

# Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais leves submetidas a dietas contendo torta de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)

## Performance and egg quality of laying hens fed diet containing radish cake (*Raphanus sativus*)

João Waine Pinheiro<sup>1\*</sup>; Nilva Aparecida Nicolao Fonseca<sup>2</sup>;  
Ana Maria Bridi<sup>1</sup>; Caio Abércio da Silva<sup>1</sup>; Alexandre Oba<sup>1</sup>;  
Lara Gonçalves de Medeiros<sup>3</sup>; Michely Lidiany Lima de Oliveira<sup>4</sup>

### Resumo

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão da torta de nabo forrageiro, TNBF, (0, 5, 10, 15 e 20%) na ração sobre os parâmetros produtivos e qualidade dos ovos de galinhas poedeiras. Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais leves, entre 52 e 60 semanas de idade, uniformizadas por peso e postura, dispostas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições de oito aves por tratamento. O experimento teve duração de oito semanas, dividido em quatro períodos de duas semanas cada. Houve efeito da TNBF ( $P < 0,05$ ) sobre o consumo de ração, porcentagem de postura, massa dos ovos, índices de cor e avaliação sensorial. Não houve efeito dos tratamentos para conversão alimentar e peso dos ovos. O uso da torta de nabo forrageiro na ração de galinhas poedeiras afeta negativamente os parâmetros produtivos e a qualidade sensorial dos ovos.

**Palavras-chave:** Alimentação, análise sensorial, glicosinolato, escala hedônica, qualidade da casca, trimetilamina

### Abstract

The experiment was conducted with the aim to evaluate the effects of different levels of radish cake (0, 5, 10 and 20%) in laying hens rations on performance parameters and qualitative and sensorial characteristics of egg. A total of 240 light laying hens, with 52 to 60 weeks of age, standartized according the weight and laying performance distributed a completely randomized design, with six repetitions with eight birds per unit, were used. The experiment was conducted during eight weeks, subdivided within four periods of two weeks. There was effect of radish cake ( $P < 0.05$ ) for rations consumption, percentage of laying, egg mass, egg color parameters and sensorial avaluation. None differences were observed between the treatments for conversion rate and egg's weight. The use of radish cake to laying hens resulted a worst effects for performance parameters and sensorial egg characteristics.

**Key words:** Eggshell quality, glicosinolate, hedonic scale, nutrition, sensory analisys, trimethylamine

<sup>1</sup> Profs. Drs. do Deptº de Zootecnia. Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: jwaine@uel.br; ambridi@uel.br; casilva@uel.br; oba@uel.br

<sup>2</sup> Profª. Drª Aposentada do Deptº de Zootecnia, UEL, Londrina, PR. E-mail: nilva@uel.br

<sup>3</sup> Pósgraduanda em Ciência Animal, UEL, Londrina, PR. E-mail: laragmedeiros@hotmail.com

<sup>4</sup> Zootecnista, Bigfrango, Rolândia, PR. E-mail: mllvieira@hotmail.com

\* Autor para correspondência

## Introdução

O grão do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) destaca-se como de interesse na produção de biodiesel. Submetido à prensagem a frio para a extração do óleo, obtém-se a torta de nabo forrageiro (PENIDO, 2005), um produto de caráter protéico e energético, com possibilidades de ser utilizado como ingrediente em rações para galinhas poedeiras.

O nabo forrageiro é uma planta da família das crucíferas, cujos grãos apresentam vários fatores antinutricionais, como ácido fítico, glicosinolatos, compostos fenólicos, ácido erúico e taninos (BELL, 1993), que afetam o seu valor nutritivo, podendo alterar a fisiologia, o consumo e o desempenho produtivo dos animais (CHUBB, 1982).

Pela escassez de informações sobre o uso do nabo forrageiro na alimentação de galinhas poedeiras, pode-se compará-lo à canola (*Brassica Napus*), planta também da família das crucíferas.

