



## ***COLORAÇÃO DE GEMA DE OVO DE POEDEIRAS COMERCIAIS RECEBENDO PIGMENTANTE COMERCIAL NA RAÇÃO***

### ***EGG YOLK COLOR OF COMMERCIAL LAYING HENS RECEIVING COMMERCIAL PIGMENT IN DIET***

Edison Jose Fassani<sup>1\*</sup> ORCID – <http://orcid.org/0000-0002-7101-3998>

Matheus Terra Abreu<sup>1</sup> ORCID – <http://orcid.org/0000-0002-2356-5827>

Moara Marina Belo Matos Silveira<sup>1</sup> ORCID – <http://orcid.org/0000-0002-1005-7663>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

\*Autor para correspondência - [fassani@dzo.ufla.br](mailto:fassani@dzo.ufla.br)

#### **Resumo**

Objetivou-se avaliar a pigmentação de gemas de ovos de poedeiras alimentadas com produto comercial (PC), à base de cantaxantina e óleo de sementes de urucum. Utilizaram-se 240 poedeiras comerciais com 55 semanas de idade, que receberam cinco diferentes rações: controle (RC) à base de milho e farelo de soja, RC com dois níveis (70 e 140 ppm) do PC e RC com dois níveis de mistura entre pigmentantes comerciais sintéticos Carophyll® Yellow e Red (20 + 10 ppm) e (15 + 30 ppm) e quatro repetições de 12 aves cada. Foram avaliados o desempenho e a cor das gemas, que foi avaliada utilizando o leque colorimétrico. Não houve efeito sobre o desempenho das poedeiras, exceto para a cor da gema, que apresentou interação dos pigmentantes nos diferentes períodos de avaliação. Aos sete dias de fornecimento, houve estabilização da pigmentação, com uso de 70 ppm do produto comercial, enquanto as gemas oriundas dos ovos das aves que receberam a inclusão de 140 ppm estabilizaram a cor aos 14 dias do fornecimento. O produto comercial à base de cantaxantina e óleo de sementes de urucum é eficiente na pigmentação da gema de ovos em rações à base de milho amarelo.

**Palavras-chave:** aditivos; avicultura; carotenoides; pigmentante natural; produção de ovos.

#### **Abstract**

The aim of this study was to evaluate the egg yolk pigmentation of laying hens fed commercial powdered products (CPP) based on canthaxanthin and urucum seed oil. A total of 240 commercial laying hens at 55 weeks of age were used, which received five different rations: control (CR) based on corn and soybean meal, CR with two levels (70 and 140 ppm) of CPP and CR with two levels of mixture between synthetic commercial pigments Carophyll® Yellow and Red (20 + 10 ppm) and (15 + 30 ppm), and four replicates of twelve birds each. The performance and color of the yolk were evaluated, using the colorimetric fan. There was no effect on the performance of the laying hens, except for the color of the yolk, which showed interaction of the pigmentants in the different periods. At seven days of supply there was stabilization of pigmentation with use of 70 ppm of the commercial powdered product, while egg yolks from hens receiving the inclusion of 140 ppm stabilized color at 14 days of delivery. The commercial product based on canthaxanthin and urucum seed oil is efficient in egg yolk pigmentation in yellow maize based diets.

**Keywords:** Additives; Poultry; Carotenoids; Natural pigmentation; Egg production.

Recebido em: 14 de novembro de 2017.

Aceito em: 07 de agosto de 2018.

## Introdução

Os ovos são alimentos que contêm relevantes teores de ácidos graxos, proteínas, vitaminas e minerais, além de terem preço acessível. A cor da gema é um parâmetro de qualidade que influencia a escolha do produto pelo consumidor. Existe uma preferência por gemas altamente pigmentadas<sup>(1)</sup>, pois há uma associação entre a cor da gema e a sua quantidade de vitaminas<sup>(2)</sup>. Para o consumidor brasileiro, a pigmentação deve ser maior que oito no abanico de cores da DSM<sup>(3,4)</sup>.

Uma vez que as aves não são capazes de sintetizar carotenoides, o grau de pigmentação das gemas dos ovos resulta da deposição de hidróxidos de carotenoides e xantofilas provenientes da dieta<sup>(5,6)</sup>.

