

Carlos B. V. Rabello¹Alexsandro L. Pinto²Edney P. Silva³Stélio B. P. de Lima⁴

Níveis de óleo de soja na dieta de poedeiras comerciais criadas em região de alta temperatura

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão do óleo de soja em rações sobre o desempenho produtivo, qualidade da casca e parâmetros econômicos de poedeiras comerciais, realizou-se um experimento utilizando-se 160 aves da linhagem Hisex brown, com 40 semanas de idade. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de dietas formuladas com 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% de inclusão de óleo de soja e com o mesmo nível energético e nutricional. Os tratamentos não afetaram o peso das aves, a produção de ovos, consumo de ração, energia e proteína, conversão por dúzia de ovos e espessura de casca; entretanto, a inclusão do óleo de soja aumentou linearmente o peso dos ovos e, quadraticamente, às conversões por massa, energética e protéica de ovos, além do que a inclusão do óleo aumentou o custo da ração; conclui-se, então, que o óleo de soja aumenta o peso dos ovos, apresentando efeito a partir de 2% em rações à base de milho e farelo de soja, e que a sua utilização em níveis crescentes pode aumentar o custo da ração e diminuir a renda líquida, razão por que deve ser utilizado após uma análise econômica.

Palavras-chave: poedeiras, produção de ovos, suplementação de gordura, óleo de soja

Oil levels in the diet of laying hens maids in area of high temperature

ABSTRACT

This objective was to evaluate the performance, quality of egg and economics parameters of laying hens feed with different levels of soybean oil in the diets. 166 laying hens, Hisex brown, 40 week-old were used and distributed in a completely randomized design in five treatments and four replications of 8 laying hens. The levels of the soybean oil were: 0, 1, 2, 3 e 4% in the diets with same energetic and nutritional levels. The treatments did not affect the live weight, eggs production, feed intake, energy and protein intake, conversion for dozen egg and shell thickness. However, the inclusion of the soybean oil showed linear effect in the egg weight and quadratic effect for mass, energetic, and protein conversion, besides the inclusion of this oil increased the cost of the ration. It is concluded that the soybean oil increase the egg weight, showing effect with 2% inclusion in the diet based on corn and soybean, and the utilization in increasing levels may increased the costs and decreased the net income, for that reason should be used only after economic analysis.

Key words: laying hens, production eggs, supplemental fat, soybean oil

¹ Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. cbviagem@dz.ufrpe.br

² Médico Veterinário

³ Aluno de Mestrado do programa de Pós graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, edneysilva@oi.com.br

⁴ Aluno do programa de Doutorado Integrado, PDIZ UFRPE/UFPB/UFC, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco

INTRODUÇÃO

Em poedeiras a exigência energética para a produção de uma unidade de ovo não varia grandemente com a maior ou menor temperatura ambiental, porém as necessidades de manutenção são diretamente influenciadas por essa temperatura (Muirhead, 1993).

Conforme Baião & Cançado (2001), a redução do consumo de alimento em temperaturas elevadas constitui uma das principais respostas da ave ao excesso de calor, o que compromete o seu desempenho. Para essas condições, a recomendação é elevar a densidade energética das dietas (Braga & Baião 2001), com exceção da proteína bruta (Bertechini et al., 1991), prática que tem sido realizada, algumas vezes, com a adição de óleo à ração, haja vista que tal prática pode proporcionar menor incremento calórico além de disponibilizar maior energia líquida, conforme Franco (1992).

A deposição de gordura se torna mais eficiente no momento em que é administrada via dieta, quando comparada via síntese de ácidos graxos e glicerol, a partir de precursores da acetil coenzima A; conseqüentemente, a ave reduz a síntese de ácidos graxos e, assim, dispõe de mais energia para os propósitos produtivos a que se propõe (Franco, 1992).

Somada a esses aspectos, a gordura presente na dieta melhora, ainda, a absorção das vitaminas lipossolúveis, possibilita maior tempo de permanência do alimento no trato digestivo e pode também, diminuir a pulverulência da ração que, normalmente, é farelada, favorecendo, inclusive, a ingestão e deglutição, conforme relato de Baião & Cançado (2001).

Trabalho realizado por Dale & Fuller (1980) que incluíram gordura nas dietas de frangos de corte em crescimento e observaram que houve redução no incremento calórico das aves que consumiram aquela com maior conteúdo energético, favoreceu o consumo de calorias e recuperou o ganho de peso em condições de estresse provocado pelo calor.

Com referido, sua inclusão na dieta constitui importante alternativa em períodos de estresse calórico e, de modo peculiar para aves no período inicial de produção, quando juntos se expressam adversamente sobre o peso do ovo (Antar et al., 2004), característica apreciada pelo mercado consumidor.

Desta forma, a suplementação lipídica (6% de óleo na dieta) proporciona um incremento no peso do ovo de 2,5 g (Harms et al., 2000; Bohnsack et al., 2002); com isto, o tamanho dos ovos surge como a característica mais sensível, dentre outras (produção de ovos, massa de ovos e consumo de ração) em dietas de poedeiras comerciais em início de postura (Antar et al., 2004).

Rodrigues et al. (2005) observaram efeito benéfico com inclusão de óleo de soja (2; 4; 6 e 8%) nas dietas das aves de segundo ciclo, aumentando significativamente a produção de ovos, sendo que o nível máximo de inclusão (8%) de óleo de soja apresentou melhor resultado, enquanto a menor produção ocorreu quando não houve suplementação com óleo de soja na ração.

Segundo Rodrigues et al. (2005) o aumento da produção de ovos ocorre, possivelmente, em virtude da melhor utiliza-

ção da energia da ração contendo níveis crescentes de óleo, pela diminuição do incremento calórico.