De acordo com Bonnardeaux (2007), o farelo de canola apresenta restrições como principal fonte de proteína na ração de aves, entre estas cita-se a sua baixa palatabilidade, caracterizada pelo seu amargor ou adstringência, causada pelos compostos fenólicos presentes. Os glicosinolatos existentes no nabo (*Brassica rapa var. rapa L.*), especialmente a progoitrina e gluconapina, são responsáveis pelo gosto amargo do produto (FRANCISCO et al., 2009), que podem afetar a sua palatabilidade e consumo. Glencross, Booth e Allan (2007) definiram a palatabilidade de um alimento como um atributo da sua aceitabilidade ou não para o gosto ou sabor, interferindo no seu consumo.

Quando o farelo de canola é utilizado nas rações de poedeiras, compondo 15% da dieta, repercussões negativas como baixo peso dos ovos e de gravidade específica são verificados (HULAN; PROUDFOOT, 1980). Butler, Pearson e Fenwick (1982) relataram que inclusões de farelo de canola superiores 10% na ração resulta em maior produção de ovos pequenos no início da postura e hemorragias de fígado das galinhas.

Por apresentar concentrações elevadas de sinapina, enzima precursora da trimetilamina, (NEWKIRK, 2009), o farelo de canola confere sabor semelhante ao de peixe aos ovos de casca marrons, pois as aves desta linhagem apresentam baixa capacidade de oxidação desta enzima, que é transportada para a gema no ovário (BUTLER; PEARSON; FENWICK, 1982).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras leves alimentadas com rações contendo diferentes níveis de torta de nabo forrageiro.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, totalizando 56 dias, compreendendo quatro períodos com duração de 14 dias cada.

Foram utilizadas 240 poedeiras, legornes brancas, entre 52 a 60 semanas de idade, alojadas em 30 gaiolas de arame galvanizado, medindo 100 cm de comprimento (divididas em quatro compartimentos de 25 cm) x 45 cm profundidade x 40 cm de altura, que constituíram as unidades experimentais. As gaiolas foram instaladas em um galpão convencional para postura, com 24 m de comprimento, 5,50 m de largura e 2,80 m de pé-direito, com cobertura de telhas de fibrocimento.

As dietas experimentais foram distribuídas à vontade, duas vezes ao dia (de manhã e à tarde), em comedouros individualizados, tipo calha de madeira, situados à frente das gaiolas. Os bebedouros eram do tipo copo, confeccionados em plástico, distribuídos lateralmente nas divisórias das gaiolas, atendendo a quatro aves cada um. As poedeiras foram submetidas a um programa de 17 horas de luz por dia (natural+artificial), das 4 horas até as 21 horas.

As rações (Tabela 1) foram formuladas considerando as exigências nutricionais para

poedeiras leves com peso corporal de 1600 gramas e as composições dos alimentos citadas nas tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005), à exceção da TNBF, cuja composição apresentou 31,29% PB; 17,46% EE; 7,46%MM; 13,7% FB; 15,43% FDN; 14,23% FDA; 1,27% Ca (valores determinados no LANA/UDEL), 0,30% PD (valor estimado, 30% de disponibilidade do fosforo total) e 1,05% Lis; 0,16% Met (valores determinados na Faculdade de Medicina da USP), sendo o seu valor

energético estimado em 3042 kcalEM/kg, conforme a equação de predição para alimentos concentrados determinada por Nascimento et al. (2009).

As poedeiras foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, representados pelos níveis de inclusão de torta de nabo forrageiro (0, 5, 10, 15 e 20%) nas rações, cada um com seis repetições de oito aves.