O milho é o ingrediente que fornece a maior parte da energia nas dietas para poedeiras e também pode ser considerado uma fonte de carotenoides das rações avícolas. Esses carotenoides são classificados em xantofilas: luteína;  $\beta$ -criptoxantina; zeaxantina, e em carotenos:  $\beta$ -caroteno e  $\beta$ -zeacaroteno<sup>(7)</sup>. Os teores de carotenoides no milho variam de acordo com as linhagens, cultivares, fase de maturidade, clima, local de produção, condições ambientais durante a colheita, processamento, tempo e condições de armazenamento, umidade durante a colheita e tipo de processo de secagem do grão<sup>(8-11)</sup>. Assim, o poder de pigmentação do milho sofre grande variação. Estima-se que dietas à base de milho e farelo de soja tenham intensidade de coloração de gema baixa, não alcançando níveis superiores a sete no leque colorimétrico da Roche<sup>(12)</sup>, resultando em ampla oscilação da coloração ao longo do ano e em menor aceitação pelo mercado. Dessa forma, se faz necessária a inclusão de pigmentantes nas dietas quando se espera ovos com homogeneidade da cor da gema ao longo do ano.

Os pigmentantes naturais mais utilizados nas rações de poedeiras são o extrato de urucum (*Bixaorellana*), o açafrão (*Curcuma longa*), o extrato de pétala de marigold (*Tagetes erecta*) e a páprica (*Capsicum annuum*)<sup>(13)</sup>. O pigmento bixina é extraído do urucum (*Bixaorellana* L.), sua efetividade varia em função dos níveis e da forma utilizada e pode ser utilizado na forma de extrato oleoso que contém as maiores concentrações, ou semente integral moída e/ou o resíduo da semente. A utilização de pigmentantes naturais requer maiores níveis de inclusão nas dietas, uma vez que seu poder de pigmentação é inferior ao de pigmentantes sintéticos, dessa forma, seu custo se torna mais elevado<sup>(2)</sup>. Porém, a crescente tendência por produtos naturais torna necessários os estudos sobre a capacidade de pigmentação desses produtos naturais para atender às exigências do mercado e determinar um nível de inclusão adequado, além de garantir a segurança da inclusão em dietas para poedeiras.

Em virtude das lacunas apresentadas a respeito das variações existentes nos teores de pigmentos do milho, percebe-se a necessidade de mais estudos para determinar um padrão uniforme de coloração de gema, minimizando oscilações nas tonalidades ao longo do ciclo de produção das aves. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial pigmentante de gemas de ovos e o desempenho de poedeiras comerciais, alimentadas com um produto comercial em pó, à base de cantaxantina e óleo de sementes de urucum em comparação ao uso de Carophyll®, em dietas à base de milho amarelo.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG. Toda a metodologia utilizada foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, da Universidade Federal de Lavras, sob o protocolo CEUA/UFLA n°. 027/17.

Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais da linhagem Hy-line W36<sup>(15)</sup>, com 55 semanas de idade e 86% de postura ao início do experimento. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo (rações x avaliações em dias), com cinco tratamentos e quatro repetições de 12 aves cada, em período experimental de 21 dias.

As aves foram alojadas em um galpão convencional de postura construído em alvenaria, telado com arame galvanizado nas laterais e coberto com telha de fibrocimento. O galpão tem gaiolas de arame galvanizado em posição piramidal, de 50 cm de frente x 45 cm de profundidade x 42 cm de altura, correspondendo a uma área de 375 cm<sup>2</sup>/ave alojada, com seis aves por gaiola. Os bebedouros utilizados foram do tipo nipple e o comedouro tipo calha galvanizada.

Durante todo o experimento, a temperatura (máxima e mínima) ambiente e a umidade relativa do ar foram registradas duas vezes ao dia, por um termo-higrômetro digital modelo INCOTERM (Porto Alegre, RS, Brasil), localizado no centro do galpão e na altura das aves. As aves receberam ração e água à vontade e 16 horas de luz por dia, seguindo as recomendações de manejo do manual da Hy-Line W-36<sup>(15)</sup>.

