

DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM SEMENTE DE URUCUM (*Bixa orellana L.*) MOÍDA NA DIETA¹

Edivaldo Antônio Garcia²
Andréa de Britto Molino³
Daniella Aparecida Berto³
Kléber Pelícia⁴
Rafaela Hanae Osera⁵
Ana Beatriz Garcia Faitarone³

RESUMO

O urucum pode ser utilizado como fonte de pigmentos naturais para proporcionar melhoria na cor da gema dos ovos de poedeiras, atendendo assim a demanda do consumidor por alimentos mais saudáveis. O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da inclusão da semente de urucum moída sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com rações à base de sorgo. Utilizou-se 336 aves com 40 semanas de idade, distribuídas em blocos casualizados com sete tratamentos e seis repetições de oito aves por parcela. Os tratamentos foram: T1- ração de produção à base de milho e farelo de soja; T2- ração de produção à base de sorgo e farelo de soja; T3, T4, T5, T6 e T7- ração de produção a base de sorgo com 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5% de semente de urucum moída, respectivamente. Foram avaliadas as características de desempenho e qualidade dos ovos. Não houve efeito da utilização de sementes de urucum moídas sobre o desempenho das aves. Também não houve efeito sobre a qualidade dos ovos, exceto para a cor da gema, onde o aumento na inclusão de sementes de urucum moídas melhorou linearmente a coloração da gema dos ovos.

Palavras-chave: alimentos alternativos, pigmentação da gema, sorgo

PERFORMANCE AND EGG QUALITY OF COMMERCIAL LAYING HENS FED GROUND ANNATO SEED (*Bixa orellana L.*) IN THE DIET

ABSTRACT

The annatto can be used as a source of natural pigments to provide improvement in the color of egg yolk of laying hens, given the well of consumer demand for safer food. This study aimed to evaluate the effects of inclusion of ground annatto seed on performance and egg quality of hens fed diets based on sorghum. We used 336 birds at 40 weeks of age, randomly distributed in blocks with seven treatments and six replicates of eight birds per plot. The treatments were: T1-tion of production based on corn and soybean meal, T2-tion of production based on sorghum and soybean meal, T3, T4, T5, T6 and T7-tion of the production base of sorghum with 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5% of ground annatto seed, respectively. We evaluated the performance characteristics and quality of eggs. No effect of use of ground annatto seeds on broiler performance. There was also no effect on egg quality,

¹ Pesquisa financiada pela Fundunesp.

² Prof. Adjunto do Departamento de Produção Animal, FMVZ/UNESP, Campus Botucatu.

³ Alunos do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, FMVZ/UNESP, Campus Botucatu.

⁴ Prof. Dr. do Departamento de Produção Animal, FMVZ/UNESP, Campus Botucatu.

⁵ Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

except for the color of the yolk, where the increase in the inclusion of ground annatto seeds linearly improved the color of egg yolk.

Key words: food alternative, pigmentation yolk, sorghum.

DESEMPEÑO Y CALIDAD DE LOS HUEVOS DE PONEDERAS COMERCIALES ALIMENTADAS CON SEMILLAS DE URUCUM MOLIDA (*Bixa orellana* L.) EN LA DIETA

RESUMEN

El urucum se puede utilizar como fuente de pigmentos naturales para proporcionar mejoras en el color de la yema de huevo de las gallinas ponedoras, atendiendo así la demanda del consumidor por alimentos más saludables. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de la inclusión de semillas de urucum molida en el rendimiento y calidad de los huevos de gallinas alimentadas con dietas basadas en sorgo. Se utilizaron 336 aves de 40 semanas de edad, distribuidas en bloques al azar con siete tratamientos y seis repeticiones de ocho aves por parcela. Los tratamientos fueron: T1-ración de producción a base de maíz y harina de soja, T2-ración de producción a base de sorgo y harina de soja, T3, T4, T5, T6 y T7-ración de producción a base de sorgo con 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 y 2,5% de semillas de urucum molida, respectivamente. Se evaluaron las características de rendimiento y calidad de los huevos. No hubo efecto de la utilización de semillas de urucum molida en el rendimiento de las aves. Tampoco hubo efecto sobre la calidad de los huevos, excepto por el color de la yema, donde el aumento en la inclusión de semillas de achiote molida mejoró linealmente el color de la yema de huevo.