**Tabela 1.** Composição nutricional e valor energético das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Nível de torta de nabo forrageiro (%)				
	0	5	10	15	20
Milho	67,66	64,67	61,87	58,73	55,74
Farelo de soja	20,07	16,92	13,70	10,46	7,26
TNBF	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
Calcário calcítico	8,90	8,77	8,63	8,49	8,36
Núcleo de postura <sup>1</sup>	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
FGMD*	0,50	1,77	3,06	4,36	5,65
Sal comum	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
L – lisina HCl	0,00	0,00	0,02	0,05	0,07
DL metionina	0,00	0,00	0,03	0,05	0,06
Composição nutricional calculada					
Energia metabolizável, kcal/kg	2750	2760	2775	2787	2790
Proteína bruta, %	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Fibra bruta, %	2,53	3,04	3,55	4,05	4,55
Extrato etéreo, %	2,62	3,28	3,95	4,60	5,27
Cálcio, %	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
Fósforo disponível, %	0,41	0,41	0,42	0,42	0,43
Sódio, %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16
Lisina, %	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70
Metionina, %	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32

1. Núcleo de Postura 2,5%, 1 kg do produto contém: Vit. A 3200.000UI; Vit. D 93.000UI; Vit. E 600mg; Pantotenato de Ca 280mg; Niacina 800mg; Riboflavina 120mg; Tiamina 8mg; Piridoxina 68mg; Vit. B12 400mcg; Vit. K3 40mg; Ácido Fólico 20mg; Biotina 0,6mg; Cálcio 238,5g; Fósforo 126g; Flúor 1260mg; Solub. P em Ácido Cítrico 2%: 90%; Selênio 10mg; Ferro 1200mg; Cobre 360mg; Manganês 2400mg; Zinco 2400mg; Iodo 40mg; Colina 8,69g; Metionina 33,66g; Promotor de crescimento 1200mg. \*FGMD= Farelo de germen de milho desengordurado.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Os parâmetros consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura (%), peso médio de ovos (g), massa de ovos (g/ave/dia) e conversão alimentar (kg/dúzia e kg/kg) foram avaliadas a cada

duas semanas (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007). Nos dois últimos dias de cada período experimental os ovos de cada parcela foram coletados e pesados. Na sequência obtiveram-se de cada parcela dois

ovos com o seu peso médio para a determinação da gravidade específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), porcentagem de casca (%), unidade Haugh e índice de pigmentação da gema através escala Roche.

Ao final do último período experimental foram obtidos 15 ovos das poedeiras submetidas aos tratamentos contendo 0, 10 e 20% de TNBF, totalizando 45 ovos, que foram submersos por 20 minutos em água fervente e 15 minutos em água a temperatura ambiente, e submetidos a análise sensorial das suas gemas cozidas através da análise sensorial e do teste da escala hedônica.

A análise sensorial consistiu em determinar a coloração das gemas cozidas através dos componentes  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (componente vermelho-verde) e  $b^*$  (componente amarelo-azul), utilizando o colorímetro portátil MINOLTA Mod. CR-10; do croma, através da fórmula  $\text{croma} = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$ ; da tonalidade, através da fórmula  $h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ; e do sabor, por meio do teste da escala hedônica de aceitação (ABNT, 1993), em que provadores não treinados marcavam a sua opção em fichas com escala entre 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), avaliando o critério do quanto

gostou ou do quanto desgostou da gema cozida.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UFV (2000). Foram feitos estudos de regressões polinomiais para os níveis de inclusão de TNBF, considerando os efeitos lineares e quadráticos para o desempenho das poedeiras e qualidade dos ovos, e efeitos lineares para os valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , croma, tonalidade e sabor das gemas cozidas.

## Resultados e Discussão

Como observado na Tabela 2, houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos experimentais sobre o consumo de ração, porcentagem de postura e massa de ovos.

O efeito de tratamento proporcionou um ajuste quadrático para o consumo de ração, com ponto de mínimo para a inclusão de 14,7% de TNBF, conforme a equação ajustada  $\hat{Y} = 103,51 - 0,88X + 0,03X^2$ ,  $r^2 = 0,86$ , indicando existir limitação ao consumo de ração com a inclusão do ingrediente até o valor citado.