A ração experimental foi formulada à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), a ração sem adição de aditivos pigmentantes foi considerada como ração controle (RC), as exigências nutricionais descritas no manual da Hy-line W-36<sup>(15)</sup> foram utilizados para formulação e a composição dos alimentos obtida de Rostagno et al<sup>(16)</sup>. Os aditivos pigmentantes que deram origem aos demais tratamentos foram adicionados on top, sendo dois tratamentos com dois níveis de inclusão de produto comercial (Biogenic Group, Taboão da Serra, SP, Brasil) à base de cantaxantina e óleo de semente de urucum (70 e 140 ppm) e mais dois tratamentos com dois níveis de pigmentantes comerciais sintéticos Carophyll® Yellow e Red (20 + 10 ppm) e (15 + 30 ppm), totalizando cinco rações experimentais.

As variáveis avaliadas para desempenho foram: produção média de ovos (PRO) em % ovos/ave/dia, peso médio dos ovos (PO) em g, consumo médio de ração (CR) em g/ave/dia, conversão alimentar por massa de ovos (CA) em g/g. Avaliou-se como variável resposta aos pigmentantes dietéticos a coloração de gema dos ovos. A CA foi calculada através da fórmula:  $CA = CR / (PRO \times PO) \times 100$ . A produção média de ovos foi calculada a cada sete dias, expressa em % ovos/ave/dia, anotando-se diariamente em uma ficha de controle específica o número de ovos produzidos, incluindo as perdas em relação ao número de aves da parcela. O peso médio dos ovos foi obtido pela pesagem de todos os ovos íntegros produzidos no último dia de cada semana experimental, obtendo o peso médio dos ovos de cada parcela. Ao final de cada período de sete dias, foi calculada uma média das pesagens para obter o peso médio dos ovos produzidos naquele período.

No início do experimento e semanalmente, as rações foram pesadas em baldes identificados por tratamento e parcela. Assim, o consumo de ração foi mensurado ao final de cada semana, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração foi determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia (g/ave/dia). Ao final de cada período, foi calculada a média do consumo nas semanas correspondentes a cada período.

**Tabela 1.** Composição da ração controle (RC), fornecida para poedeiras comerciais leves e utilizada para a adição dos pigmentantes

INGREDIENTE	(%)
Milho	59,339
Farelo de Soja	24,889
Óleo de Soja	2,958
Fosfato Bicálcico	1,367
Calcário Calcítico	10,445
Sal Comum	0,296
Bicarbonato de Sódio	0,150
Suplemento de Minerais <sup>1</sup>	0,100
Suplemento de Vitaminas <sup>2</sup>	0,100
DL-Metionina, 99	0,185
Betaina HCl 95	0,050
L-Lisina sulfato, 70	0,011
Fitase (phosmor® TT 10.000)	0,010
Adsorvente de micotoxinas	0,100
Composição calculada:	
Energia Metabolizável, kcal/kg	2870
Proteína Bruta, %	16,05
Cálcio, %	4,35
Fósforo disponível, %	0,35
Sódio, %	0,175
Metionina + Cistina digestível, %	0,630
Lisina digestível, %	0,750
Treonina digestível, %	0,550
Triptofano digestível, %	0,170
Fibra Bruta	2,35

<sup>1</sup> Enriquecimento por kg de suplemento: 60 g de zinco; 1,2 g de iodo; 10 g de cobre; 80 g de manganês; 50 g de ferro e 200 mg de selênio. <sup>2</sup> Enriquecimento por kg de suplemento: 8.100.000 UI de vitamina A; 7.500 UI de vitamina D3; 7.000 UI de vitamina E; 2.000 mg de vitamina K3; 400,0 mg de ácido fólico; 6.600 mg de ácido pantotênico; 21,0 g de niacina; 3.500 mg vitamina B2; 1.000 mg vitamina B6; 10.000 mcg de vitamina B12; 15,0 g de BHT.

