas por Powrie e Nakai (1993) que a concentração do ácido oléico no ovo simultaneamente ao incremento da concentração do ácido linoléico. É interessante observar que os níveis crescentes de óleo de soja apresentaram uma relação inversa, reduzindo para o milho e crescente para o milheto para o ácido oléico.

O óleo de soja é rico em ácido linoléico e possui uma quantidade razoável de ácido linolênico. A inclusão de óleo de soja na dieta aumentou ($P < 0,05$) os teores de ácido linoléico e linolênico das rações experimentais (Tabela 7).

Briz (1998b) afirma que a inclusão de 6% de óleo de soja, aumentando a percentagem de ácido linoléico na ração de 1,3% para 3,9%, fez que a concentração desse ácido passasse de 13% para 25% do teor de gorduras da gema.

Ao se comparar as rações à base de milho e de milheto, sem suplementação de óleo vegetal, notou-se que a concentração média do ácido linolênico na gema do ovo (Tabela 7) foi maior para a ração à base

de milho e milheto com a máxima inclusão de óleo ($P < 0,05$). Para o DHA, os efeitos positivos da inclusão do óleo nas concentrações desse ácido graxo na gema foram claros e proporcionaram diferenças estatísticas ($P < 0,05$).

Tabela 7. Composição em ácidos graxos poliinsaturados nos lipídios da gema dos ovos provenientes de diferentes tratamentos experimentais: ácido linoléico, linoléico + docosahexanóico (DHA), linoléico + linolênico + docosahexanóico (DHA) - PUFAs.

	Concentração de ácidos graxos poliinsaturados nos lipídios da gema (%)					
	Óleo (%)	Ácido linoléico	Ácido linolênico	DHA	Ácido linoléico + linolênico + DHA	Ácido linoléico + linolênico + DHA PUFAs
Milho	0	11,789c	0,900d	0,543b	1,444b	13,232 d
	2,5	17,791b	1,171c	1,152a	2,322a	20,113 c
	3,5	21,377ab	1,258bc	1,431a	2,689a	24,066 ab
	4,5	23,047a	1,550a	1,386a	2,935a	25,982 a
Milheto	3,3	18,838b	1,221bc	1,300a	2,521a	21,358 bc
	4,3	21,491ab	1,431ab	1,423a	2,855a	24,346 ab
	5,3	21,619ab	1,511a	1,272a	2,782a	24,401 ab
	CV (%)	9,39	10,09	20,20	11,13	8,93

Médias seguidas de letras distintas dentro da mesma coluna indicam diferença estatística (Duncan, $P < 0,05$).

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Collins *et al.* (1997), que também verificaram que o maior conteúdo de ácido linolênico das dietas contendo milheto proporcionaram um aumento do teor de ácido linolênico e DHA nos ovos. Porém, da mesma forma como foi demonstrado neste ensaio, o incremento em termos de DHA foi superior ao observado para o ácido linolênico.

Esses dados sugerem que as aves podem alongar eficientemente a cadeia carbônica do ácido linolênico em PUFAs de cadeia longa ao contrário do que preconizavam Hargis e Van Elswyk (1993), os quais afirmaram que o processo de alongação do ácido linolênico seria um processo relativamente ineficiente nas aves.

Quando se considera o conjunto dos PUFAs ômega-3 (ácido linolênico e DHA) detectados neste estudo, pode-se afirmar que o uso do óleo de soja nas rações aumenta suas concentrações na gema do ovo (Tabela 7).

Igualmente, os PUFAs linoléico, linolênico e DHA, quando considerados em conjunto, foram influenciados positivamente pelo óleo de soja (Tabela 7) e tiveram suas concentrações aumentadas com o uso dessas matérias-primas na ração.