**Tabela 2.** Desempenho e qualidade dos ovos das poedeiras alimentadas com torta de nabo forrageiro.

Variável	Nível de torta de nabo forrageiro (%)					Efeito
	0	5	10	15	20	
CR (g/ave/dia)	102,82	101,55	96,70	96,62	98,24	*Quad
PP (%)	81,14	77,65	77,86	77,79	77,31	*Linear
PMO (g)	61,15	61,11	60,81	61,28	61,86	NS
MO (g/ave/dia)	49,62	47,45	47,35	47,67	47,82	*Quad
CA (kg/dz)	1,52	1,58	1,50	1,49	1,53	NS
CA (kg/kg)	2,08	2,15	2,06	2,02	2,06	NS
GE ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1,082	1,084	1,083	1,083	1,082	NS
PC (%)	9,12	9,03	8,99	8,96	9,15	NS
UH	83,15	83,66	83,15	82,56	83,37	NS
IPG	7,81	8,21	7,58	8,13	7,56	NS

CR (g/ave/dia)= consumo de ração; PP (%)= porcentagem de postura; PMO (g)= peso médio dos ovos; MO (g/ave/dia)= massa de ovos; CA (kg/dz) e CA (kg/kg)= conversão alimentar; GE ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )= gravidade específica; PC (%)= porcentagem de casca; UH= unidade haugh e IPG= índice de pigmentação da gema; \*  $P < 0,05$ ; NS= Não significativo; Linear= Efeito linear; Quad= Efeito Quadrático.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

É aceito que o consumo de alimento pelas aves é regulado de forma a manter constante a ingestão diária de energia. Neste sentido, Leeson, Caston e Summers (1996) observaram que à medida em que a densidade energética da dieta aumentava, as aves consumiam menos alimentos. Devido ao fato das tortas de oleaginosas apresentarem variações nas suas composições, principalmente em função variedade genética do grão e do tipo e regulagem da prensa utilizada no processamento para a extração do seu óleo (OLIVEIRA et al., 2007), neste experimento o valor de energia metabolizável da TNBF foi estimado a partir da equação de predição citada por Nascimento et al. (2009). Há restrições para o uso de equações de predição para determinar os valores energéticos dos alimentos, que podem ser sub ou super estimados (SIBBALD; PRICE, 1977). Portanto, uma das hipóteses para explicar a redução do consumo pode ser a subestimação do valor de energia da TNBF (3042kcalEM/kg).

O aumento nos teores de fibra e gordura das rações, para os níveis crescentes de TNBF, também pode ter influenciado o consumo. Lima et al. (2007) e Brunelli (2009) obtiveram redução no consumo para os níveis crescentes de fibra na dieta de poedeiras. Alimentos fibrosos possuem menor peso por volume e na presença de água causam distensão gástrica, saciando a fome e reduzindo o consumo de alimentos.

Antar et al. (2004) e Brunelli (2009) observaram diminuição progressiva no consumo de ração quando as poedeiras foram alimentadas com dietas que continham concentrações crescentes de gordura. Mateos, Sell e Eastwood (1982) afirmaram que dietas acrescidas de gordura têm o consumo reduzido devido a sua menor velocidade de passagem pelo trato gastrintestinal, atribuindo este efeito à colecistoquinina (REECE, 2006), que atua no reflexo enterogástrico, diminuindo o esvaziamento do sistema digestório.

Diante da limitação de informações a respeito do uso da TNBF em rações de galinhas poedeiras, pode-se relacionar os resultados obtidos neste

experimento com os observados em rações contendo canola (*Brassica Napus*), planta da família das crucíferas, idêntica à família do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*).

Summers e Leeson (1988) verificaram redução na ingestão da ração quando as poedeiras foram alimentadas com rações contendo 16% de farelo de canola, quando comparadas com poedeiras alimentadas com rações que continham apenas farelo de soja como fonte principal de proteína.

O farelo de canola, segundo Bonnardeaux (2007), apresenta baixo consumo pelas aves devido a sua baixa palatabilidade, caracterizada por amargor ou adstringência, causada pelos compostos fenólicos nele contido.

A redução linear observada na porcentagem de postura para os níveis crescentes de TNBF ( $P < 0,05$ ), demonstrada pela equação  $\hat{Y} = 79,75 - 0,15X$ ,  $r^2 = 0,53$ , pode ser uma decorrência da queda no consumo de ração, que reduziu a ingestão diária de nutrientes.