A avaliação da cor de gema foi realizada pelo método de análise subjetivo com uso do leque colorimétrico da DSM<sup>(3)</sup>, conforme descrito no guia de pigmentação de gema da DSM<sup>(3)</sup>, que consistiu em avaliar sempre sobre uma superfície branca não refletiva, eliminando a influência das cores circundantes ou adjacentes. Foi usada luz natural indireta, sem luz artificial forte, evitando o reflexo da superfície da gema do ovo. As lâminas do leque foram posicionadas imediatamente acima da gema e observadas na vertical, de cima para baixo, com os números das lâminas virados para baixo, posicionando a gema entre as pontas das lâminas. Um único observador realizou a leitura da cor durante todo o experimento, observando sempre a lâmina do lado sem número e mostrando o número para um assistente, que registrou os dados em uma tabela. Entre um ovo e outro, o observador fechou o leque para garantir neutralidade entre cada mensuração. A avaliação da coloração das gemas foi feita nos dias zero (antes do início do fornecimento das rações), 3, 7, 14 e 21 dias. Em cada momento de avaliação, foram utilizados sete ovos de cada parcela experimental, cada ovo foi identificado e pesado em balança digital (modelo UD 6000/1-L de 1 g, Urano, Canoas, RS, Brasil), e selecionados para análise somente os classificados como extra ( $62 \pm 2$ g). Não houve morte de aves durante o período experimental.

Os resultados obtidos foram avaliados utilizando o programa estatístico SISVAR<sup>(17)</sup>, e os efeitos significativos foram submetidos ao teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação das médias das rações experimentais.

## Resultados e discussão

Ao longo do período experimental, a temperatura média máxima e mínima do galpão foi de 31,8 e 20,4°C, respectivamente, e a umidade relativa média ficou em 73%.

Não foi verificado efeito ( $P > 0,05$ ) das rações experimentais sobre nenhuma das variáveis de desempenho das poedeiras (Tabela 2). Contudo, a cor da gema apresentou interação ( $P < 0,01$ ) dos diferentes pigmentantes nos diferentes períodos de avaliação (Tabela 3).

**Tabela 2.** Desempenho médio de poedeiras comerciais, alimentadas com diferentes pigmentantes na ração

Tratamento	CR <sup>1</sup>	PRO <sup>2</sup>	PO <sup>3</sup>	CA <sup>4</sup>
	(g/ave/dia)	(%/ave/dia)	(g)	(g/g)
Ração controle (RC)	95,7	85,9	62,3	1,79
RC +70 mg/kg de produto comercial <sup>5</sup>	96,0	87,0	62,2	1,77
RC + 140 mg/kg produto comercial	96,0	86,1	61,9	1,81
RC + 20 mg/kg Carophyll® Yellow + 10 mg/kg Carophyll® Red	96,1	85,8	61,8	1,81
RC + 15 mg/kg Carophyll® Yellow + 30 mg/kg Carophyll® Red	96,2	85,4	61,6	1,82
Coefficiente de Variação, %	0,71	0,85	0,76	1,32

<sup>1</sup>CR: consumo de ração; <sup>2</sup>PRO: produção média de ovos; <sup>3</sup>PO: peso médio dos ovos; <sup>4</sup>CA: conversão alimentar. ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 3.** Valores médios para a cor da gema de ovos provenientes de poedeiras comerciais que receberam diferentes pigmentantes na ração e conforme os dias de consumo, avaliados com leque colorimétrico

Tratamento	Dias de fornecimento				
	0	3	7	14	21
Ração controle (RC)	6,9	7,0 C	7,1 D	6,7 D	6,9 D
RC +70 mg/kg de Mistura comercial	6,9 c	11,0 Ab	11,9 Ba	12,4 Ba	12,3 Ba
RC + 140 mg/kg Mistura comercial	6,9 d	11,1 Ac	12,9 Ab	14,6 Aa	13,9 Aa
RC + 20 mg/kg Carophyll® Yellow + 10 mg/kg Carophyll® Red	6,9 c	9,6 Bb	10,4 Ca	10,3 Cab	11,0 Ca
RC + 15 mg/kg Carophyll® Yellow + 30 mg/kg Carophyll® Red	6,9 d	9,7 Bc	11,1 BCb	11,9 Bab	12,2 Ba
Coefficiente de Variação, %	5,54				

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas colunas, e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo Teste Tukey ( $P < 0,01$ ).