Palabras-clave: alimentación alternativa, pigmentación de la yema, sorgo.

INTRODUÇÃO

As exigências atuais do consumidor por alimentos saudáveis e naturais, tornam crescente o número de pesquisas na área de nutrição animal, as quais visam encontrar alternativas para a substituição dos ingredientes sintéticos utilizados nas rações de modo a manter ou incrementar a produtividade e reduzir os custos.

A Food and Agriculture Organization (FAO) proíbe a utilização da maioria dos pigmentantes artificiais na dieta animal devido a seus efeitos tóxicos sobre os produtos a serem consumidos pelo homem (1). Diante destas diretrizes, diversas criações de animais foram afetadas e a produção de ovos também não ficou imune aos embargos, devido a grande importância dos pigmentantes sobre a cor da gema dos ovos.

A cor da gema dos ovos resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenóides) na gema. Estes pigmentos não podem ser sintetizados pelos animais, e portanto, devem ser obtidos a partir da dieta, sendo que as fontes desses pigmentos podem ser naturais ou sintéticas (2). No Brasil as rações de aves são basicamente formuladas com o milho amarelo como principal fonte energética e de pigmentos naturais. Em caso da utilização de outra fonte energética pobre em pigmentantes como o sorgo, mandioca, trigo ou milho o produtor deve adicionar pigmentante à ração a fim de assegurar adequada pigmentação da pele do frango ou da gema dos ovos.

Dentre as fontes naturais de pigmentos, encontra-se o urucum (*Bixa orellana* L.), planta nativa, não carcinogênica e atóxica (1) que pode ser encontrada em toda América

Central e do Sul, incluindo o Caribe. A planta do urucum é um arbusto de porte médio que fornece frutos que no seu interior podem ser encontradas aproximadamente 50 sementes de coloração vermelho-alaranjado.

O urucum possui sementes ricas em carotenóides bixina e norbixina, sendo sua relação variável de acordo com o cultivar. De maneira geral, a parcela majoritária é encontrada sob a forma de bixina (3), que é atóxica e pode ser extraída a partir da polpa da semente (4) e pode ser empregada em muitos produtos, para alimentação humana e animal (5). A norbixina, por sua vez, é encontrada em pequenas quantidades nas sementes (6).

Os carotenóides apresentam capacidade pigmentante (7), atuam como precursores da vitamina A, como potencializadores da resposta imune e promotores da atividade antioxidante (8).

A maioria dos trabalhos com a utilização de urucum na alimentação animal baseia-se no aproveitamento de seus subprodutos e do extrato oleoso que pode ser obtido da semente. Para aves, as pesquisas concentram-se basicamente em determinar níveis ideais de inclusão dos subprodutos na dieta visando à manutenção da produtividade e melhoria na cor da gema dos ovos e da pele e carne dos frangos. Silva et al. (9) utilizaram extrato oleoso de urucum na alimentação de poedeiras com o objetivo de verificar os efeitos desse produto sobre a pigmentação da gema dos ovos e observaram que a adição de 0,1% do extrato de urucum às rações de poedeiras contendo 40% de sorgo resulta em pigmentação da gema dos ovos similar à obtida com rações contendo milho como fonte de energia.

A utilização de subproduto resultante da extração do pigmento da semente de urucum em rações de poedeiras comerciais foi realizada com rações formuladas com sorgo como fonte energética (4). Verificaram que 2% de inclusão do subproduto não alterou o desempenho e não foi suficiente para atingir cor de gema semelhante a alcançada com a utilização de milho. Da mesma forma, (10) concluíram que a adição de 4, 8 e 12% deste subproduto em rações contendo até 40% de sorgo não foi suficiente para obter cor de gema semelhante às rações formuladas a base de milho e farelo de soja. Porém, deve-se ressaltar que os resultados obtidos dependem da variedade de urucum utilizada e do método de extração do pigmento.

