

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CAMPUS CURITIBANOS
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

Bárbara Vitória Marçal

**ADITIVOS ALIMENTARES PIGMENTANTES DE GEMA PARA POEDEIRAS
AVALIADOS POR DIFERENTES METODOLOGIAS**

Curitibanos
2021

Bárbara Vitória Marçal

ADITIVOS ALIMENTARES PIGMENTANTES DE GEMA PARA POEDEIRAS
AVALIADOS POR DIFERENTES METODOLOGIAS

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Medicina veterinária do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Médico Veterinário.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Aline Félix Schneider Bedin.

Curitiba

2021

Ficha de identificação da obra

Marçal, Bárbara Vitória
ADITIVOS ALIMENTARES PIGMENTANTES DE GEMA PARA
POEDEIRAS AVALIADOS POR DIFERENTES METODOLOGIAS / Bárbara
Vitória Marçal ; orientador, Aline Schneider Bedin, 2021.
35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Medicina Veterinária, Florianópolis,
2021.

Inclui referências.

1. Medicina Veterinária. 2. Caroteinoide. 3. Páprica.
4. Pigmentação. I. Schneider Bedin, Aline. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Medicina
Veterinária. III. Título.

Bárbara Vitória Marçal

ADITIVOS ALIMENTARES PIGMENTANTES DE GEMA PARA POEDEIRAS
AVALIADOS POR DIFERENTES METODOLOGIAS

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Medicina Veterinária.

Curitiba, 30 de setembro de 2021

Prof. Dr. Malcon Andrei Martinez Pereira
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Aline Félix Schneider Bedin
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof., Dr. Álvaro Menin
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof.^a, Me. Raissa Moreira de Moraes
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Este trabalho é dedicado aos meus amados pais, minha família, amigos, professores e todos que de alguma fizeram parte dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Eliane e Marcus, por acreditarem em meu sonho e não medirem esforços. Tudo o que sei sobre força e perseverança aprendi através deles. Agradeço também aos meus avós, tios e tias, primos e primas por vibrarem minhas conquistas como se fossem suas.

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Dr^a Aline Félix Schneider Bedin, que além de excelente profissional, é uma pessoa incrível. Obrigada pelos ensinamentos, assistência e disponibilidade, não teria alguém mais especial para essa função.

Agradeço imensamente ao D.Sc. Everton Luís Krabbe, meu supervisor, pela oportunidade e por todas as portas abertas. Sou fã desse pesquisador excepcional!

Gratidão à Embrapa Suínos e Aves e todos os colaboradores pela hospitalidade, desde o primeiro dia de estágio me senti acolhida. Em especial, às minhas colegas Me. Adenise Bottcher, Zootec. Larissa Pereira, Mvs. Fernanda Facioli, Caroline Bordignon e Gabrielly Bonatto, pelo carinho e todo conhecimento compartilhado.

Agradeço aos meus amigos de infância, Mabel Becker, Iara Machado, Isaque Magistralli e Uanderson Coutinho, pelos conselhos e por entenderem minha ausência durante o período de graduação.

Agradeço também as minhas parceiras de curso, Letícia Lipert, Fernanda Conte, Thaís Sasso, Maria Helena Aguiar, Sylvia Brollo e Léa Oravec. Sem dúvidas vocês tornaram o caminho mais leve e divertido.

“Os sonhos não determinam o lugar onde vocês vão chegar, mas produzem a força necessária para tirá-los do lugar em que estão. Sonhem com as estrelas para que vocês possam pisar pelo menos na Lua. Sonhem com a Lua para que vocês possam pisar pelo menos nos altos montes. Sonhem com os altos montes para que vocês possam ter dignidade quando atravessarem os vales das perdas e das frustrações.

Bons alunos aprendem a matemática numérica, alunos fascinantes vão além, aprendem a matemática da emoção, que não tem conta exata e que rompe a regra da lógica. Nessa matemática você só aprende a multiplicar quando aprende a dividir, só consegue ganhar quando aprende a perder, só consegue receber, quando aprende a se doar.”

Augusto Cury.

RESUMO

Objetivou-se comparar a capacidade pigmentante de aditivo natural a base de cantaxantina e páprica. Foram utilizadas 336 poedeiras da linhagem ISA Brown com 70 semanas de idade criadas sobre cama aviária de maravalha, no município de Ouro - SC. As dietas experimentais foram formuladas a base milho, farelo de soja, farelo de trigo, minerais, vitaminas e aminoácidos, sendo: T1 - ração controle (RC) sem suplementação com pigmentante; T2 - RC com 0,004% de Cantaxantina; e T3 ao T8 - RC com adição de níveis crescentes do aditivo pigmentante Sun Red 50, a base de oleoresina de páprica, nas seguintes concentrações: 0,033%, 0,066%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%. As coletas de ovos ocorreram nos dias 14, 30 e 42 após a introdução das rações. Para determinação da cor das gemas, foram utilizadas três metodologias: leque colorimétrico (LC), Digital Egg Tester (DET) e Digital YolkFan (DYF). O uso de páprica é eficiente na pigmentação de gema de ovos de galinhas poedeiras quando ministrada em rações a base de milho e soja. A inclusão de 0,2% a 0,4% do pigmentante natural às dietas de galinhas poedeiras pode ser utilizada como forma de substituir 0,004% de cantaxantina.