Grobas et al. (1999b) obtiveram, com a suplementação de 4% de óleo, melhoras nas características produtivas, percentual de postura, peso dos ovos e massa de ovos; no entanto, a eficiência alimentar das dietas não diferiu daquelas que não foram suplementadas com óleo.

Neste sentido, o óleo de soja é particularmente valioso, pois contém elevado nível de fosfolípidios (lecitina), emulsificante que auxilia na digestão de gorduras e de vitamina E, considerado um antioxidante natural capaz de evitar a rancificação rápida do próprio óleo (Bernal, 1994). De acordo com An et al. (1997), o fosfolípido presente no óleo de soja demonstra, ainda, efetiva redução dos níveis de gordura hepática quando acrescida a dietas de galinhas poedeiras prevenindo, desta forma, acúmulo de lipídio no parênquima hepático (Síndrome do Fígado Gordo) porém, 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 (Muramatsu et al., 2005). Este fato se deve a uma possível interferência no metabolismo mineral, principalmente sobre a retenção de cálcio, através da formação de sabões insolúveis durante a digestão (Griffith et al., 1961; Waibel & Mraz, 1964; Whitehead et al., 1971; Hester, 1999).

Morita (1992) lembra que, apesar do óleo vegetal ter maior disponibilidade no mercado, normalmente ele é mais caro que a gordura animal e sua utilização eleva, em geral o custo da ração. Assim, nas condições brasileiras, o uso de ração de alta energia não é econômico (Rostagno et al., 1985) e, de acordo com Bernal (1994) no caso da criação de frangos, nem sempre a melhor resposta no ganho de peso e na conversão alimentar paga a diferença de custo; todavia, a suplementação lipídica pode ajudar a otimizar a combinação desses fatores, especialmente para algumas microrregiões do Nordeste brasileira onde as aves são alojadas em galpões abertos, e que, durante a maior parte do dia, a temperatura ultrapassa os 30 °C, o que pode comprometer a ingestão de ração e, conseqüentemente, o desempenho das aves; deste modo, a inclusão de óleo seria uma alternativa para diminuir o incremento calórico e possibilitar melhorias na ingestão de ração e no desempenho zootécnico de aves poedeiras comerciais.

Assim, objetivou-se, com esta pesquisa, verificar o efeito do nível de inclusão do óleo de soja em rações isonutritivas sobre o desempenho zootécnico e econômico de poedeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) situado no município de Mossoró e localizado em uma área, ao extremo do noroeste do Estado do Rio Grande do Norte, na quadrícula geográfica entre os paralelos 4°48' a 5°41' de latitude Sul e os Meridianos 37°30' a 38°5' a Oeste de Greenwich. Pela classificação de Köppen e segundo regime térmico e pluviométrico, apresenta clima do tipo BSw'h'.

Foram utilizados 160 poedeiras comerciais da linhagem Hi-sex Brown com 40 semanas de idade. As aves foram selecionadas de acordo com a produção e peso corporal, que variou de 1.820 a 2.020 kg e submetidas a um período de 14 dias de adaptação às rações experimentais.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, totalizando cinco tratamentos com quatro repetições, onde cada unidade experimental foi composta de oito aves. Os tratamentos consistiram de diferentes níveis de óleo de soja degomado nas rações, como sendo: 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0%.

As galinhas foram alojadas em gaiolas de arame, medindo 1,0x0,45x0,45 metro (com subdivisões de 25 cm), instaladas em galpão telado coberto com telhas de barro. Adotou-se um programa de iluminação em que as aves receberam 17 horas de luz diárias (natural + artificial); a ração foi fornecida em comedouro tipo calha, duas vezes ao dia e a água e ração foram fornecidas *ad libitum*, em bebedouro tipo nipple (2aves/bebedouro).

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja atendendo às exigências nutricionais por ave por dia, considerando-se o consumo médio de 110g/ave/dia. Para a formulação utilizaram-se as tabelas de composição química e energéticas dos alimentos e exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2000). A composição percentual da ração e os valores calculados dos respectivos níveis nutricionais se encontram na Tabela 1.

Para o cálculo da substituição da quilocaloria do carboidrato pela gordura nas diferentes dietas, adotaram-se os valores calóricos da proteína de 4,0 kcal g⁻¹ e da gordura 9,0 kcal g⁻¹. A contribuição energética do carboidrato foi derivada subtraindo-se, da quilocaloria total, a soma da contribuição energética da proteína e da gordura de cada dieta. Valores para gordura e proteína foram obtidos multiplicando-se os valores calóricos pelas respectivas contribuições de cada ingrediente, conforme descrito por Rosebrough et al. (1999).

As variáveis analisadas, foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de proteína (g/ave/dia), consumo de energia metabolizável (kcal/ave/dia), peso corporal (kg), produção de ovos (%), peso dos ovos (g), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar (kg ração/kg ovos), conversão alimentar por dúzia de ovos produzida (kg ração/dúzia de ovos), conversão protéica (kg PB/kg ovo), conversão energética (kcal/kg ovo), peso da casca (g), percentagem de casca (%) e espessura da casca (0,01 mm) durante sessenta dias.