A produção de ovos depende do consumo diário de energia (COSTA et al., 2004) e de metionina (BAIÃO et al., 1999) pelas poedeiras e o melhor método para a determinação das suas ingestões é quantificar a ração consumida (HARMS, 1999). Observa-se, neste experimento, que a ração com a maior inclusão de TNBF proporcionou um consumo diário de 274 kcalEM e de 314 mg de metionina, valores estes 2,84% e 4,45% , respectivamente, inferiores ao da ração sem adição do ingrediente (282 kcalEM/dia e 329 mg/dia).

Murakami, Kira e Scapinelto (1995), avaliando os efeitos de níveis crescentes de inclusão do farelo de canola na ração (0,0; 3,11; 6,22; 9,33 e 12,44%) sobre o desempenho de poedeiras, não encontraram redução na produção de ovos. No entanto, Summers e Leeson (1985) observaram piora na produção e na conversão alimentar em poedeiras alimentadas com rações isocalóricas formuladas com 10% de inclusão do farelo de canola, mas não identificaram o motivo deste efeito.

De acordo com Newkirk (2009), os glicosinolatos presentes na canola são tóxicos, pois os produtos do seu metabolismo além de inibirem a síntese dos hormônios da tireóide, também lesionam o fígado, comprometendo a saúde e reduzindo a eficiência produtiva das poedeiras.

A massa de ovos apresentou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ),  $\hat{Y} = 49,44 - 0,39X + 0,02X^2$ ,  $r^2 = 0,88$ , com ponto de mínimo em 12,2% de inclusão de TNBF na ração. Quanto ao peso dos ovos, não foram observadas alterações em função dos tratamentos experimentais, indicando que a massa de ovos, calculada pelo produto do número de ovos pelo seu peso médio, foi afetada pela porcentagem de postura.

Em seus estudos, Murakami, Kira e Scapinelo (1995) não encontraram efeito do farelo de canola sobre o desempenho de galinhas poedeiras, em relação a uma ração testemunha, contendo farelo de soja como principal fonte de proteína. Contudo, observaram redução linear nos pesos dos ovos para os níveis crescente do farelo de canola, o que atribuíram a sua baixa disponibilidade da metionina. Summers e Leeson (1985) também verificaram que os pesos dos ovos foram significativamente reduzidos quando o farelo de canola supriu a metade ou totalmente a proteína da ração.

O óleo de canola na sua forma bruta, não refinado, pode apresentar vários fatores tóxicos. A TNBF utilizada neste experimento continha 14,35% de extrato etéreo. Portanto, ao elevar o seu conteúdo nas rações experimentais, aumentou-se também a concentração de óleo, e possivelmente os seus princípios tóxicos. Devido aos efeitos deletérios dos princípios tóxicos contidos no óleo de canola bruto na produção e na qualidade dos ovos, Costa et al. (2008) desaconselharam o seu uso na alimentação de poedeiras. Cruz, Guerreiro e Reis (2001) apontam que os glicosinolatos e seus produtos, substâncias tóxicas encontradas no nabo, causam redução na taxa de postura em galinhas poedeiras.

Não foram observados efeitos ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos experimentais sobre a gravidade específica, porcentagem de casca, porcentagem de gema, porcentagem de clara, unidade Haugh e índice de pigmentação das gemas (Tabela 2).

A gravidade específica é uma estimativa da quantidade de casca depositada no ovo e está relacionada com a sua porcentagem. De acordo com Scott (1995), gravidade específica do ovo superior a 1,08 constitui um ponto de referência para a boa qualidade da casca. Portanto, os valores obtidos para esta característica demonstraram boa qualidade das cascas dos ovos.

A porcentagem de casca diz respeito ao seu peso em relação ao peso do ovo. Vários são os fatores que influenciam o seu valor, entre eles o teor de gordura na dieta (BRITO et al., 2009). Rações muito gordurosas podem ocasionar a formação de sabões insolúveis de ácidos graxos com a presença de minerais no intestino delgado das aves, reduzindo a absorção e a retenção de cálcio e fósforo (DELL'ISOLA et al., 2003), afetando negativamente a qualidade da casca dos ovos. Neste experimento, embora as rações com níveis crescentes de TNBF apresentassem maiores teores de gordura, estes valores graxos não foram suficientes para influenciar a qualidade da casca.