Palavras-chave: Carotenoide. Páprica. Pigmentação.

ABSTRACT

The objective was to compare the pigmentation capacity of a natural additive based on canthaxanthin and paprika. Three hundred and thirty-six layers of the 70-week-old ISA Brown lineage were used, reared on shavings poultry litter, in the city of Gold - SC. The experimental diets were based on corn, soybean meal, wheat bran, minerals, vitamins and amino acids, as follows: T1 - control diet (RC) without pigment supplementation; T2 - RC with 0.004% canthaxanthin; and T3 to T8 - RC with the addition of increasing levels of the pigment additive Sun Red 50, based on paprika oleoresin, in the following concentrations: 0.033%, 0.066%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%. Egg collections took place on days 14, 30 and 42 after the introduction of the rations. To determine the color of the yolks, three methodologies were used: colorimetric fan (LC), Digital Egg Tester (DET) and Digital YolkFan (DYF). The use of paprika is efficient in the pigmentation of egg yolks of laying hens when administered in corn and soybean-based diets. The inclusion of 0.2% to 0.4% of natural pigment in the diets of laying hens can be used as a way to replace 0.004% of canthaxanthin.

Keywords: Carotenoid. Paprika. Pigmentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Leque colorimétrico da DSM®	22
Figura 2 - Digital Egg Tester, DET-6000	24
Figura 3 - Digital YolkFan	35
Figura 4 - Disposição dos boxes experimentais. (A) Galinhas poedeiras criadas sobre cama aviária. (B) Ninhos de madeira com 6 bocas	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição das rações experimentais	23
Tabela 2 - Índices de cor de gema obtidos aos 14, 30 e 42 dias após a introdução das dietas experimentais, determinadas a partir de três metodologias: Digital Egg Tester (DET), leque colorimétrico (LC) e Digital YolkFan (DYF)	28
Tabela 3 - Médias de pigmentação de gema em função dos métodos de avaliação de cor	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
AVAL	Associação Brasileira da Avicultura Alternativa
cm	Centímetros
DET	Digital Egg Tester
DYC	Digital YolkFan
FDA	Food and Drug Administration
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gramas
HFAC	Humane Farm Animal Car
kg	Quilograma
LC	Leque Colorimétrico
m	Metros
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
OMS	Organização Mundial da Saúde
®	Marca registrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUÇÃO DE OVOS	15
2.1.1. Sistema de criação <i>Cage-free</i>	15
2.1.2. Sistema de criação <i>Free range</i>	16
2.1.3. Sistema de produção de ovo caipira ou colonial	17
2.2. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE OVOS	17
2.2.1. Princípio da pigmentação da gema	18
2.2.2. Pigmentantes de gema	18
2.2.2.1. <i>Pigmentantes sintéticos</i>	19
2.2.2.1.1. Cantaxantina	19
2.2.2.2. <i>Pigmentantes naturais</i>	19
2.2.2.2.1. Páprica	20
2.2.2.2.2. Extrato de Urucum	20
2.2.3. Métodos de avaliação de cor de gema	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 COMPARATIVO DA COR DE GEMA EM FUNÇÃO DO ADITIVO PIGMENTANTE	28
4.2 COMPARATIVO DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE COR DE GEMA	29
5. CONCLUSÃO	31

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil têm se destacado na escala produtiva de ovos comerciais, estando entre os maiores produtores do mundo. De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), no ano de 2020 a produção de ovos no país foi de 53 bilhões de unidades, sendo 99,7% destas, destinadas ao mercado interno. Em relação ao consumo per capita no mesmo ano, o Brasil alcançou a marca histórica de 251 unidades por habitante, ultrapassando a média mundial de 230 unidades (ABPA, 2021).

A cor da gema é um importante critério para a escolha dos ovos pelo consumidor, sendo considerada um indicador de qualidade (HERNANDEZ; BLANCH, 2000; SEEMANN, 2000). De maneira geral, o imaginário popular mantém a ideia que galinhas caipiras apresentam ovos com gemas mais pigmentadas pelo acesso a pastagens, e portanto, mais saudáveis.