O uso do óleo vegetal reduziu a relação ácido linoléico:DHA (Tabela 8) e, portanto, melhorou a relação dos lipídios da gema em relação ao tratamento milho sem óleo de soja. Não foi detectado efeito dos níveis de inclusão do óleo de soja e a relação ácido linoléico:linolênico nos ovos e ácido linoléico:linolênico + DHA. Para a relação do total de ácido

graxos da gema: PUFAs, observou-se efeito positivo da inclusão do óleo vegetal especialmente os mais altos (3,5% e 4,5% de óleo em rações com milho e 3,3%, 4,3% e 5,3% de óleo com milheto).

A inclusão do milheto não mostrou efeito quando se considerou a relação entre o conjunto dos ômega 6 e ômega 3 detectados neste estudo (Tabela 8). Collins *et al.* (1997) detectaram redução da relação ômega 6: ômega 3 de 13,1 para 8,3 entre as rações à base de milho e de milheto. Apesar de não-significativo ($P > 0,05$), houve uma redução de 0,786 pontos para a relação ácido linoléico:linolênico + DHA e os níveis de óleo de soja nas rações à base de milheto, com melhores resultados para os menores níveis de inclusão de óleo (milho + 2,5% óleo e milheto + 3,3% óleo). Esse fato está relacionado com as grandes concentrações do ácido linoléico no óleo de soja. Quando se considera a relação entre a concentração total de ácidos graxos do ovo:PUFAs (ácido linoléico, linolênico e DHA), os níveis crescentes de óleo de soja reduziram essa relação com as suas inclusões na dieta.

Tabela 8. Relação dos PUFAs (ácido linoléico:linolênico, linoléico: docosahexanóico, linoléico:linolênico + docosahexanóico, ácidos graxos totais da gema:linoléico + linolênico + docosahexanóico) dos lipídios da gema dos ovos provenientes de diferentes tratamentos.

	Óleo (%)	Relação entre os PUFAs da gema			
		Ác. linoléico : linolênico	Ác. linoléico : DHA	Ác. linoléico : linolênico + DHA	Ác. graxos gema : PUFAs (ac.linoléico + linolênico + DHA)
Milho	0	13,558	21,895 a	8,267	6,560 a
	2,5	15,125	15,876 b	7,664	4,174 b
	3,5	17,302	15,252 b	7,996	3,167 c
	4,5	14,979	17,494 b	7,918	2,859 c
Milheto	3,3	15,554	14,506 b	7,499	3,688 bc
	4,3	15,030	15,459 b	7,582	3,113 c
	5,3	14,322	17,189 ab	7,800	3,113 c
	CV (%)	14,83	16,65	11,81	14,02

Médias seguidas de letras distintas dentro da mesma coluna indicam diferença estatística (Duncan, $P < 0,05$).

Conclusão

O milheto e o óleo de soja podem ser incluídos nas rações de poedeiras sem causar efeitos negativos importantes no desempenho e qualidade interna dos ovos.

A inclusão do óleo de soja nas rações de poedeiras deve ser feita com cautela, uma vez que níveis elevados podem piorar a qualidade da casca.

O milheto assim como o óleo de soja se apresentam como potenciais ingredientes para a produção de ovos com maiores teores de PUFAs.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq (Brasília - DF), da Granja Saito (Bela Vista - GO), da Okamoto Representações e da Vaccinar Nutrição Animal (Goiânia - GO).