A produção de ovos foi registrada diariamente em fichas de controle apropriadas; a coleta dos ovos destinados a pesagem, foi feita duas vezes por semana, com subsequente pesagem dos mesmos. Depois de quebrados os ovos, as cascas foram secadas ao ar e avaliadas quanto à sua espessura, com um paquímetro, enquanto as medidas foram tomadas na área do equador do ovo; as aves foram pesadas semanalmente com o intuito de se obter um peso corporal médio e, posteriormente, calcular o ganho de peso. Para o cálculo do consumo de ração as sobras dos comedouros foram pesadas semanalmente.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais

Table 1. Percentual composition of experimental diets

Ingredientes* (%)	Níveis de inclusão do óleo de soja (%)				
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Milho ¹	63,61	59,74	56,71	53,67	49,80
Farelo de Soja 43% ¹	21,83	22,07	22,68	23,30	23,54
Calcário	7,82	7,83	7,82	7,81	7,82
Farinha de Carne e ossos 36% ¹	4,03	3,98	4,00	4,02	3,97
Farelo de Trigo ¹	2,00	4,00	4,00	4,00	6,00
Sal comum	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34
Suplemento Vitaminico ²	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Suplemento Mineral ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-Metionina 99%	0,09	0,097	0,10	0,10	0,11
Butil-hidroxi-tolueno (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Inerte (areia lavada)	0,02	0,68	2,09	3,49	4,15
Óleo de soja degomado	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Preço das rações (R\$/kg) ⁴	0,493	0,502	0,509	0,515	0,524
Composição calculada					
Energia Metabolizável (Mcal)	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
Proteína bruta (%)	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Proteína (Mcal/kg)	0,649	0,668	0,669	0,669	0,688
Gordura (Mcal/kg)	0,259	0,358	0,438	0,519	0,528
Carboidrato (Mcal/kg)	1,842	1,724	1,643	1,562	1,533
Cálcio (%)	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Metionina (%)	0,412	0,413	0,414	0,416	0,417
Metionina + Cistina (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Lisina (%)	0,859	0,867	0,877	0,887	0,894
Treonina (%)	0,630	0,629	0,630	0,631	0,630
Triptofano (%)	0,194	0,197	0,199	0,201	0,204
Sódio (%)	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Gordura (%)	3,053	3,974	4,870	5,765	6,687
Ácido linoléico (%)	1,414	1,912	2,399	2,885	3,383
Fibra	2,749	2,867	2,845	2,822	2,940

*A matriz nutricional foi atualizada quanto aos teores de proteína bruta determinados no laboratório.

² Suplemento vitamínico (níveis de garantia/kg de produto): Vitamina (Vit.) A, 5.000.000UI; Vitamina D₃, 1.250.000UI; Vitamina E, 3.000UI; Vitamina K, 800 mg; Vitamina B₁, 700 mg; Vitamina B₂, 2.500 mg; Vitamina B₆, 1.000 mg; Vitamina B₁₂, 5.500 mg; Niacina, 12.500 mg; Ácido Fólico, 200 mg; Ácido Pantotênico, 5.000 mg; Metionina, 200 g; Antioxidante, 5 g; Selênio, 150 mg.

³ Suplemento mineral (níveis de garantia/kg de produto): Ferro, 50.000 mg; Cobre, 70.000 mg; Manganês 60.000 mg; Zinco, 50.000 mg; Iodo, 1.250 mg; Selênio, 200 mg.

⁴ Os preços dos macroingredientes foram tomados na região como sendo: milho R\$ 0,45/kg; farelo de soja R\$ 0,68/kg; calcário R\$ 0,08/kg; farinha de carne 36% R\$ 0,72/kg; sal comum R\$ 0,15/kg; óleo de soja degomado R\$ 1,60/kg

Ao final do experimento se calcularam o custo por kg de ovo (R\$ kg⁻¹ de ovo), por dúzia de ovo (R\$/dz de ovo) e a renda líquida (R\$/dz de ovo), através da relação das respectivas conversões com o custo médio de cada ração e que estão apresentados no rodapé da Tabela 1. Adotando-se como única fonte de despesa (D), o custo da ração, haja vista ser a renda bruta (RB), apenas a venda do ovo por quilograma e por dúzia; tem-se a renda líquida (RL) e o resultado da diminuição da despesa (D) do valor da renda bruta (RB), como sugere a fórmula RL=RB-D.

O registro da temperatura foi feito por leitura direta em termohigromonitor, tomadas diária e devidamente anotadas em

fichas de controle. As temperaturas médias registradas no decorrer do período experimental são referentes a períodos de 15 dias, conforme demonstrado na Tabela 2.

Os resultados foram submetidos a análise de variância e regressão utilizando-se o programa computacional SISVAR DEX/UFLA (Ferreira, 2003); quando se encontraram diferenças estatística pelo teste F, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores médios de temperatura quinzenal durante o período experimental

Table 2. Values average of temperatures biweekly during the experimental period

Períodos	Temperatura (°C)		
	Mínima	Máxima	Média
1°	24,44	35,68	30,06
2°	24,71	35,56	30,13
3°	24,50	35,64	30,07
4°	24,61	36,45	30,53
Média	24,57	35,83	30,20

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao peso vivo, ingestão de ração, energia metabolizável e proteína bruta estão apresentados na Tabela 3. A análise de variância revelou que não houve efeito significativo dos níveis de óleo de soja sobre nenhuma das variáveis avaliadas; com isto, é provável que as dietas não tenham fornecido energia excedente às aves que, segundo Dale & Fuller (1980), poderia ser armazenada na forma de gordura corporal.

Os resultados obtidos para a ingestão de ração e energia metabolizável corroboram com os encontrados por Muramatsu et al. (2005) que adicionaram níveis crescentes de óleo de milho (0,0; 2,5; 3,5 e 4,5%) também, não detectaram nenhum efeito sobre o consumo de ração pelas aves de postura, mas, Grobas et al. (1999b) verificaram o aumento de 3,36 e 2,76% para ingestão de ração e energia metabolizável, respectivamente, com a adição 4,0% de óleo para aves de postura; entretanto, efeitos mais pronunciados foram verificados por Antar et al. (2004), Moraes et al. (1991) e Grobas et al. (2001), os quais utilizaram níveis maiores de inclusão de óleo nas dietas (6,0; 7,10 e 10,0%, respectivamente) e, de forma comum, as poedeiras comerciais demonstraram redução na ingestão de ração.