A coloração é resultado da deposição de pigmentos carotenoides obtidos através do alimento. Estes pigmentos não são sintetizados pelos animais, portanto devem ser fornecidos nas dietas, tanto de fontes naturais como sintéticas (BREITHAUPT, 2007).

Grande parte das pesquisas referentes ao uso de pigmentantes de gema foram realizadas com a adição dietética de produtos sintéticos. Contudo, a ABNT, órgão responsável por regulamentar as normas de sistemas alternativos de criação de aves, como de galinhas caipiras por exemplo, proíbe o uso de pigmentantes sintéticos.

Além disso, com a recente proibição da maioria dos pigmentantes artificiais para aves pelo Comitê FAO/OMS (o qual a legislação brasileira se baseia), a busca por corantes naturais aumentou (VALENTIM *et al.*, 2019).

Neste sentido, o objetivo do trabalho é comparar a capacidade pigmentante de gema da cantaxantina com a oleoresina de páprica na dieta de galinhas poedeiras criadas sobre cama aviária, além de comparar diferentes metodologias de determinação da cor de gema.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUÇÃO DE OVOS

São considerados sistemas alternativos de produção de ovos todos aqueles que diferem do sistema convencional. Nestes, as aves estarão em contato com o piso do galpão, livres para expressar comportamentos naturais de conforto, como uso de ninhos para postura, ciscar e empoleirar, realizar “banhos de areia”, além de esticar e bater asas (SILVA *et al.*, 2006).

A Associação Brasileira da Avicultura Alternativa (AVAL), Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) e o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) não possuem informações precisas do tamanho real dos plantéis de produção de ovos em sistemas alternativos, os dados que se têm acesso dizem respeito ao histórico de vendas de equipamentos necessários para a criação das aves. Estima-se que 5% da produção de ovos do país seja oriunda de sistemas alternativos, ou seja, quase a totalidade dos produtores ainda produz ovos em gaiolas convencionais (SILVA; BUSS, 2019).

A produção animal atual deve acompanhar as mudanças e adaptações necessárias para que os protocolos de bem-estar sejam atendidos. Contudo, o custo operacional da mudança de sistemas de gaiolas para outros sistemas é oneroso para os produtores, devendo ser planejado para implantação em curto, médio e longo prazo, conforme a realidade técnico-econômica da granja.

Os chamados *non-cage systems* basicamente são divididos em duas modalidades: *cage-free* e *free range*.

2.1.1. Sistema de criação *Cage-free*

Neste sistema, as aves podem ser criadas com ou sem cama de aviário, soltas em galpões com acesso a ninhos, poleiros, local para banho de areia, em piso que permita o desgaste das unhas pelo ato de ciscar (SILVA; BUSS, 2019).

A produção em sistemas alternativos não precisa ser necessariamente certificada. Mas as granjas que desejam receber tal certificação devem seguir os protocolos e padrões regidos pela Humane Farm Animal Care (HFAC). Os padrões exigidos pela certificadora foram estabelecidos de acordo com a fase fisiológica da ave. Para obtenção do selo de bem-estar animal “Certified Humane” é proibido o manejo de debicagem, a única medida permitida é o aparo do bico desde que realizado antes dos 10 dias de idade. Além disso, a muda forçada por meio da privação de alimento também é proibida (SILVA; BUSS, 2019).

Outro ponto é o estado de conservação do galpão, o mesmo deve estar em condições adequadas para uso, a fim de evitar ferimentos nas aves. A ventilação, temperatura e níveis de concentração de amônia devem ser controlados. O programa de luz deve obedecer o fornecimento mínimo de 6 horas contínuas de escuro e 8 horas contínuas de luz. Os ninhos seguem uma proporção de 1 para cada 5 galinhas. Os poleiros obrigatórios assim como os ninhos, devem ser introduzidos a partir da quarta semana de idade, fornecendo para cada ave 7,5 cm. Já na fase de postura, o espaço para deve ser ajustado para 15 cm/ave (SILVA; BUSS, 2019).

2.1.2. Sistema de criação *Free range*

O sistema *free range* se difere do anterior por ter acesso a pastagens na área externa. As pastagens apresentam quantidades significativas de pigmentos naturais que irão influenciar na coloração da gema do ovo, agradando os consumidores (SILVA; BUSS, 2019).

Todas as exigências do *cage-free* se aplicam neste sistema, no entanto, as aves devem ter a possibilidade de acesso a uma área externa com pastagem por pelo menos 6 horas no dia. O objetivo do galpão é servir de abrigo quando as condições do tempo não são favoráveis, além de ser um espaço seguro durante a noite, livre de predadores. As normas de bem-estar animal determinam que o piso seja coberto com materiais como: maravalha, pó de pinus ou casca de arroz (SILVA; BUSS, 2019).