Aos sete dias de fornecimento, houve estabilização da pigmentação, com o uso de 70 mg/kg do produto comercial, enquanto as gemas oriundas dos ovos das aves que receberam a inclusão de 140 mg/kg desse produto estabilizaram a cor aos 14 dias do fornecimento, se assemelhando ao ocorrido com a suplementação com Carophyll®, que demonstrou gemas com cor estabilizada aos 7 dias, quando foi utilizada a dosagem de 20 ppm de Carophyll® Yellow com 10 ppm de Carophyll® Red, e estabilização aos 14 dias, com a utilização de 15 ppm de Carophyll® Yellow com 30 ppm de Carophyll® Red. Todos os diferentes pigmentantes e suas dosagens foram efetivos na pigmentação das gemas dos ovos, resultando em ovos bem pigmentados, com coloração acima de 10 no leque de cores em comparação à ração controle, que apresentou valor médio de 6,9 no leque de cores.

O tratamento com 140 ppm de produto comercial à base de cantaxantina e óleo de semente de urucum se manteve com as maiores médias de pigmentação no leque colorimétrico da DSM<sup>(3)</sup> a partir do sétimo dia de inclusão até o final da avaliação, em comparação aos demais tratamentos, atingindo valor máximo de 14,6 no leque de cores.

Da mesma forma, o tratamento com a dose de 70 ppm do produto à base de cantaxantina e óleo de semente de urucum manteve médias semelhantes às do pigmentante sintético na dosagem de 15 ppm de Carophyll® Yellow, com 30 ppm de Carophyll® Red a partir do sétimo dia do experimento, apresentando as máximas de 12,4 e 12,2, respectivamente. Verificou-se que a inclusão do produto à base de cantaxantina e óleo de semente de urucum em 70 ppm e 140 ppm em dieta à base de milho e farelo de soja, para poedeiras, foi eficiente para alcançar valores de pigmentação de gema acima de 12 e de 14, respectivamente, no leque colorimétrico DSM<sup>(3)</sup>.

Moura et al.<sup>(13)</sup>, avaliando a inclusão de pigmentantes naturais em dieta à base de sorgo para codornas em postura, concluíram que o extrato de marigold proporcionou escore colorimétrico da gema equivalente ao das aves alimentadas com ração à base de milho e que a suplementação associada dos extratos de marigold e páprica proporcionou maior escore colorimétrico e em menor tempo.

No estudo de Oliveira et al.<sup>(14)</sup>, foi avaliada a inclusão de extrato de páprica e de marigold em dietas à base de sorgo para poedeiras leves com 95 semanas de idade. Foi encontrado aumento da pigmentação da gema com a inclusão dos pigmentantes. A inclusão do extrato de páprica (0,6%) resultou em gemas de coloração 14 no leque colorimétrico. Entretanto, a combinação dos dois pigmentantes na mesma dieta não apresentou aumento da pigmentação, em comparação à dieta com extrato de páprica. Assim, foi concluído que o extrato de páprica é eficiente em aumentar a pigmentação da gema, com ou sem extrato de marigold.

A inclusão dos pigmentantes não alterou o consumo de ração das poedeiras, dessa forma, a conversão alimentar, a produção e o peso dos ovos foram semelhantes entre os tratamentos.

O nível energético e proteico da ração pode afetar a produção de ovos das poedeiras<sup>(18)</sup>, assim como o peso dos ovos é influenciado pelo nível proteico e pelo balanço de aminoácidos, especialmente metionina e lisina<sup>(4)</sup>. Uma vez que o consumo de ração foi semelhante entre os tratamentos e que as dietas foram formuladas de acordo com o estágio fisiológico das aves, conclui-se que a demanda nutricional foi atendida, não havendo diferenças entre os parâmetros de produção.

Garcia et al.<sup>(2)</sup>, avaliando a inclusão de diferentes níveis (0, 12, 24, 36, 48 e 60 ppm) de cantaxantina em dietas à base de milho e farelo de soja para poedeiras da linhagem Hisex Brown, não verificaram alteração no desempenho entre as dietas. De forma semelhante, quando a semente residual de urucum foi incluída em rações à base de sorgo para poedeiras com 97 semanas de idade, não foi encontrada diferença no desempenho delas<sup>(19)</sup>.