A ingestão de proteína bruta (Tabela 3) é um parâmetro importante na qualidade do ovo, uma vez que os sólidos do albúmen do ovo são quase inteiramente protéicos e a demanda de proteína e aminoácidos é grande, ou seja, uma carência de proteína resultaria principalmente em um decréscimo da qualidade e quantidade de albúmen, podendo diminuir o tamanho dos ovos.

É relatado, também, que a ingestão protéica favorece o aumento na espessura da camada das glândulas tubulares do magno, local de importante síntese e deposição protéica no ovo (Artoni et al., 2001). De acordo com Cotta (2002) essas proteínas do albúmen sintetizadas nas células magnas (avidi-

Tabela 3. Médias da ingestão de ração, energia metabolizável, e proteína bruta apresentado pelas poedeiras durante todo período experimental

Table 3. Averages for intake feed, metabolizable energy and protein crude presented by the laying hens during whole assay period

Níveis de óleo de soja (%)	Peso vivo (g)	Ingestão de ração (g/ave/dia)	Ingestão de energia metabolizável (kcal/ave/dia)	Ingestão de proteína bruta (g/ave/dia)
0,0	1919	106,52	292,90	18,11
1,0	1956	107,76	296,35	18,32
2,0	1959	111,32	306,17	18,93
3,0	1965	106,63	293,25	18,13
4,0	1957	108,57	298,57	18,46
Regressão	Y = 1951	Y = 108,16	Y = 293,22	Y = 18,38
CV ¹ (%)	1,89	2,86	2,89	2,92

¹CV- coeficiente de variação

na, ovomucina, ovalbumina e lizima) são dependentes da ação hormonal.

Esta relação foi bem demonstrada por Whitehead (1995), verificando que as concentrações de estradiol plasmático se mostraram altamente correlacionadas ($r^2 = 0,96$) com as mudanças no peso do ovo, concluindo que o estrógeno é um importante controlador do peso dos ovos, mediado pela ação das gorduras no metabolismo do estrogênio.

Os tratamentos aplicados 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% de óleo nas rações proporcionaram 259; 358; 438; 519 e 528 kcal, respectivamente, de uma ração com 2750 kcal/kg, ou seja, os níveis utilizados disponibilizaram 1,38; 1,68; 2,00 e 2,04 vezes mais de gordura e esta maior disponibilidade lipídica no fígado pode influenciar os constituintes da gema, ao passo que qualquer alteração na fisiologia hepática pode repercutir na composição do ovo, segundo Cotta (2002).

Brugalli et al. (1998) utilizaram um fatorial com três níveis de óleo (0,0; 2,0 e 4,0%) em combinação com dois níveis de proteína (14 e 16%) na dieta de poedeiras Isa brown durante o verão e obtiveram resultados que não indicaram interação entre os níveis de óleo e de proteína da dieta; com isto, a produção de ovos e o consumo de ração não foram influenciados; no entanto, o peso dos ovos foi maximizado com adição de 4% de óleo e 14% de proteína bruta suplementado com metionina na dieta das aves.

Os parâmetros produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovo produzida, conversão por kg de ovo (kg/kg), conversão por dúzia (kg/dz), conversão protéica (kgPB/ kg ovo) e conversão energética (kcal/ g ovo) encontram-se na Tabela 4.

A ingestão de energia metabolizável não foi afetada pelos níveis de inclusão de óleo, o que vem anular uma possível interação uma vez que, quanto maior a ingestão de energia, menor será a produção de ovos, conforme Reid et al. (1978) Reid & Maiorino, (1979). Moraes et al. (1991) afirmaram que a redução na percentagem de postura verificada quando se aumentou o nível da energia da dieta, pode ser explicada em face de menor ingestão de proteína bruta pelas aves.

Desta maneira, o número e a massa de ovos não foram influenciados pelo nível de óleo das dietas demonstrando, assim, semelhança aos resultados de Mazalli et al. (2004) que experimentaram 3,0% de óleo de diferentes fontes (canola,

Tabela 4. Médias para peso corporal, produção de ovos, peso dos ovos e massa de ovos durante o período experimental**Table 4.** Averages for body weight, egg production egg weight, egg mass, feed conversion, protein conversion and energetic conversion during the experimental period

Níveis de óleo de soja (%)	Produção de ovo (%)	Peso do ovo (g)	Massa de ovo (g)	Conversão por kg de ovo (kg/kg ovo)	Conversão por dúzia (kg/dz ovo)	Conversão protéica (gPB/ kg ovo)	Conversão energética (kcal/massa ovo)
0,0	87,63	62,57	54,78	1,95	1,47	0,326	5,37
1,0	87,03	62,10	54,07	1,99	1,49	0,335	5,49
2,0	86,43	62,22	53,78	2,07	1,55	0,352	5,71
3,0	84,17	63,39	54,20	1,97	1,52	0,335	5,43
4,0	87,49	64,73	55,77	1,94	1,49	0,338	5,36
Regressão	Y = 88,55	L ¹	Y = 54,52	Q ²	Y = 1,48	Q ³	Q ⁴
CV ⁵ (%)	3,48	2,46	3,64	4,44	5,04	3,77	4,48

¹ L - Efeito linear, $v = 62,0835 + 0,4615X$, $R^2 = 52,51\%$ ² Q - Efeito quadrático, $v = 1,948 + 0,0908X - 0,0234X^2$, $R^2 = 70,93\%$ ³ Q - Efeito quadrático, $v = 0,3259 + 0,0153X - 0,003214X^2$, $R^2 = 56,91\%$ ⁴ Q - Efeito quadrático, $v = 5,360 + 0,247X - 0,0639X^2$, $R^2 = 70,62\%$ ⁵ CV - coeficiente de variação

girassol, linhaça e peixe) e não encontraram diferenças para esses parâmetros.