2.1.3. Sistema de produção de ovo caipira ou colonial

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) entende-se por sistema de produção de ovo caipira o sistema de produção de ovos comerciais oriundos de galinhas caipiras, com acesso a áreas de pastejo em sistema semiextensivo e que não recebem aditivos zootécnicos melhoradores de desempenho e anticoccidianos profilaticamente (ABNT, 2019).

Para a criação do sistema caipira, todos os critérios citados no sistema *cage-free* devem ser cumpridos, além dos requisitos adicionais determinados pela ABNT. A densidade dentro dos galpões para esse tipo de criação não pode ser superior a 7 aves/m² (SILVA; BUSS, 2019).

Por legislação, a alimentação deve ser exclusivamente de origem vegetal sem a utilização de óleos vegetais reciclados e corantes sintéticos, que rotineiramente são empregados nas criações convencionais para acentuar a cor de gema. Também não é permitido o uso de melhoradores de desempenho e anticoccidianos profiláticos (SILVA; BUSS, 2019).

2.2. QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE OVOS

A qualidade dos ovos está relacionada a um conjunto de características que influenciam na aceitabilidade do produto pelos consumidores, sendo determinada por aspectos externos e internos. Os aspectos externos dizem respeito à casca, considerando a estrutura e higiene, enquanto que os internos estão associados ao albúmen, cor de gema, câmara de ar, odor, sabor e manchas de sangue (MENDES, 2002).

Além disso, assim como todo produto de origem animal, o ovo é um alimento perecível que começa a perder qualidade logo após a oviposição, especialmente na ausência de métodos adequados de armazenamento. A estocagem prolongada afetará tanto o albúmen quanto a gema (WARDY *et al.*, 2010).

2.2.1. Princípio da pigmentação da gema

A coloração da gema do ovo se deve à deposição de carotenoides xantofílicos, encontrados de maneira natural em alimentos como o milho, ou fabricados em laboratório, como a cantaxantina. O grau de pigmentação irá depender da concentração de xantofila do alimento, da composição da ração e das condições de saúde da ave (GARCIA *et al.*, 2002).

Quimicamente, os carotenoides dividem-se em dois grupos: carotenos e xantofilas. Os carotenos são compostos hidrocarbonados, enquanto que as xantofilas, oxigenadas (GOODWIN, 1965). Nutricionalmente, os carotenos apresentam atividade pró-vitamina A superior as xantofilas (OLSON, 1999).

Para que um carotenoide tenha capacidade pigmentante ele deve possuir em sua molécula grupos funcionais e oxigênio (COELLO, 1993). Sete duplas ligações conjugadas conferem ao carotenoide a cor amarelada, e à medida que o número de ligações aumenta, mais avermelhado o pigmento será (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). De acordo com GARCIA *et al.* (2002), os carotenóides utilizados como aditivos na ração de poedeiras são classificados em sintético amarelo e vermelho, e natural amarelo-avermelhado e vermelho.

Além de ótimos pigmentantes, os carotenoides desempenham funções como potencializadores da resposta imune, ação antioxidante e foto-protetora de tecidos vegetais e animais expostos a luz, radiação e/ou ar atmosférico (AMBROSIO *et al.*, 2006; MANACH *et al.*, 2004).

2.2.2. Pigmentantes de gema

Pigmentantes ou corantes são aditivos sensoriais que conferem ou intensificam a cor dos produtos destinados à alimentação animal. Podem ser naturais, artificiais ou inorgânicos (BELLAYER, 2000).

A cor da gema está intimamente ligada com a aceitação do produto final, sendo um componente fundamental de qualidade, que apesar de subjetivo, induz ao consumidor sobre sabor e aroma (SILVA *et al.*, 2000). Sendo assim, na indústria

avícola, é imprescindível o uso de substâncias pigmentantes de gema (ARAYA *et al.*, 1997).

2.2.2.1. *Pigmentantes sintéticos*

2.2.2.1.1. Cantaxantina

A cantaxantina é um ceto-carotenóide pertencente ao grupo das xantofilas, amplamente utilizado na indústria alimentícia e de cosméticos (FONTANA *et al.*, 2000; GARCIA *et al.*, 2002).

Segundo Hannibal *et al.* (2000), este é o corante sintético mais utilizado para intensificar a cor da gema de ovos de galinhas e codornas. Embora seja encontrada em cogumelos, alguns peixes e em aves como os flamingos, a cantaxantina utilizada como aditivo em dietas de aves comerciais é de origem sintética, visto que quantidade produzida de maneira natural é inviável para extração (CARNEIRO, 2013).