Estudando a inclusão de níveis crescentes de semente de urucum moída (0,5%; 1,0%; 1,5% e 2%) em rações à base de milho e farelo de soja para poedeiras com 40 semanas de idade, durante três ciclos de 21 dias, não foram encontradas diferenças no desempenho das aves nem na qualidade dos ovos entre os tratamentos avaliados<sup>(20)</sup>. Entretanto, Silva et al.<sup>(21)</sup>, ao adicionarem semente residual de urucum (0, 2, 4, 8 e 12%) em dietas para poedeiras com 40% de sorgo, observaram maior produção de ovos com o aumento da inclusão de urucum, sendo este fato explicado pelos autores pela coloração da ração mais vermelha, resultando em maior consumo, e pelo efeito de diluição da energia promovido pelo aumento da fibra da ração. O aumento da inclusão de semente de urucum pode ter elevado a fibra das rações, com conseqüente redução do aproveitamento da energia, fazendo com que as aves compensassem o baixo aproveitamento energético, consumindo mais ração.

De maneira geral, a inclusão de pigmentante naturais ou comerciais em rações para poedeiras parece não alterar o desempenho das aves. Contudo, esses resultados podem variar de acordo com o tipo e a dosagem de pigmento utilizado, com a idade das aves e com o período experimental.

Gemas altamente pigmentadas são preferidas pelos consumidores, sendo os escores de 10 a 15 no leque colorimétrico os mais aceitos no mercado de ovos<sup>(1)</sup>. Porém, observa-se, na prática, que os ovos comercializados no Brasil, principalmente na região Sudeste, apresentam coloração variável e com baixa intensidade, se verificada pelo leque de cores, sendo rara a aquisição de ovos comuns (sem enriquecimento nutricional ou sem ser classificado como caipira), com coloração acima de 9.

Os primeiros estudos com inclusão de urucum em rações para poedeiras foram feitos por Campos<sup>(22)</sup>. Foi verificado que a inclusão (1 e 2%) de urucum, na forma de farinha, melhora a pigmentação da gema do ovo, em rações com substituição de 30% do milho pelo trigo. Conclui-se que apenas 1% de inclusão é suficiente para obter coloração da gema semelhante à conseguida em rações à base de milho e que, a 2% de inclusão, resulta em colorações de gemas alaranjadas, de grande preferência pelo consumidor brasileiro.

Posteriormente em estudo semelhante, Araya et al.<sup>(23)</sup>, estudando o efeito da inclusão de 0,003% de Carophyll e 1,06% da farinha da semente de urucum em rações utilizando sorgo, obtiveram cor de gema similar quando o milho era utilizado na ração, alcançando escore de 9 a 10 pontos no leque colorimétrico da Roche. Pereira et al.<sup>(24)</sup> utilizaram níveis de inclusão (0,05, 0,10, 0,15 e 0,2%) mais baixos quando comparados à farinha da semente, pois foi utilizado o extrato oleoso de urucum, e verificou-se um aumento da coloração das gemas dos ovos de galinhas poedeiras, concluindo que, com a utilização de 63% de sorgo e a adição de 0,2% de extrato oleoso de urucum, se obtém gemas de coloração similar quando comparadas com ração contendo 61% de milho e sem extrato de urucum.

Segundo Silva et al.<sup>(21)</sup>, a substituição do milho (40%) por sorgo, com inclusão de 0,10% a 0,15% do extrato oleoso de urucum nas rações de poedeiras, é suficiente para alcançar uma pigmentação similar à obtida com rações à base de milho.

Entretanto, considerando que grande parte da inclusão de pigmentantes à base de óleo de semente de urucum é feita em rações que contenham produtos com baixos teores de pigmentantes, como o sorgo, e que o milho foi o ingrediente-base utilizado nas rações deste estudo, fez-se a inclusão dos pigmentantes comerciais de 140 ppm e metade dessa dose, 70 ppm, com o intuito de padronizar as variações existentes na capacidade do milho de colorir naturalmente as gemas de ovos.