A unidade Haugh constitui uma medida da qualidade interna do ovo, relacionando o seu peso com a altura do albúmen. Os resultados obtidos concordam com os observados por Brunelli et al. (2010) que também não encontraram influência da dieta na altura do albúmen, e com os de Hulan e Proudfoot (1980), que, ao fornecerem rações com 15% de farelo de canola para galinhas poedeiras, também observaram ausência de efeito sobre esta característica.

O estudo de alimentos alternativos para galinhas poedeiras deve levar em consideração a pigmentação da gema, que é influenciada pela quantidade de xantofila (ACKER; CUNNINGHAM, 1991). Normalmente o consumidor associa a cor da gema à sua qualidade, preferindo colorações mais

alaranjadas. Brito et al. (2005) e Brunelli (2009) verificaram redução na pigmentação das gemas ao fornecerem para poedeiras rações contendo substitutivos ao milho, apontando o efeito à queda na concentração do pigmentante xantofila. Segundo Brito e Stringhini (2003), não é necessário adicionar pigmentantes artificiais quando as gemas apresentam pelo menos 5,0 pontos de escores

colorimétricos na escala Roche. Neste experimento os valores observados ficaram acima deste limite, indicando que as rações supriram a demanda de pigmentantes para as gemas.

Verifica-se pela Tabela 3 que, não houve efeito de regressão para os valores de L\* em função dos níveis de TNBF na ração, indicando semelhanças entre o brilho das gemas.

**Tabela 3.** Valores de L\*, a\*, b\*, croma, tonalidade e sabor das gemas cozidas de ovos de poedeiras alimentadas com torta de nabo forrageiro (TNBF).

TNBF (%)	L*	a*	b*	Croma	Tonalidade	Sabor
0	82,02	1,79	44,54	44,56	88,04	6,07
10	82,11	1,09	41,93	41,92	89,49	6,80
20	81,68	0,07	38,25	38,20	90,37	5,80
CV(%)	3,99	185,73	18,84	18,79	4,16	30,17
ER	NS	*Lin	*Lin	*Lin	*Lin	NS

CV(%) = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS= não significativos; \*(P<0,05); \*Lin = Efeito linear.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Já para os valores de a\*, o efeito linear (P<0,05) observado, expresso pela equação  $\hat{Y} = 1,81 - 0,08X$ ,  $r^2 = 0,98$ , indica a presença de tons de vermelho menos intenso na pigmentação da gema para os níveis crescentes de TNBF na ração. Os tons mais avermelhados das gemas são geralmente mais apreciados. A redução (P<0,05) nos valores de b\*, expressa pela equação  $\hat{Y} = 44,67 - 0,32X$ ,  $r^2 = 0,99$ , indica diminuição na intensidade da cor amarela.

Está bem estabelecido que os valores de a\* e b\* são devidos à quantidade de carotenóide depositado na gema e que o consumo elevado de xantofila, pigmento vegetal laranja-amarelado, leva à sua maior deposição. Ficou evidente neste experimento que as galinhas alimentadas com dietas ricas em milho botam ovos com gemas mais vermelho-amareladas, enquanto que a TNBF reduz estes tons. Este resultado está em conformidade com os de Brunelli (2009), que evidenciou correspondência entre a cor da gema e a quantidade xantofila na ração.