A concentração limite para este pigmento, tanto na alimentação humana quanto animal, de acordo com a FDA é de 10% de inclusão como corante artificial (66 mg/kg) e fármaco, devido a incidência de uma retinopatia resultado do consumo prolongado (FRIEDMAN, 2005).

2.2.2.2. *Pigmentantes naturais*

O alto custo dos pigmentantes sintéticos, além dos possíveis efeitos prejudiciais à saúde dos consumidores e animais, têm estimulado pesquisas sobre o uso de substâncias naturais com a mesma função (GARCIA *et al.*, 2015).

A denominação “natural” não deve ser entendida como sinônimo de saudável, e da mesma forma que os corantes sintéticos, os naturais precisam de especificações sobre a quantidade máxima permitida e restrições de uso (CARNEIRO, 2013).

Dentre as fontes pigmentantes naturais mais utilizadas nas rações do país estão as derivadas do urucum (*Bixa orellana*), açafrão (*Curcuma longa*), extrato de

pétala de marigold (*Tagetes erecta*) e páprica (*Capsicum annum*) (MOURA *et al.*, 2011).

2.2.2.2.1. Páprica

A páprica é um pó de coloração vermelha obtido através da moagem de frutos desidratados de pimentão (*Capsicum annum*), sendo considerada um dos condimentos mais consumidos no mundo (GRUBBEN; DENTON, 2004).

A páprica apresenta entre 4 e 8 g/kg de xantofilas, dentre elas a capsantina, capsorubina, zeaxantina, capsoluteína, violaxantina, beta-caroteno e beta-criptoxantina. A capsantina representa 50 a 70% das xantofilas presentes na páprica, e confere ao pigmento a cor vermelho-alaranjado (TOPUZ; OZDEMIR, 2003; GALOBART *et al.*, 2004).

O processamento do pimentão para transformá-lo em páprica baseia-se em duas etapas: secagem e moagem. A moagem é um processo destrutivo, que leva a perda de 42,7 a 55,2% do conteúdo total dos carotenoides. Enquanto que na secagem, os carotenoides somente serão afetados por fatores condicionais como maturidade, variedade e genético do pimentão utilizado (MÍNGUEZ-MOSQUERA; HORNERO-MÉNDEZ, 1997).

2.2.2.2.2. Extrato de Urucum

O extrato de urucum é um produto industrial obtido pela remoção dos pigmentos da semente de urucum (*Bixa orellana L.*) diluídos em solução oleosa (FRANCO *et al.*, 2002). Este, representa cerca de 90% dos pigmentantes naturais usados no Brasil e 70% do mundo (TOCCHINI; MERCADANTE, 2001), inclusive na pigmentação de gema de ovos de galinhas poedeiras (OLIVEIRA, 2004).

O urucum é um arbusto nativo da floresta amazônica, que emite frutos e sementes. As sementes são tradicionalmente usadas por índios para confecção de tinturas vermelhas com os mais diversos fins (GIULIANO *et al.*, 2013).

A polpa que envolve as sementes é rica em carotenoides como o beta caroteno, norbixina e bixina, sendo este último o mais importante deles, uma vez que compõe aproximadamente 80% da polpa (SANTANA *et al.*, 2008).

2.2.3. Métodos de avaliação de cor de gema

A avaliação da pigmentação da gema de ovos pode ser realizada a partir de métodos subjetivos e objetivos. A metodologia rotineiramente empregada para determinar a coloração de gemas baseia-se no padrão de cores do leque colorimétrico (Figura 1). Esta avaliação é classificada como subjetiva e limitada à percepção do observador, porém dentre as vantagens estão o baixo custo e facilidade de execução (LLOBET *et al.*, 1989).

Os métodos objetivos fornecem resultados mais precisos em relação a intensidade de pigmentação das gemas, no entanto, requerem aparelhos específicos com alto custo para experimentação (CARBÓ, 1897). Dentre os equipamentos disponíveis estão o colorímetro Minolta, Digital Egg Tester, Digital YolkFan, entre outros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária em Suínos e Aves e executado na granja Gross, uma pequena propriedade familiar localizada no município de Ouro - Santa Catarina. As atividades experimentais compreenderam o período de 29 de junho a 09 de agosto de 2021.

Foram utilizadas 336 galinhas poedeiras da linhagem comercial ISA Brown com 70 semanas de idade, criadas sobre cama de maravalha. As aves foram alojadas em oito boxes experimentais (Figura 1) de 1,40 m de largura x 4,0 m de comprimento, resultando numa área de 0,133 m² por ave. Foi adotado um programa de luz artificial para um fotoperíodo de 16 horas/dia (luz natural + artificial). A água estava disponível à vontade, enquanto que o consumo de ração foi controlado em 115 g/ave/dia.