Um dos primeiros trabalhos efetuados com o objetivo de estudar os efeitos pigmentantes do urucum moído foi realizado por Campos (11) que substituiu 30% do milho pelo trigo e suplementou a ração com 1 e 2% de farinha de urucum, constatando que apenas 1% do produto foi suficiente para obter coloração da gema semelhante à conseguida em rações à base de milho. As aves que receberam 2% de suplementação produziram gema com coloração semelhante às de galinhas caipira, as quais são preferidas pelo consumidor brasileiro. Ao trabalhar com 1,06% de inclusão de farinha de semente de urucum em rações à base de sorgo (12), obteve cor da gema semelhante àquela com utilização de milho, constatando escore de 9 a 10 pontos no abanico colorimétrico.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da inclusão de semente de urucum moída sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com rações à base de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura de postura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP - Campus Botucatu. Foram utilizadas 336 poedeiras comerciais com 40 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental em blocos casualizados com sete tratamentos e seis repetições de oito aves por parcela (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos experimentais.

T1	Ração de produção à base de milho e farelo de soja
T2	Ração de produção à base de sorgo e farelo de soja
T3	Ração de produção a base de sorgo com 0,5% de urucum
T4	Ração de produção a base de sorgo com 1% de urucum
T5	Ração de produção a base de sorgo com 1,5% de urucum
T6	Ração de produção a base de sorgo com 2% de urucum
T7	Ração de produção a base de sorgo com 2,5% de urucum

As aves foram alojadas em aviário de produção, equipados com 42 gaiolas metálicas com as seguintes dimensões: 1,00 m de comprimento x 45 cm de profundidade e 40 cm de altura, dispostas em duas fileiras duplas com um corredor de serviço. As gaiolas apresentavam dois compartimentos internos, onde foram alojadas quatro aves por compartimento, totalizando oito aves por gaiola. Os comedouros eram independentes por gaiola e colocados frontalmente e os bebedouros tipo copo.

A composição das dietas utilizadas encontra-se na Tabela 2.

O experimento teve duração total de 112 dias, compreendendo quatro períodos de 28 dias. A ração e água foram fornecidos “ad libitum” com controle semanal de consumo de ração e peso dos ovos (para cálculo da massa de ovos e conversão alimentar por quilograma de ovos), e diariamente foi efetuado o controle de produção de ovos e mortalidade. Ao final de cada ciclo de 28 dias foram coletados dois ovos de cada repetição por três dias consecutivos para avaliação da qualidade interna e externa.

Tabela 2. Composição percentual e calculada da ração no período experimental

Ingredientes (%)	Tratamentos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Milho	52,93	-	-	-	-	-	-
Sorgo	-	55,57	55,04	54,50	53,98	53,46	52,93
Farelo de soja	26,30	20,66	20,60	20,55	20,49	20,43	20,38
Farelo de trigo	10,72	13,51	13,59	13,68	13,76	13,84	13,92
Urucum	-	-	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
Calcário calcítico	7,93	7,97	7,97	7,97	7,96	7,96	7,96
Fosfato bicálcico	1,38	1,35	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Sal	0,35	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Suplemento vitamínico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento mineral	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina	0,19	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
L-Lisina	-	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada							
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Proteína Bruta (%)	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50
Metionina (%)	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Lisina (%)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Metionina + Cistina (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Cálcio (%)	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Fósforo Disponível (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Carotenóides (mg)	0,67	-	0,26	0,52	0,78	1,05	1,31

Enriquecimento mineral por kg de ração: Cobre: 8 mg, Ferro: 50 mg, Manganês: 70 mg, Zinco: 50 mg, Iodo: 1,2 mg, Selênio: 0,2 mg, Veículo QSP: 1 g. Enriquecimento vitamínico por kg de ração: vitamina A: 7.000UI, vitamina D3: 2.000UI, vitamina E: 5 mg, vitamina K3: 1,6 mg, vitamina B2: 3 mg, vitamina B12: 8mcg, Niacina: 20 mg, Ácido Pantotênico: 5 mg, Antioxidante: 15mg, Veículo QSP: 1g.