Zou & Wu (2005) utilizaram dois níveis de proteína bruta (15,9 e 17,0%) em combinação com óleo de abatedouro avícola (0,0 e 3,0) e, constataram efeito significativo dos níveis protéicos para os parâmetros produção de ovos e massa de ovos; não obstante, os percentuais utilizados de gordura na dieta das aves não demonstraram efeito algum.

Para o peso dos ovos se obteve, um comportamento linear crescente, atrelado a um efeito quadrático na conversão protéica com o aumento da inclusão do óleo nas dietas (Tabela 4). O peso do ovo está em função de vários fatores dietéticos como proteína, metionina, lisina, gordura, energia e ácido linoléico, segundo Grobas & Mateos, (1999). De acordo com Lana (2000), somados a esses fatores se tem, estrategicamente, o ajuste dos níveis de nutrientes, em conjunto com o controle de temperatura ambiental, em busca de regular o consumo de nutrientes e, conseqüentemente, o peso do ovo.

No presente trabalho o peso dos ovos demonstrou comportamento linear crescente, atrelado a um efeito quadrático na conversão protéica com o aumento da inclusão do óleo nas dietas (Tabela 4).

Atteh & Leeson, (1985), Moraes et al. (1991), Faria et al. (2000), Mazalli et al. (2004), Filardi et al. (2005), Muramatsu et al. (2005), Rodrigues et al. (2005) e Zou & Wu, (2005) estudando o peso dos ovos não observaram efeito da suplementação lipídica sobre esta característica.

De forma contrária, Whitehead (1995), utilizando uma dieta isenta de óleo de milho e outra suplementada com adição de 5,5% obteve, para dieta isenta: 1,29; 0,52 e 0,91 g no peso do ovo, da gema e no albúmen, respectivamente, enquanto na dieta suplementada obteve 2,55; 0,55 e 2,55 g para os mesmos parâmetros, coletados em aves Isa Brown, entre 46° e 58° semanas de idade. O referido autor conclui que o aumento no peso do ovo foi causado pelo incremento no albúmen sugerindo que a suplementação com gordura via dieta, motivou a estimulação da síntese protéica no oviduto influenciado pelo estrógeno plasmático.

A adição de 4,0% de óleo de soja proporcionou um incremento máximo de 2,12 g, possivelmente pelo teor de ácido linoléico disponibilizado (3,38%). Esses resultados estão em consonância com Antar et al. (2004) que verificaram 1,8 g e inferior ao reportado por Harms et al. (2000) e Harms et al. (2004) que foi de 2,5 e 2,7 g, respectivamente, obtido com a inclusão de 6% de óleo de milho na ração.

Muirhead (1993) ressaltou que a adição de lipídeos como fonte de energia nas dietas vem tornando um instrumento útil para reduzir os efeitos adversos do clima quente, uma vez que a deposição de gordura é mais eficiente quando utilizada desta forma, pois as vias anabólicas que utilizam precursores da acetil CoA têm, segundo Correia & Correia (1985), um maior gasto energético e com isto na administração via dieta a ave dispõe de mais energia para os propósitos produtivos (Franco, 1992).

Neste sentido, em trabalhos conduzidos por Bohnsack et al. (2002), avaliando níveis crescentes de óleo (0; 2; 4 e 6%) nas dietas de poedeiras submetidas a diferentes temperaturas ambiente (quente $29,4 \pm 1$ °C e frio 10 a 29,4 °C), não só verificaram efeito na produção de ovos, mas, se obteve um incremento de 2,0 g no peso dos ovos e, este efeito foi percebido na classificação dos ovos, revelando que cerca de 86,3% dos ovos produzidos pelas aves que consumiram a ração com 6% de óleo foram do tipo grande e extra grande sendo que, para as aves alimentadas com ração com a inclusão de 0% de óleo, submetidas ao ambiente aquecido (29,4°C) se observou uma percentagem de 67,9%, no mesmo ambiente, sendo que o grupo de aves suplementadas com 6% de óleo demonstrou um percentual de 82,5% de ovos grandes.

Para a conversão alimentar (kg kg^{-1} de ovo) a análise de regressão se comportou de forma quadrática ($y = 1,948 + 0,0908x - 0,0234x^2$) demonstrando que a conversão alimentar foi piorando e depois melhorando a partir de 1,94% de inclusão de óleo, que é o ponto de máxima conversão (kg de ração/ kg de ovo) ou seja, pior conversão. O manual da linhagem preconiza valores de conversão alimentar de 2,10 (EURIBIRD HISEX, 2001), e os resultados obtidos para as aves

que receberam dietas com 4% de óleo, se situaram bem abaixo da média estipulada pelo manual da linhagem.

Fato similar a este foi verificado por Brugalli et al. (1998) quando averiguaram, para o nível de 4%, uma conversão de 1,89 contra 1,97 presenciada para dieta sem óleo; todavia, Grobas et al. (2001) só obtiveram efeito com a inclusão do óleo para conversão quando suplementaram as dietas com 10% de óleo.

Moraes et al. (1991), Grobas et al. (1999), Faria et al. (2000), Filardi et al. (2005), Muramatsu et al. (2005) e Rodrigues et al. (2005) não verificaram efeito entre a gordura dietética e a conversão alimentar das aves.

A produção de ovos e a conversão por dúzia de ovos não foram afetadas pelos tratamentos aplicados. Os valores obtidos foram inferiores aos reportados por Rodrigues et al. (2005); Filardi et al. (2005); Moraes et al. (1991) e Grobas et al. (1999) que encontraram 1,98; 1,77 e 1,64 e 1,61 para conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos, respectivamente.

Com base nos dados obtidos a conversão energética apresentou efeito quadrático ($y=5,36+0,247x-0,0639x^2$), revelando que 1,93% de óleo foi o pior nível de inclusão. Melhoras na eficiência energética das aves quando expostas em temperatura elevada foi relatada por Bohnsack et al. (2002), no momento em que fizeram uso de 6% de óleo na dieta.