Figura 1 - Disposição dos boxes experimentais. (A) Galinhas poedeiras criadas sobre cama aviária. (B) Ninhos de madeira com 6 bocas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada tratamento corresponde a uma dieta experimental, sendo: T1 - ração controle (RC) à base milho e farelo de soja, sem suplementação de aditivo pigmentante; T2 - RC com 0,004% de cantaxantina; e do T3 ao T8 - RC com adição

de níveis crescentes do pigmentante natural Sun Red 50®, nas seguintes concentrações: 0,033%, 0,066%, 0,1%, 0,2%, 0,3% e 0,4%. O Sun Red 50® têm como componente principal à oleoresina de páprica e garante 5 g de xantofilas por kg de produto.

As rações (Tabela 1) foram formuladas com o mesmo nível de inclusão dos ingredientes base exceto os aditivos, sendo isoenergéticas e isoproteicas, assegurando constância nos níveis de pigmentos presentes nos ingredientes. Os ajustes em função das variações de inclusão de pigmentantes foram realizados a partir de uma substância inerte (caolin). As exigências nutricionais foram extraídas das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

Tabela 1 - Composição das rações experimentais.

Ingredientes	Composição percentual da ração (%)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Milho	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00
Farelo de soja	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
Calcário	9,88	9,88	9,88	9,88	9,88	9,88	9,88	9,88
Farelo de trigo	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Óleo de soja	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79
Fosfato dicálcico	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Caolin	0,400	0,396	0,367	0,334	0,300	0,200	0,100	0,000
Sal comum	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Suplemento min/vit	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-Lisina	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
L-Valina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Adsorvente de micotoxinas	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina 99%	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
L-Treonina	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
L-Triptofano	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase base 10,000 FTU/g	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cantaxantina	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sun Red 50®	0,000	0,000	0,033	0,066	0,100	0,200	0,300	0,400
Níveis de garantia								
EM (kcal/kg)	2830	2830	2830	2830	2830	2830	2830	2830
Cálcio	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Fósforo disponível	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Lisina digestível	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720	0,720
Metionina digestível	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452
Treonina digestível	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520
Triptofano digestível	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Sódio	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160

Fonte: Embrapa Suínos e Aves, 2021.

O estudo foi dividido em dois segmentos: comparação da cor de gema dos ovos em função do aditivo alimentar presente na dieta das aves; e comparação das três metodologias de avaliação de cor de gema, desconsiderando os efeitos das dietas experimentais.

Para a avaliação da cor das gemas foram coletadas amostras de 10 ovos de cada tratamento (box), selecionados com base no peso médio ($\pm 5\%$) dos ovos produzidos em cada grupo de aves. As coletas ocorreram nos dias 14, 30 e 42 após a introdução das rações experimentais e as análises para determinação de cor foram feitas no dia seguinte às coletas, no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Suínos e Aves em Concórdia.

A primeira metodologia de análise de gemas foi objetiva, a partir do equipamento Digital Egg Tester (Figura 2) da marca Nabel. O DET 6000 é capaz de mensurar a qualidade do ovo através de parâmetros como peso do ovo (g), resistência da casca (kgf), altura do albúmen (mm), coloração da gema (pelo leque de cor da DSM®) e espessura da casca do ovo (mm).

Figura 2 - Digital Egg Tester.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo inicia com a pesagem do ovo em uma balança específica, na sequência, através do método de compressão de baixa velocidade a resistência da casca no momento da quebra é mensurada. A partir desse ponto, a gema é liberada sobre uma placa acrílica para realização das avaliações de qualidade interna do ovo. Um flash de luz é emitido sobre as estruturas, obtendo a coloração de gema e unidade Haugh. Ainda com a casca do ovo, é possível a obtenção de valores referentes à espessura com auxílio de um equipamento anexo.

O segundo método consistiu em analisar a gema subjetivamente a partir do leque colorimétrico da DSM® (Figura 3). Para isso, as gemas cruas foram retiradas das placas acrílicas do DET e realocadas cuidadosamente em placas de Petri para comparação com a escala de cor do leque, sendo atribuídos valores de 1 a 16. As avaliações foram realizadas pelos mesmos observadores e sobre as mesmas condições (local e luminosidade), evitando variações nos resultados entre os períodos de avaliação.