Referências

- ABRIL, R.; BARCLAY, B. *Fatty acid analysis of poultry eggs as methyl esters*. Método OT-GCPE, Revisão 3.1, 1999. 03/24/99.
- ACEDO, J. Matérias primas energéticas en la alimentación de la gallina ponedora. In: BLAS, C.; MATEOS, G.G. (Ed.). *Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras*, Madrid: Aedos Editorial, 1991. p. 187-205.
- ALBINO, L. F. T. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. *Anais...* Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 330.
- ANTONIOSI FILHO, N. R., 1995. *Análise de óleos e gorduras vegetais utilizando métodos cromatográficos de alta resolução e métodos computacionais*. 1995. Tese (Doutorado) - Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.
- ATTEH, J.O.; LEESON, S. Response of laying hens to dietary saturated and unsaturated fatty acids in the presence of varying dietary calcium levels. *Poult. Sci.*, Champaign, v.64, n.2, p.520-528, 1985.
- BRIZ, R.D. Ovos enriquecidos com ômega-3 (parte I). *Aves e Ovos*, São Paulo, v.14, n.5, p.10-17, 1998a.
- BRIZ, R.D. Ovos enriquecidos com ômega-3 (parte II). *Aves e Ovos*, São Paulo, v.14, n.6, p.12-17, 1998a.
- BRUGALLI, I. et al. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pinto de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.28, n.4, p.753-757, 1999.
- CAFE, M. B. et al. Utilização do milheto grão (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) como substituto do milho em rações para poedeiras comerciais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 51, n.2, p.170-176, 1999.
- COLLINS, V. P. et al. Pearl millet in layer diets enhances egg yolk n-3 fatty acids. *Poult. Sci.*, Champaign, v. 76, n.2, p.326-330, 1997.
- DAVIS, A.J. et al. Pearl Millet as an Alternative Feed Ingredient in Broiler Diets. *J. Appl. Poult. Res.*, Athens, v.12, 137-144, 2003.
- ETCHES, R. J. *Reproduction In Poultry*. Oxon UK: CAB International, 1996. p.10-39.
- GROBAS, S. et al. Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poult. Sci.*, Champaign, v.78, n.8, p.1542-1555, 1999.
- HARGIS, P.S.; VAN ELSWYK, M.E. Dietary modification of yolk lipid with menhaden oil. *Poult. Sci.*, Champaign, v.70, n.5, p.917-922, 1993.
- HESTER, P. Y. A qualidade da casca do ovo. *Avic. Ind.*, São Paulo, v.90, n.1072, p.20-30, 1999.
- HIDALGO, M.A. et al. Use of Whole Pearl Millet in Broiler Diets. *J. Appl. Poult. Res.*, Athens, v.13, 229-234, 2004.
- HU, F. B. et al. A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *J. Am. Med. Assoc.* Chicago, April-21, 1999.
- JENSEN, L. S.; SHUTZE, J. V. Essential fatty acids deficiency in the laying hen. *Poult. Sci.*, Champaign, v.42, p.1014-1019, 1963.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. The effect of dietary manipulation of energy, protein and fat during the growing and laying period on early egg weight and egg components. *Poult. Sci.*, Champaign, v.74, p.50-61, 1995.
- MANDARINO, J. M. G. *Características Bioquímicas e Nutricionais do Óleo e do Farelo de Girassol*, Londrina: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Soja -Cnpso, 1992. 25 p.
- MARCH, B. E.; MACMILLAN, C. Linolenic acid as a mediator of egg size. *Poult. Sci.*, Champaign, v.69, p.634-639, 1990.
- NRC. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9ed. Washington D.C.: National Academy Press, 1994.
- POWRIE, W. D.; NAKAI, S. Características de los alimentos líquidos de origem animal- huevos. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). *Química de los Alimentos*. Zaragoza-Espanha: Editorial Acribia S. A., 1993. p.932-959.
- ROSTAGNO, H. S. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)*. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1994. 59 p.
- SIMPOULOS, A P. Human requirements for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult. Sci. - Annual Meetings Abstracts*, Champaign, v.78, Suppl.1, p.3, 1999.
- SOLOMON, S. E. *Egg & Eggshell Quality*. Aylesbury, England: Wolfe Publishing LTd., 1991. 149 p.
- SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Factors Influencing early egg size. *Poult. Sci.*, Champaign, v.62, p.1155-1159, 1983.
- WHITEHEAD, C. C. et al. The effects of dietary fat and bird age on the weights of eggs and egg components in the laying hen. *Poult. Sci.*, Champaign, v.66, p.1807-1812, 1987.

Received on June 28, 2004.

Accepted on February 14, 2005.