Harms & Russel (2004) avaliando várias fontes de gordura verificaram que a menor (5,48) e a maior (5,81) conversão energética foram para o óleo avícola e óleo de soja, respectivamente.

Pesquisas recentes demonstraram efeitos favoráveis com a inclusão do óleo nas dietas de aves de postura comercial; assim, os dados apresentados estão em conformidade com os encontrados por Antar et al. (2004), que adicionaram 6% de óleo nas dietas, porém vale salientar que esses autores obtiveram os dados em ambiente climatizado, que variou entre 23,9 e 26,7 °C, proporcionando uma amplitude térmica de 2,8 °C; diferentemente, as aves no presente trabalho foram submetidas a uma amplitude térmica de 11,26 °C e a uma temperatura média 30,20 °C.

O comportamento relatado quanto à conversão alimentar (kg de ração kg⁻¹ de ovo), energética (kcal de energia/kg de ovo) e protéica (kg de proteína kg⁻¹ de ovo), evidencia que ao se adicionar o óleo de soja o efeito foi positivo a partir de aproximadamente 2% de inclusão, pois as aves consumiram uma quantidade de ração que proporcionou efeito positivo positivamente sobre o peso dos ovos (conforme já relatado), ou seja, não afetou essas conversões.

Segundo Kussakawa et al. (1998) a casca é a embalagem natural do ovo e deve resistir à postura pela ave, colheita, classificação e transporte, até atingir o consumidor final. Uma vez que o número de ovos com avarias na casca (trincados ou rachados) chega a até 12,3% ao ano, conforme Vicenzi (1996), desta forma se tem, na casca do ovo, um importante parâmetro na avaliação de um alimento e, em sendo assim, os parâmetros de qualidade de casca se encontram na Tabela 5. Com base nos dados não se observou qualquer efeito do nível de inclusão do óleo de soja sobre o peso da casca, percentagem de casca e espessura da casca.

Considerações foram feitas acerca da inclusão de níveis mais elevados de óleo de soja na dieta de aves de postura comercial, com base principalmente no peso e na espessura da casca, que se comportaram adversamente sobre a qualidade da casca, conforme Muramatsu et al. (2005).

Assim, a qualidade da casca foi susceptível ao aumento dos níveis protéicos (15,5; 16,5 e 17,5%) e energéticos (2700; 2800 e 2900 kcal/kg) das rações, demonstrando comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis nutricionais utilizados por Costa et al. (2004).

Tabela 5. Médias do peso, percentagem e espessura da casca dos ovos

Table 5. Mean of the weight, percentage and thickness of egg shell

Níveis de óleo de soja (%)	Peso da casca (g)	Percentagem de casca (%)	Espessura da casca (0,01 mm)
0,0	6,44	10,26	41,78
1,0	6,29	10,17	40,94
2,0	6,31	10,11	41,41
3,0	6,40	9,92	41,28
4,0	6,40	10,12	41,91
Regressão	Y = 6,38	Y = 10,11	Y = 41,46
Significância	0,723	0,395	0,639
CV (%) ¹	2,82	2,39	2,34

¹CV - coeficiente de variação

Níveis de 8 a 12% de óleo, segundo Hester (1999) resultam em declínio na qualidade da casca, ou seja, interfere no metabolismo mineral, especialmente sobre a retenção de cálcio, através da formação de sabões insolúveis durante a digestão (Griffith et al., 1961; Waibel & Mraz, 1964; Whitehead et al., 1971; Hester, 1999). Porém Brugalli et al. (1999) ressaltam que a interferência dos ácidos graxos na absorção de cálcio acontece de forma recíproca; com isto, o maior nível de cálcio sem a presença de óleo, provoca redução na deposição mineral, segundo Dell'Isola et al. (2003); este fato pode estar relacionado com o nível de estrógeno no que se refere à capacidade de absorção intestinal do cálcio, ao passo que ele, o estrógeno, favorece a síntese 1,25 dihidroxicolecalciferol, um metabólito ativo da vitamina D e esta vitamina aumenta a permeabilidade da mucosa intestinal (Cotta, 2002).

Níveis de 0 a 3,0% de inclusão de óleo vegetal (canola, girassol, linhaça e soja) gordura animal (óleo de peixe, banha de porco e óleo avícola) provindos, de diferentes fontes, não afetaram a qualidade da casca, conforme os autores (Mazalli et al., 2004 e Filardi et al., 2005); assim, pesquisadores não encontraram efeito significativo quando suplementaram as aves com níveis mais altos de 0 a 8% (Rodrigues et al., 2005), 5 e 10% de inclusão de óleo de soja nas dietas (Grobas et al., 2001) para percentagem, peso e espessura de casca dos ovos; conferindo, resultado semelhante ao verificado no presente trabalho. Antes de recomendar, em alguns casos, níveis de utilização do óleo de soja em ração de galinhas de postura

maiores que os utilizados neste trabalho, o nutricionista pode lançar mão do uso dessa fonte energética frente às adversidades ambientais. No presente trabalho foi utilizado até o nível de 4% de inclusão de óleo em função da manutenção dos níveis semelhantes de energia e nutrientes do tratamento testemunha, pois a ração referência não continha óleo e, por isso, foi formulada com baixo nível de energia metabolizável, mantendo as demais rações com a mesma densidade nutricional e energética.

Na Tabela 6 se apresentam os custos da ração, o custo de produção kg de ovo, por dúzia de ovo e a renda líquida. O custo da ração aumentou 3,1 centavos para o nível com maior inclusão, assim como o custo de produção por kg de ovo também aumentou 4,0; 9,4; 5,6 e 5,9 centavos para os níveis 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% de óleo; enquanto o custo por dúzia aumentou 2,2; 6,3; 6,1 e 6,0 centavos para os respectivos níveis; desta forma, a renda líquida teve uma diminuição média de 4,1 centavos por dúzia de ovos.