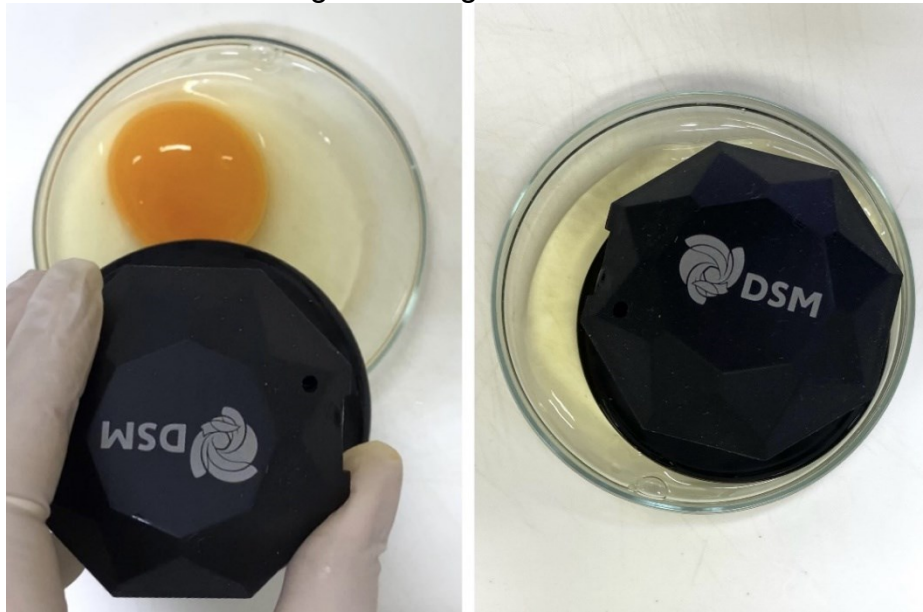
Figura 3 - Leque colorimétrico da DSM®.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No último método de avaliação, as gemas foram submetidas ao Digital YolkFan (Figura 4), que é a versão digital do tradicional leque de cores da DSM®. Basicamente, o dispositivo realiza um scanner da gema de ovo e automaticamente, as informações referentes a pigmentação são enviadas a um tablete ou celular. Os resultados seguem a mesma escala de cores (1 a 16).

Figura 4 - Digital YolkFan.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a análise dos dados referentes ao efeito das dietas experimentais, foram considerados os oito tratamentos, adotado um delineamento completamente casualizado, onde cada ovo foi considerado como uma observação, totalizando 10 observações para cada tratamento (dieta experimental). As determinações de cor de gema foram realizadas através das três metodologias descritas anteriormente.

A análise estatística foi realizada com o software Statistix 10. Inicialmente, os resultados obtidos na avaliação da cor de gema foram submetidos ao teste de outliers (*Box and Whisker Plots*) e testados para avaliação da normalidade (Shapiro-Wilk). Constatando sua distribuição normal, os dados passaram pela análise de variância (ANOVA) adotando um nível mínimo de significância de 5%. Por fim, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) tendo como referência o tratamento 2, ou seja, a dieta que apresenta o pigmentante sintético.

Complementarmente, para avaliar a similaridades das respostas de cor de gema determinadas através das metodologias, uma nova análise de dados foi realizada, considerando todo o conjunto amostras (80 ovos) como uma única amostra, em cada período de avaliação, constituindo assim, três metodologias com 80 repetições cada.

A análise estatística desta segunda avaliação também foi realizada pelo software Statistix 10. Em um primeiro momento, os resultados obtidos na avaliação da cor de gema foram submetidos ao teste de outliers (*Box and Whisker Plots*) e testados para avaliação da normalidade (Shapiro-Wilk). Confirmando a distribuição normal, os dados foram sujeitos a análise de variância (ANOVA) adotando um nível mínimo de significância de 5%. Por fim, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPARATIVO DA COR DE GEMA EM FUNÇÃO DO ADITIVO PIGMENTANTE

Com base nos resultados (Tabela 2), foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de pigmentação de gema dos diferentes tratamentos, em todos os períodos estudados.

Tabela 2 - Índices de cor de gema obtidos aos 14, 30 e 42 dias após a introdução das dietas experimentais, determinadas a partir de três metodologias: Digital Egg Tester (DET), leque colorimétrico (LC) e Digital YolcFan (DYF).

Tratamento	14 dias			30 dias			42 dias		
	DET	LC	DYF	DET	LC	DYF	DET	LC	DYF
RC	6,1	7,0	6,7	5,9	5,8	6,3	6,1	5,7	7,0
Cantaxantina	13,2	13,2	13,0	12,6	12,7	12,2	13,2	12,4	13,1
0,03% Sun Red®	8,5	8,4	8,8	9,0	9,1	9,0	10,0	9,0	9,3
0,06% Sun Red®	10,5	10,3	10,0	10,3	9,7	9,7	10,2	9,8	9,8
0,1% Sun Red®	11,3	10,8	10,6	11,3	10,9	10,4	11,3	10,2	10,6
0,2% Sun Red	12,7*	12,4	12,1	12,6*	12,1*	12,0*	12,8*	12,2*	12,2
0,3% Sun Red®	13,8	13,1*	13,0*	14,3	13,5*	13,1*	14,0	13,2	13,2*
0,4% Sun Red®	14,3	13,7*	13,8	13,5*	14,0	14,0	14,2	13,7	13,7*
EPM ¹	0,30	0,26	0,26	0,29	0,30	0,27	0,28	0,29	0,26
CV ²	4,07	5,52	3,80	6,48	6,71	7,36	4,29	5,53	5,24
Prob. ³	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

¹ erro padrão da média; ² coeficiente de variação (%); ³ probabilidade. *Médias que não diferem do tratamento Cantaxantina.