T1- ração à base de milho e farelo de soja; T2- ração à base de sorgo e farelo de soja; T3- ração à base de sorgo com 0,5% de urucum; T4- ração à base de sorgo com 1% de urucum; T5- ração à base de sorgo com 1,5% de urucum; T6- ração à base de sorgo com 2% de urucum e T7- ração à base de sorgo com 2,5% de urucum.

As características avaliadas foram: produção de ovos, consumo de ração, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos, gravidade específica calculada segundo metodologia descrita por (13), espessura de casca, percentagem de casca, albúmen e gema, unidades Haugh e cor da gema, estimada pela comparação da coloração da gema com o leque colorimétrico da Roche® e por três leituras feitas em cada gema pelo colorímetro Minolta CR-200b.

A composição bromatológica da semente de urucum moída foi realizada no Laboratório de Bromatologia desta Faculdade, obtendo-se os valores constantes na Tabela 3.

Tabela 3. Análise bromatológica da semente de urucum moída

Urucum	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	FB (%)	ENN (%)
	91,32	12,99	5,0	5,1	2,34	74,57

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; FB: fibra bruta; ENN: extrato não nitrogenado.

A partir da análise bromatológica foi realizada a determinação da energia metabolizável da semente de urucum utilizando a equação proposta por (14) para predição da energia metabolizável do sorgo de baixo tanino ($EM = 31,02 \times PB + 77,03 \times EE + 37,67 \times EEN$) onde: EM: energia metabolizável; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; EEN: extrato não nitrogenado; obtendo-se o valor $EM = 3597,152$ kcal/kg.

A determinação da quantidade de carotenóides presentes no milho e na semente de urucum moída e no milho foi efetuada por espectrofotometria no laboratório do Instituto de Tecnologia de Alimentos da UNICAMP, obtendo-se 1,27 mg/100g de carotenóides totais para o milho, 2,81 mg/100g de bixina e 2,42 mg/100g de norbixina para a semente de urucum.

Para análise dos resultados foi utilizada a análise de variância e para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey ($P < 0,05$). O pacote computacional utilizado foi o Sisvar 4.6 (15).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 pode-se observar os resultados de desempenho de poedeiras alimentadas com rações à base de milho, sorgo e diferentes níveis de urucum.

Tabela 4. Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de inclusão de semente de urucum moída

Trat. ¹	Consumo Ração (g/ave/dia)	Peso do ovo (g)	Produção ovos (%)	CA/dz ²	CA/kg ³	Massa de ovos (g)
T1	120,24	59,91	95,53 ^a	1,51	2,13	56,98
T2	114,41	60,60	91,97 ^{ab}	1,51	2,09	54,98
T3	115,41	59,57	92,00 ^{ab}	1,51	2,15	55,10
T4	116,43	61,89	91,44 ^{ab}	1,52	2,05	57,06
T5	113,94	59,03	90,21 ^b	1,58	2,25	53,52
T6	118,58	61,02	91,28 ^{ab}	1,58	2,17	54,18
T7	115,19	62,39	91,17 ^b	1,57	2,12	56,13
Média	116,31	60,63	91,94	1,54	2,14	55,42
C.V.(%)	3,66	3,70	2,62	4,26	6,10	4,76

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

¹ T1- ração à base de milho e farelo de soja; T2- ração à base de sorgo e farelo de soja; T3- ração à base de sorgo com 0,5% de urucum; T4- ração à base de sorgo com 1% de urucum; T5- ração à base de sorgo com 1,5% de urucum; T6- ração à base de sorgo com 2% de urucum e T7- ração à base de sorgo com 2,5% de urucum.

² Conversão Alimentar por dúzia de ovos, ³ Conversão Alimentar por quilograma de ovos.