Os resultados mais econômicos foram obtidos para aves alimentadas sem a suplementação do óleo de soja na dieta, demonstrando menor custo de ração e produção, além de maior renda líquida por dúzia de ovos.

Sohail et al. (2003) estudando a influência da gordura na dieta sobre o retorno econômico, obtiveram resultado positivo, de 1,4 a 3,1 centavos por dúzia ovos, médios e grandes, respectivamente. Os referidos autores ressaltaram a importância do tamanho do ovo para comercialização frente ao retorno, que depende de custo de gordura e a expansão em preço entre ovos de tamanho médio e grande.

Tabela 6. Custo médio em ração por quilograma de ovo e por dúzia de ovos produzidas

Table 6. Mean cost in diet per kilogram of eggs the dozen eggs

Níveis de óleo de soja	Custo da ração (R\$/kg)	Custo		Renda Líquida (R\$/dz de ovo)
		(R\$/kg de ovo)	(R\$/dz de ovo) ¹	
0,0	0,493	0,962	0,723	1,111
1,0	0,502	1,002	0,745	1,089
2,0	0,509	1,055	0,786	1,048
3,0	0,515	1,018	0,783	1,050
4,0	0,524	1,020	0,782	1,051
Média	0,509	1,011	0,764	1,070

¹Preço adotado por dúzia R\$ 1,83 segundo a estimativa da AVIMIG (2007)

CONCLUSÕES

A inclusão do óleo de soja aumenta o peso dos ovos a partir de 2% de inclusão em rações à base de milho e farelo de soja.

A utilização do óleo de soja em níveis crescentes pode aumentar o custo da ração e diminuir a renda líquida, devendo-se realizar uma análise de custo antes da sua inclusão nas rações das aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- An, B.K.; Nishiyama, H.; Tanaka, K.; Ohtani, S.; Iwata, T.; Tsutsumi, K.; Kasai, M. Dietary safflower phospholipid reduces liver lipids in laying hens. *Poultry Science*, Savoy, v.76, n.5, p.689-695, 1997.
- Antar, R.S.; Harms, R.H.; Shivazad, M.; Faria, D.E.; Russell, G.B. Performance of commercial laying hens when six percent corn oil is added to the diet at various ages and with different levels of tryptophan and protein. *Poultry Science*, Champaign, v.83, n.3, p.447-455, 2004.
- Artoni, S.M.B.; Carneiro, A.P.M.; Giacomini, G.; Moraes, V.M.B.; Araújo, C.S.S.; Araújo, L.F. Avaliação macroscópica e morfológica do oviduto de codornas (*coturnix coturnix japonica*) quando alimentadas com diferentes níveis de proteína. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.3, n.3, p.225-231, 2001.
- Associação dos Avicultores de Minas Gerais, <http://www.avimig.com.br/index.php?Conteudo=cotacao>, 5 Mar. 2007.
- Atteh, J.O.; Leeson, S. Response of laying hens to dietary saturated and unsaturated fatty acids in the presence of varying dietary calcium levels. *Poultry Science*, Champaign, v.64, n.2, p.520-528, 1985.
- Baião, N.C.; Cancado, S.V. Artíficos biológicos para aliviar o estresse calórico em frangos de corte. *Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária (UFMG)*, Belo Horizonte, n.34, p. 15-22, 2001.
- Bernal, F.M. Efeitos dos níveis de energia da ração sobre o desempenho e teor de gordura na carcaça de frango de corte. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1994. 63p. Dissertação de Mestrado, 1994.
- Bertechini, A.G.; Rostagno, H.S.; Fonseca, J.B.; Oliveira, A.I.G. de. Efeitos da forma física e nível de energia da ração sobre o desempenho e carcaça de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.20, n.3, p.229-240, 1991.
- Bohnsack, C.R.; Harms, R.H.; Merkel, W.D.; Russell, G.B. Performance of commercial layers when fed diets with four levels of corn oil or poultry fat. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v.11, n.1, p.68-76, 2002.
- Braga, J.P.; Baião, N.C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. *Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária (UFMG)*, Belo Horizonte, n.34, p. 23-28, 2001.
- Brugalli, I.; Albino, L.F.T.; Silva, D. J. da; Gomes, P.C.; Rostagno, H.S.; Almeida e Silva, M. de. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pinto de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.28, n.4, p.753-757, 1999.
- Brugalli, I.; Rutz, F.; Roll, V.F.B.; Maggioni, R. Interação entre níveis de gordura e proteína da dieta sobre a qualidade da casca e desempenho de poedeiras durante o verão. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.4, n.3, p.158-160, 1998.
- Correia, A.A.D.; Correia, J.H.R.D. Catabolismo e metabolismo dos lipídeos. *Bioquímica animal*. 2 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1985, 595-628p.