O Carophyll® Yellow e os carotenoides amarelos provenientes do milho são responsáveis por criar uma base de cor amarela na gema, que se mantém por volta de 7 no leque colorimétrico da DSM<sup>(3)</sup>, como foi verificado no dia 0 do experimento. A inclusão do Carophyll® Red da cantaxantina, presente no produto natural, cria um blend de cores e propicia uma coloração mais vermelho-alaranjada ao

pigmento-base amarelo. Ou seja, a inclusão dos carotenoides vermelhos proporciona uma resposta de mudança de cor usando a cor amarela como base. Assim, a proporção entre os carotenoides amarelo e vermelho implica melhor custo-benefício para a pigmentação da gema do ovo.

No presente estudo, o uso da proporção 2:1 (20 e 10 ppm) de pigmentos amarelos e vermelhos, respectivamente, se mostrou menos eficiente para atingir pigmentações mais alaranjadas quando comparados a 1:2 (15 e 30 ppm), confirmando o fato de que, com a utilização do milho na dieta, contribui-se para a formação da base amarela na gema, proveniente principalmente da luteína e da zeaxantina<sup>(25)</sup>. Assim, dietas à base de milho propiciam uma base colorimétrica em torno de 7 no leque DSM e, a partir daí, a inclusão de pigmentantes vermelhos é responsável pela elevação desses teores. Por isso, os valores das dietas contendo 30 ppm de Carophyll® Red resultaram em pigmentação no leque subjetivo quando comparada a 10 g/t de Carophyll® Red.

Dessa forma, o pigmentante natural na dosagem de 70 ppm obteve resultados similares ao produto comercial Carophyll®, a partir do sétimo dia. Existe uma diferença no tempo e na quantidade de deposição desses pigmentos no tecido adiposo e no conteúdo lipídico da gema das aves. Em suma, é necessário avaliar a viabilidade do pigmentante comercial preparado com a mistura de pigmentante natural e sintético, em contrapartida aos comercialmente conhecidos no mercado, como o Carophyll®, quando dosagens de 70 ppm já foram suficientes para alcançar coloração 12 no leque colorimétrico da DSM<sup>(3)</sup>. Havendo assim a necessidade de maiores estudos de viabilidade em se usar dosagens maiores (140 ppm), já que uma maior inclusão tornaria a dieta mais onerosa, entretanto, proporcionaria uma pigmentação mais acentuada, que pode ser mais valorizada por certas categorias de consumidores, a exemplo das indústrias alimentícias, criando uma possibilidade de agregar maior valor ao produto.

## Conclusão

O produto comercial, à base de cantaxantina e óleo de sementes de urucum, é eficiente na pigmentação da gema de ovos em rações à base de milho amarelo. Assim, quando o interesse for obter colorações em gemas de ovos acima de 12 no leque colorimétrico da DSM, podem ser utilizados 70 g/t de ração, ou 140 g/t de ração quando se deseja intensidade de cor próxima de 14 no leque de cores.

## Agradecimentos

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e à empresa BiogenicGroup, pelo apoio financeiro e pela bolsa de estudos.

## Referências

- 1 Ziggers D. Astaxantina: Un corante y ademas saludable. *Avicultura Profesional*, 2000, 20(8): 12-13.
- 2 Garcia EA, Mendes AA, Pizzolante CC, Gonçalves HC, Oliveira RP, Silva MA. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais.