A inclusão da semente de urucum moída na dieta não influenciou ($P>0,05$) o consumo de ração, peso do ovo, CA/dz, CA/kg e massa de ovos. Estes resultados coincidem com os encontrados por (4) e (12). Estes pesquisadores não observaram efeito significativo ($P>0,05$) de semente residual de urucum e extrato de urucum, sobre o desempenho de poedeiras comerciais. A produção de ovos diferiu significativamente ($P<0,05$) sendo o tratamento à base de milho o que obteve maior produção comparado aos tratamentos com inclusão de 1,5 e 2,5% de urucum. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários e não diferiram entre si.

Estes resultados diferem de (10), que trabalharam com inclusão de semente residual de urucum em dietas com 40% de sorgo e obtiveram maior produção de ovos com o aumento da inclusão de urucum.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados relativos à qualidade dos ovos.

Tabela 5. Qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas a base de milho e a base de sorgo com diferentes níveis de inclusão de semente de urucum moída

Trat. *	P.O. ¹	G.E. ²	Alt.G. ³	Alt.A. ⁴	P.G. ⁵	P.C. ⁶	Espes. ⁷	U.H. ⁸
T1	61,42	1,085	18,07	7,46	28,91	9,23	0,396	87,29
T2	61,11	1,087	17,80	7,72	28,50	9,37	0,395	90,64
T3	61,57	1,087	17,93	8,13	28,89	9,04	0,396	87,84
T4	60,44	1,088	18,19	8,26	29,78	9,14	0,395	87,86
T5	61,59	1,087	18,08	8,17	28,94	9,62	0,394	88,02
T6	61,77	1,084	18,05	8,29	29,02	9,27	0,397	90,24
T7	61,30	1,087	18,10	8,49	28,64	9,59	0,397	87,07
Média	61,31	1,087	18,03	8,08	28,95	9,32	0,396	88,42
C.V. (%)	2,77	0,35	2,06	7,34	3,58	4,76	0,77	6,36
Signif.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

1 Peso do ovo (g); 2 Gravidade Específica (g/cm³); 3 Altura de gema (mm); 4 Altura de albúmen (mm); 5 Peso da gema (g); 6 Peso da casca (g); 7 Espessura de casca (mm); 8 Unidade Haugh.

* T1- ração à base de milho e farelo de soja; T2- ração à base de sorgo e farelo de soja; T3- ração à base de sorgo com 0,5% de urucum; T4- ração à base de sorgo com 1% de urucum; T5- ração à base de sorgo com 1,5% de urucum; T6- ração à base de sorgo com 2% de urucum e T7- ração à base de sorgo com 2,5% de urucum.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis de qualidade dos ovos. Os resultados encontrados são semelhantes aos verificados por (9), (16), (4), (17) e (18), onde estes autores trabalharam com diferentes produtos e subprodutos de urucum com diferentes níveis de inclusão e não encontraram diferenças estatísticas para peso do ovo, gravidade específica, altura de gema, altura de albúmen, peso da gema, peso da casca e espessura de casca.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados de cor de gema.

Houve efeito significativo do tratamento sobre a coloração da gema medida pelo abanico colorimétrico. Pela análise de regressão pode-se constatar efeito linear significativo do nível de inclusão de semente de urucum moída sobre a coloração da gema mensurada pelo abanico colorimétrico, que pode ser expresso pela equação $Y=3,15 + 4,79X$, $R^2 = 90,61\%$ onde X é o nível de inclusão da semente de urucum e Y a cor da gema dos ovos. De acordo com a equação obtida, 0,89% de inclusão de semente de urucum moída na ração a base de sorgo já seria suficiente para alcançar a cor 7,44 obtida pelo tratamento à base de milho.

Tabela 6. Cor da gema dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas à base de sorgo e diferentes níveis de inclusão de semente de urucum moída.