- Costa, F.G.P.; Souza, H.C de; Gomes, C.A.V.; Barros, L.R.; Brandão, P.A.; Nascimento, G.A.J. do; Santos, A.W.R. dos; Amarante Junior, V. da S. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.28, n.6, p.1421-1427, 2004.
- Cotta, T. A formação do ovo. *Galinha: produção de ovos*. Viçosa/MG: Aprenda fácil, 2002. 59-92p.
- Dale, N.M.; Fuller, H.L. Effects of diet composition on feed intake and growth on chicks under heat stress: II. Constant vs cycling temperatures. *Poultry Science*, Champaign, v.59, n.7, p.1434-1441, 1980.
- Dell'Isola, A.T.P.; Veloso, J.A.F.; Baião, N.S.; Medeiros, S.L. Efeito do óleo de soja em dietas com diferentes níveis de cálcio sobre a absorção e retenção óssea de cálcio e de fósforo em frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.55, n.4, p.461-466, 2003.
- EURIBIRD HISEX. Manual da linhagem Hisex brown: EURIBIRD HISEX, 2001, 33p.
- Faria, D.E. de; Junqueira, O.M.; Sakomura, N.K.; Santana, A.E. Influência de Diferentes Níveis de Energia, Vitamina D3 e Relação Sódio:Cloro sobre o Desempenho e a Qualidade da Casca dos Ovos de Poedeiras Comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.2, p.467-475, 2000.
- Ferreira, D.F. Programa SISVAR. Sistema de Análise de Variância. Versão 4.6. Lavras. Universidade Federal de Lavras, 2003. CDRom.
- Filardi, R. da S.; Junqueira, O.M.; Laurentiz, A.C. de; Casartelli, E.M.; Rodrigues, E.A.; Araújo, F. Influence of different fat sources on the performance, egg quality, and lipid profile of egg yolks of commercial layers in the second laying cycle. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v.14, n.2, p.258-264, 2005.
- Franco, S.G. Programas de alimentação e fontes de óleo para frangos de corte. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1992. 118p. Tese de Doutorado
- Griffith, F.D.; Grainger, R.B.; Begin, J.J. The effect of dietary fat and cellulose on apparent calcium digestibility in growing chickens. *Poultry Science*, Ontario, v.40, p.1492-1497, 1961.
- Grobas, S.; Mateos, G.G. influence of dietary linoleic acid on production and weight of eggs and egg components in young brown hens. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v.8, n.2, p.177-184, 1999.
- Grobas, S.; Mendez, J.; De Blas, C.; Mateos, G.G. Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poultry Science*, Savoy, v.78, n.11, p.1542-1551, 1999.
- Grobas, S.; Mendez, J.; Lázaro, R.; De Blas, C.; Mateos, G.G. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. *Poultry Science*, Savoy, v.80, n.8, p.1171-1179, 2001.
- Harms, R.H.; Russell, G.B. Performance of commercial laying hens when fed diets with various sources of energy. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v.13, n.3, p.365-369, 2004.
- Harms, R.H.; Russell, G.B.; Bohnsack, C.R.; Merkel, W.D. The effect of corn oil reduction in the diet on laying hen performance. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.6, n.3, p.183-186, 2004.
- Harms, R.H.; Russell, G.B.; Sloan, D.R. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v.9, n.4, p.535-541, 2000.
- Hester, P.Y. A qualidade da casca do ovo. *Avicultura Industrial*, São Paulo, v.90, n.1072, p.20-30, 1999.
- Kussakawa, K.C.K.; Murakami, A.E.; Furlan, A.C. Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v.27, n.3, p.572-578, 1998.
- Lana, R.G.Q. *Avicultura*. 1.ed. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000, 268p.
- 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 Applied Poultry Research*, Athens, v.13, n.2, p.274-279, 2004.
- Moraes, V.M.B. de; Macari, M.; Kronca, S. do N. Preferência alimentar por poedeiras de rações contendo diferentes densidades energéticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.10, p.1809-1813, 1991.
- Morita, M. A. Custo x benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas. In: Conferência Apinco de ciências e Tecnologia avícola, 1992. Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1992. p.29-35.
- Muirhead, S. Control of heat stress essential to keep hens laying in hot weather. *Feedstuffs*, Minnesota, v.4, n.5, p.13, 1993.
- Muramatsu, K.; Stringhini, J.H.; Café, M.B. Jardim Filho, R. de M.; Andrade, L.; Godoi F. 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. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v.27, n.1, p.43-48, 2005.
- Reid, B.L.; Maiorino, P.M. Interaction of dietary metabolizable energy and protein in laying hen diets. *Poultry Science*, Champaign, v.59, n.6, p.1451-1454, 1979.
- Reid, B.L.; Valencia, M.E.; Maiorino, P.M. Energy utilization by laying hens. 1. Energetic efficiencies of maintenance and production. *Poultry Science*, Champaign, v.51, n.2, p.461-465, 1978.
- Rodrigues, E.A.; Cancherini, L.C.; Junqueira, O.M.; Laurentiz, A.C. de; Filardi, R. da S.; Duarte, K.F.; Casartelli, E.M. 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. *Acta Scientiarum, Animal Sciences*, Maringá, v.27, n.2, p.207-212, 2005.

- Rosebrough, R.W.; Mcmurtry, J.P.; Vasilatos-Younken, R. Dietary fat and protein interactions in the broiler. *Poultry Science*, Savoy, v.78, n.7, p.992-998, 1999.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F. da; Lopes, D.C.; Barreto, S.L de T. Tabelas brasileiras para aves e suínos (Composição de alimentos e exigências nutricionais). 1.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- Rostagno, H.S.; Silva, D.J.; Costa, P. M. A. Fonseca, J.B.; Soares, P.R; Pereira, S.A.A.; Silva, M.A. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa: Imprensa Universitária, 1985. 59p.
- Sohail, S. S.; Bryant, M. M.; Roland, Sr. D. A. Influence of dietary fat on economic returns of commercial Leghorns. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v.12, n.3, p.356-361, 2003.
- Vicenzi, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo – Aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo: APA, 1996. p.77-91.
- Waibel, P.E.; Mraz, F.R. Calcium, strontium and phosphorus utilization by chick as influenced by nutrition and endocrine variations. *The Journal of Nutrition*, v.84, Bethesda, n.1, p.58-64, 1964.
- Whitehead, C.C. Plasma oestrogen and the regulation of egg weight in laying hens by dietary fats, *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.53, n.1, p.91-98, 1995.
- Whitehead, C.C.; Dewar, W.A.; Downier, J.N. Effect of dietary fat mineral retention in the chick. *British Poultry Science*, Edinburg, v.12, n.2, p.249-254, 1971.
- Zou, S.G.; Wu, Y.Z. Effects of protein and supplemental fat on performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, Faisalabad, v.12, n.4, p.986-989, 2005.