- Revista Brasileira de Ciência Avícola, 2002; 4(1):1-7. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2002000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2002000100007)
- 3 DSM egg yolk pigmentation guidelines. Disponível em: [https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en\\_US/documents/CarophyllGuidelines2014\\_Web.pdf](https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/CarophyllGuidelines2014_Web.pdf). 2014.
- 4 Bertechini AG. Nutrição de Monogástricos. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA; 2012. 373p. Português.
- 5 Breithaupt DE. Modern application of xanthophylls in animal feeding: A review. Trends Food Science & Technology, 2007. 18(10):501–506. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224407001409?via%3Dihub>
- 6 Nelson TS, Baptist JN. Feedpigments: 2. The influence of feeding single and combined sources of red and yellow pigments on egg yolk colour. Poultry Science, 1968. 47(3):924-931. Disponível em: <https://doi.org/10.3382/ps.0470924>
- 7 Rodriguez-Amaya DB. A guide to carotenoid analysis in foods. 1ª ed. Washington: ILSI Human Nutrition Institute, 2001. 64 p.
- 8 Berardo N, Brenna OV, Amato A, Valoti P, Pisacane V, Motto M. Carotenoids concentration among maize genotypes measured by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2004. 5(3):393-398. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2004.03.001>
- 9 Cardoso WS, Paes MCD, Galvão JCC, Rios SA, Guimarães PO, Schaffert RE, Boré A. Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2009. 44(2):164-173. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200008>
- 10 Cardoso WS, Borém A, Karam D, Rios AS, Paes MCD. Influence of the moisture at harvest and drying process of the grains on the level of carotenoids in maize (*Zea mays*). Food Science and Technology, 2015. 35(3): 481-486. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6705>
- 11 Rodriguez-Amaya DB, Kimura M. 1ª ed. Harvest Plus handbook for carotenoid analysis. Washington: International Food Policy Research Institute; Cali: International Center for Tropical Agriculture, 2004, 58p.
- 12 Kijparkorn S, Plaimast H, Wangsoonoen S. Sano (*Sesbania javanica* Miq.). Flower as a pigment source in egg yolk of laying hens. The Thai Journal of Veterinary Medicine, 2010. 40(3): 281-287. Disponível em: <https://www.tcijhajo.org/index.php/tjvm/article/view/35719/29689>
- 13 Moura AMA, Takata FN, Nascimento GR, Silva AF, Melo TV, Cecon PR. Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia, 2011. 40(11):2443- 2449. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001100023>
- 14 Oliveira MC, Silva WD, Oliveira HC, Moreira EQB, Ferreira LO, Gomes YS, Souza Junior, MAP. Paprika and/or marigold extracts in diets for laying hens. Revista Brasileira de Saúde e Proução Animal, 2017. 18 (2): 293-302. Disponível em: <http://mc04.manuscriptcentral.com/rbspa-scielo>
- 15 Hy-line do Brasil. HY-Line W-36 Poedeiras comerciais: Manual de manejo, 2015. 42p.
- 16 Rostagno H S, Albino F L T, Donzele J L, Oliveira R F, Lopes D C, Ferreira A S, Barreto S L

T, Euclides R F. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª Ed. Universidade Federal de Viçosa; 2011. 223p.

17 Ferreira DF, SISVAR: A computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFPA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

18 Freitas AC, Fuentes MFF, Freitas ER, Sucupira FS, Oliveira BCM. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. Revista Brasileira de Zootecnia, 2005. 34(3): 838-846. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000300015>

19 Braz NM, Fuentes MFF, Freitas ER, Sucupira FF, Moreira RF, Lima RC. Semente residual do urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 2007.29(2):129-133. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/207/168>

20 Garcia ERM, Cruz FK, Souza RPP, Pelícia K, Osera RH, Faitarone ABG. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com semente de urucum. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, 2015. 18(1): 17-20. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/acvzunipar/article/viewFile/30439/33190>

21 Silva JHV, Albino LFT, Godoi MJ. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. Revista Brasileira de Zootecnia, 2000. 29 (5):1435-1439. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982000000500022&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982000000500022&script=sci_abstract&tlng=pt)

22 Campos J. Efeito do urucum na cor da gema dos ovos. Revista Ceres, 1955. Viçosa, 9(43): 34-53.

23 Arraya HH, Murillo MR, Vargas EG, Delgado JM. Composición y empleo del achiote (*BixaorellanaL.*) en raciones para gallinas ponedoras, para la pigmentación de la yema del huevo. Agronomía Costariquense, 1977.1(2): 143-150. Disponível em: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v01n02\\_143.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v01n02_143.pdf)

24 Pereira AV, Kishibe R, Ariki J, Borges SA, Loddi MM. Bixina e norbixina como agentes pigmentantes da gema de ovos de poedeiras comerciais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. Anais... Viçosa: SBZ, p. 259.

25 Kurilich AC, Juvik JA. Quantification of carotenoid and tocopherols antioxidants in *Zea mays*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999.47(5):1948-1955. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf981029d>