Trat.*	Cor da gema (Abanico)	Cor da gema (Colorímetro)		
		Cor L	Cor a*	Cor b*
T1	7,44 ^d	53,06 ^{ab}	1,01 ^d	35,72 ^a
T2	1,16 ^e	55,08 ^a	-2,74 ^e	18,38 ^d
T3	6,33 ^d	52,77 ^b	1,00 ^a	27,86 ^c
T4	9,38 ^c	51,88 ^{bc}	3,20 ^{cd}	30,42 ^{bc}
T5	11,72 ^b	51,54 ^{bcd}	4,21 ^{bc}	31,43 ^b
T6	12,44 ^{ab}	50,46 ^{cd}	6,45 ^{ab}	32,02 ^b
T7	13,80 ^a	49,68 ^d	7,36 ^a	32,93 ^{ab}
Média	8,90	52,07	2,93	29,82
C.V. (%)	10,89	2,33	52,16	6,42

* T1- ração à base de milho e farelo de soja; T2- ração à base de sorgo e farelo de soja; T3- ração à base de sorgo com 0,5% de urucum; T4- ração à base de sorgo com 1% de urucum; T5- ração à base de sorgo com 1,5% de urucum; T6- ração à base de sorgo com 2% de urucum e T7- ração à base de sorgo com 2,5% de urucum.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por (2) que trabalharam com diferentes níveis de cantaxantina para poedeiras comerciais e encontraram efeito quadrático dos níveis do pigmentante sobre a coloração das gemas. Utilizando rações compostas por sorgo em substituição ao milho em 50% (19), constataram efeito linear significativo da utilização de 1 e 2% de urucum na dieta de poedeiras durante 28 dias. Os valores estimados de cor de gema foram 7,68 e 8,52 para os níveis 1 e 2% de urucum, respectivamente. Estes resultados são contrários aos do presente estudo, onde se observou coloração 7,45 para o tratamento com 1% de inclusão de semente de urucum e coloração 12,37 para o tratamento com 2% de urucum. Esta diferença pode ser explicada pelo fato desses autores terem utilizado substituição do milho pelo sorgo em apenas 50%, enquanto no presente estudo utilizou-se total substituição de milho por sorgo.

Para a análise de coloração das gemas feitas pelo colorímetro, para a cor L, que avalia a luminosidade, pode-se constatar efeito linear significativo do nível de inclusão de semente de urucum moída sobre a coloração da gema mensurada que pode ser expresso pela equação $Y=54,35 - 1,95X$, $R^2 = 93,21\%$ onde X é o nível de inclusão da semente de urucum e Y a cor L da gema dos ovos. De acordo ainda com essa equação é necessária a inclusão de 0,66% de urucum para atingir o valor de 53,06 alcançado pelo tratamento à base de milho. Estes resultados são contrários aos encontrados por (17), que com 2,0% e inclusão de urucum conseguiram a melhor luminosidade.

Foi constatado efeito linear significativo do nível de inclusão de semente de urucum moída sobre a coloração da gema mensurada pelo colorímetro, para a cor a* que mede a intensidade de vermelho e que pode ser expresso pela equação $Y= -1,60 + 3,88X$, $R^2 = 95\%$ onde X é o nível de inclusão da semente de urucum e Y a cor da gema dos ovos. Esses resultados mostram que o valor negativo obtido pelo tratamento a base de sorgo sem a inclusão de urucum indica total ausência de coloração vermelha, chegando à coloração esverdeada, sendo necessária a inclusão de 0,67% de urucum para atingir o valor de 1,01 alcançado pelo tratamento à base de milho. Deve-se considerar que o nível de cor a* alcançado pelo tratamento com inclusão de 2,5% de urucum apresentou valor muito superior aos demais, pois a cor a* é indicativo de cor vermelha, que é uma cor característica da bixina, o carotenóide majoritário do urucum, enquanto a zeaxantina, o carotenóide predominante do milho, conduz a uma cor amarela. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por (20), que trabalharam com inclusão de extrato de pimentão vermelho moído e obtiveram coloração a* superior à alcançada com o tratamento à base de milho.

A análise de regressão mostra que a cor b^* aumentou de forma quadrática com o aumento da inclusão da semente de urucum, segundo a equação $Y = 19,66 + 13,99X - 3,62X^2$, $R^2=93\%$, onde X é o nível de inclusão da semente de urucum e Y a cor b^* da gema dos ovos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por (10), que trabalharam com 12% de inclusão de semente residual de urucum e não conseguiram alcançar a cor b^* atingida pelo milho. Resultados semelhantes também foram encontrados por (17), que trabalhando com 2,0% de urucum não alcançaram a cor b^* do tratamento à base de milho.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a inclusão de 0,89% de semente de urucum moída nas rações à base de sorgo não prejudica o desempenho das aves e promove pigmentação da gema dos ovos semelhante à obtida com rações à base de milho, o que mostra que é viável a utilização de semente de urucum moída em substituição aos pigmentantes sintéticos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.