Os valores do croma e da tonalidade também apresentaram respostas lineares aos níveis de inclusão da TNBF nas rações. O croma (saturação) representa a força da cor, constituindo-se em um índice para a determinação de uma cor forte ou fraca. Os resultados indicam que o aumento dos níveis de inclusão da torta resultou em menor grau de saturação da cor (P<0,05), expresso pela equação  $\hat{Y} = 44,74 - 0,32X$ ,  $r^2 = 0,99$ . Portanto, por depender dos valores de a\* e de b\*, observou-se maior saturação para as gemas das poedeiras alimentadas com rações sem TNBF, confirmando a maior intensidade de cores avermelhadas. A tonalidade das gemas, que é o atributo que identifica a cor (violeta, azul, amarelo, laranja, vermelha e púrpura), teve seu valor aumentado (P<0,05), indicando menor tonalidade vermelha para a inclusão crescente de TNBF na ração, expresso pela equação  $\hat{Y} = 88,14 + 0,17X$ ,  $r^2 = 0,98$ .

A aceitabilidade da gema do ovo não foi influenciada pelos tratamentos experimentais (P>0,05). Contudo, verifica-se que o valor absoluto

da média de aceitação das gemas oriundas do tratamento com 20% de inclusão de TNBF (5,80) foi numericamente inferior às dos demais tratamentos experimentais. Cruz, Guerreiro e Reis (2001) apontam que os glicosinatos e seus produtos quando presentes nos alimentos das poedeiras, além de causarem redução na taxa de postura, deixam os ovos sem sabor. Hickling (2001) observou sabor assemelhado ao de peixe nos ovos de casca marrom quando as poedeiras foram alimentadas com rações contendo farelo de canola, atribuindo às sinapis e às gointras presentes uma provável inibição da enzima que oxida a trimetilamina, que foi transferida para a gema do ovo, no ovário, alterando o seu sabor.

## Conclusões

O fornecimento de torta de nabo forrageiro na ração de galinhas poedeiras legornes influencia negativamente o desempenho produtivo e as qualidades sensoriais dos ovos, não sendo indicado como ingrediente para este fim nos níveis testados.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12994*: métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas – classificação. Rio de Janeiro, 1993. 2 p.

ACKER, D.; CUNNINGHAM, M. *Animal science and industry*. 4. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991. 709 p.

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.

BAIÃO, N. C.; FERREIRA, M. O. O.; BORGES, F. M. O.; MONTI, A. E. M. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 51, n. 3, p. 271-274, 1999.

BELL, J. M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 73, n. 4, p. 689-697, 1993.

BONNARDEAUX, J. *Uses for canola meal*. Western Australia: Department of Agriculture and Food, 2007. Disponível em: <[http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported\\_assets/content/sust/biofuel/usesforcanolameal\\_report.pdf](http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/sust/biofuel/usesforcanolameal_report.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2010.

BRITO, A. B.; STRINGHINI, J. H. Avaliação do germen integral de milho na nutrição de poedeiras comerciais. *Avicultura Industrial*, Itu, n. 10, p. 22-24, 2003.

BRITO, A. B.; STRINGHINI, J. H.; BELEM, L. M.; XAVIER, S. A. G.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais de 30 a 64 semanas de idade consumindo germen integral de milho. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 27, n. 1, p. 29-34, 2005.

BRITO, A. B.; STRINGHINI, J. H.; XAVIER, S. A. G.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção consumindo germen integral de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 1907-1913, 2009.

BRUNELLI, S. R.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; OBA, A.; SILVA, C. A. Farelo de germen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais de 28 a 44 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1068-1073, 2010.

BRUNELLI, S. R. *Farelo de germen de milho desengordurado e fitase na alimentação de poedeiras e frangos de corte*. 2009. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

BUTLER, E. R.; PEARSON, A. W.; FENWICK, G. R. Problems which limit the use of rapessed meal as a protein source in poultry diets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, New York, v. 33, n. 9, p. 866-875, 1982.

CHUBB, L. G. Antinutritive factors in animal feedstuffs. In: HARESING, W. (Ed.). *Studies in the agricultural and food sciences butterworths. Recent advances in animal nutrition*. Philadelphia: W. Haresign Butterworths, 1982. p. 21-37.

COSTA, F. G. P.; SOUZA, C. J.; GOULART, C. C.; LIMA NETO, R. C.; COSTA, J. S.; PEREIRA, W. E. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo óleos de soja e canola. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1412-1418, 2008.