À FUNDUNESP pelo auxílio à pesquisa, que possibilitou a execução do projeto.

REFERÊNCIAS

1. Constant PB, Stringheta PC, Sandi D. Corantes alimentícios. Bol Centro Pesqui Process Aliment. 2002; 20: 203-20.
2. Garcia EA, Mendes AA, Gonçalves HC, Oliveira RP, Silva MA. Efeitos dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Rev Bras Ciênc Tecnol Avic. 2002; 4: 55-61.
3. Preston HD, Rickard MD. Extraction and chemistry of annatto. Food Chem. 1980; 5: 47-56.
4. 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 sci Anim Sci. 2007; 29: 129-33.
5. Franco CFO, Silva FCP, Filho JC, Neto MB, José ARS, Rebouças TNH, et al. Urucuzeiro: agronegócio de corantes naturais. João Pessoa: EMEPA/SAIA; 2000.
6. Mercadante AZ, Pfander H. Carotenoids from annatto: a review. Recent Res Dev Agric Food Chem. 1998; 2: 79-91.
7. Ambrosio CLB, Campos FACS, Faro ZP. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. Rev Nutr PUCCAMP. 2006; 19: 233-43.
8. Melendez-Martinez AJ, Vicario IM, Heredia FJ. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Arch Latinoam Nutr. 2004; 54: 149-55.
9. Silva JHV, Albino LFT, Godói MJS. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. Rev Bras Zootec. 2000; 29: 1435-9.

10. Silva JHV, Silva EL, Filho JJ, Ribeiro MLG, Costa FGP. Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. *Rev Ciênc Agrotec.* 2006; 30: 988-94.
11. Campos J. Efeito do urucum na cor da gema dos ovos. *Rev Ceres.* 1955; 9: 349-53.
12. Araya HH, Murillo MR, Vargas EG. Composición y empleo del achiote (*B. orellana* L.) en raciones para gallinas ponedoras, para la pigmentación de la yema del huevo. *Agronomica Costaricense.* 1977; 1: 143-50.
13. Stadelman WJ, Cotterill OJ. *Egg science and technology.* 3th ed. Binghamton (NY): Food Products Press; 1986.
14. Janssen WMMA. *European table of energy values for poultry feedstuffs.* 3th ed. Beekbergen: The Netherlands; 1989.
15. Ferreira, DF. Programa Sisvar.exe. Sistema de análises de variância. Versão 3.04, 1998.
16. Pereira AV, Kishibe R, Loddi MM, Borges AS, Arika J. Utilização da bixina como pigmentante natural da gema de ovos de poedeiras comerciais. *Anais do 2º Congresso de Produção Comercialização e Consumo de Ovos;* 2000, São Paulo.
17. Harder MNC. Efeito do urucum (*Bixa orellana*) na alteração de características de ovos de galinhas poedeiras [dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo; 2005.
18. Kishibe R, Pereira A, Borges AS, Arika J, Loddi MM. Norbixina como pigmentante das gemas de ovos de poedeiras comerciais. *Anais do 2º Congresso de Produção Comercialização e Consumo de Ovos;* 2000, São Paulo.
19. Saldanha EPBS, Laganá C, Turco PHN, Garcia EA, Kakimoto SK. Tempo de pigmentação e despigmentação de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com pigmentantes naturais na dieta. *Anais do 7º Congresso de Produção Comercialização e Consumo de Ovos;* 2009, São Pedro.
20. Biscaro LM, Canniatti-brazaca SG. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. *Rev Ciênc Agrotec.* 2006; 30: 1130-4.

Recebido em: 09/02/2009

Aceito em: 13/10/2009