- COSTA, F. G. P.; SOUZA, H. C.; GOMES, C. A. V.; BARROS, L. R.; BRANDÃO, P. A.; NASCIMENTO, G. A. J.; SANTOS, A. W. R.; AMARANTE JUNIOR, V. 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.
- CRUZ, C. M. O.; GUERREIRO, C. I. P. D.; REIS, T. A. F. C. *Substâncias tóxicas e anti-nutricionais dos alimentos para animais*. 2001. Disponível em: <<http://www.alpetratina.net/consulting/Downloads/SubsToxicas.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2010.
- DELL'ISOLA, A. T. P.; VELOSO, J. A. F.; BAIÃO, N. C.; 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.
- FRANCISCO, M.; VELASCO, P.; ROMERO, A.; VÁZQUEZ, L.; CARTEA, M. E. *Sensory quality of turnip greens and turnip tops grown in northwestern Spain*. 2009. Disponível em: <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/22598/1/Sensory%20quality%20of%20turnip%20greens.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2010.
- GLENCROSS, B. D.; BOOTH, M.; ALLAN, G. L. A feed is only as good as its ingredients: a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*, Nordnes, v. 13, n. 1, p. 17-34, 2007.
- HARMS, R. H. Proteína (aminoácidos) para poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1999. p. 111-122.
- HICKLING, D. *Pasta de canola. Guia para a indústria del pienso*. 3. ed. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2001. 40 p. Disponível em: <<http://www.canolacouncil.org/uploads/spanish/spanishmealguidefull.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2010.
- HULAN, H. N.; PROUDFOOT, F. G. The nutritional value of rapeseed meal for layer genotypes housed in pens. *Poultry Science*, Champaign, v. 59, n. 2, p. 585-593, 1980.
- LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to diet energy. *Poultry Science*, Champaign, v. 75, n. 4, p. 529-535, 1996.
- LIMA, J. D.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, R. K.; SOLIMAN, E. P.; MORAES, W. S. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabíça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 60-63, 2007.
- MATEOS, G. G.; SELL, J. L.; EASTWOOD, J. A. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. *Poultry Science*, Champaign, v. 61, n. 1, p. 94-100, 1982.
- MURAKAMI, A. E.; KIRA, K. C.; SCAPINELO, C. Fareló de canola na alimentação de poedeiras comerciais. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 401-408, 1995.
- NASCIMENTO, G. A. J.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; LIMA, R. R.; PUCCI, L. E. A. Equações de predição para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves utilizando a metanálise. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1265-1271, 2009.
- NEWKIRK, R. *Canola meal: feed industry guide*. 4. ed. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2009. 48 p. Disponível em: <[http://www.canolacouncil.org/uploads/feedguide/Canola\\_Guide\\_ENGLISH\\_2009\\_small.pdf](http://www.canolacouncil.org/uploads/feedguide/Canola_Guide_ENGLISH_2009_small.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2010.
- OLIVEIRA, M. D. S.; MOTA, D. A.; BARBOSA, J. C.; STEIN, M.; BORGONOVI, F. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 8, n. 4, p. 629-638, 2007.
- PENIDO, H. R. Biodiesel: debates e propostas. A inclusão social, a preservação ambiental e os ganhos econômicos. *Jus Navigandi*, ano 9, n. 673, 2005. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=670>>. Acesso em: 09 jun. 2010.
- REECE, W. O. *Dukes: fisiologia dos animais domésticos*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946 p.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186 p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p.
- SCOTT, M. L. Tips to improve egg shell quality. *Feedstuffs*, Minnetonka, v. 67, n. 33, p. 18, 1995.

SIBBALD, I. R.; PRICE, K. True and apparent metabolizable energy values for poultry of canadian wheats and oats measured by bioassay and predicted from physical and chemical data. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 57, n. 4, p. 365-374, 1977.

SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Canola meal and egg size. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 68, n. 3, p. 907-913, 1988.

\_\_\_\_\_. Mineral profile o canola and soybean meal. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 65, n. 4, p. 913-919, 1985.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG*. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142 p.