As médias de pigmentação também foram comparadas aos pares com o tratamento à base de cantaxantina. Aos 14 dias a partir do DET, foi possível observar similaridade na intensidade de cor de gema quando incluído 0,2% de páprica na dieta das aves. Quando utilizada a determinação pelo LC, a equivalência de pigmentação de gema foi alcançada quando suplementado 0,3 e 0,4% de páprica. Pelo DYF, a equivalência foi obtida através da suplementação de 0,3% do pigmentante natural.

Aos 30 dias através do DET, foi verificada semelhança da intensidade de cor de gema ao incluir 0,2 e 0,4% de páprica na dieta. Quando utilizadas as determinações pelo LC e DYF, a equivalência de pigmentação da cor de gema foi alcançada quando suplementados 0,2 e 0,3% de páprica na dieta das poedeiras.

Por fim, aos 42 dias de introdução das rações experimentais, através do DET foi observado equivalência na intensidade de cor de gema com o uso de 0,2% de pigmentante natural, 0,2% para o LC e 0,3 e 0,4% para DYF.

Neste sentido, os dados apresentados diferem dos resultados obtidos pelo estudo de Valentim *et al.* (2019), onde o pigmentante a base de cantaxantina apresentou maior média de coloração de gema (12,62) quando comparado aos extratos de páprica e flor de marigold, em dietas à base de milho e farelo de soja para galinha poedeiras negras. Os autores ainda apontam que a inclusão de 0,8% de páprica pode ser utilizada como forma de substituir 0,045% de cantaxantina, uma vez que irá garantir coloração de gema próxima à sintética.

O estudo de Oliveira *et al.* (2017) por sua vez, aponta que a inclusão de 0,6% de extrato de páprica em dietas à base de sorgo para poedeiras resulta em gemas de coloração 14 no leque colorimétrico. E no presente estudo, o nível mais alto de páprica (0,4%) foi capaz de conferir gemas com pigmentação entre 13,7 e 14 no leque de cor. Ou seja, uma concentração menor do pigmentante com o mesmo efeito sobre a pigmentação.

Outra questão é a pigmentação alcançada com a cantaxantina. De acordo com Galobart *et al.* (2004), os consumidores brasileiros buscam ovos com intensidade de pigmentação de gema entre 7 a 10 na escala colorimétrica. O índice de pigmentação de gema alcançado pelas dietas suplementadas com cantaxantina neste estudo esteve entre 12,4 e 13,2 pelo escala de cor do leque. Neste sentido, a suplementação das rações com 0,004% de cantaxantina confere aos ovos pigmentação excessiva, portanto, não deve ser usada como único parâmetro de referência.

4.2. COMPARATIVO DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE COR DE GEMA

Conforme demonstrado na Tabela 3, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) das médias de pigmentação de gema em função dos métodos de avaliação utilizados até os 30 dias de fornecimento das rações. Aos 42 dias, o Digital Egg Tester apresentou gemas com médias de pigmentação superiores quando comparadas as

médias obtidas pelo leque de cor. Já as médias obtidas pelo equipamento Digital YolkFan não diferiram entre as médias do Digital Egg Tester e leque de cor.

Tabela 3 - Médias de pigmentação de gema em função dos métodos de avaliação de cor.

Metodologia	14 dias	30 dias	42 dias
DET ¹	11,24 ± 0,28	11,24 ± 0,29	11,72 ± 0,28 a
LC ²	11,11 ± 0,27	10,96 ± 0,29	10,79 ± 0,27 b
DYC ³	11,00 ± 0,27	10,82 ± 0,29	11,12 ± 0,27 ab
CV ⁴	22,05	23,73	21,67
Prob ⁵	0,825	0,591	0,058

¹ Digital Egg Tester; ² Leque de cor; ³ Digital YolkFan; ⁴ coeficiente de variação (%); ⁵ probabilidade; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$);

Essa constatação demonstra que metodologias objetivas e subjetivas podem gerar resultados divergentes, eventualmente. Os dados ainda indicam que as ferramentas objetivas apresentaram resultados estatisticamente iguais. Do ponto de vista prático, a média dos resultados é próxima (embora estatisticamente diferentes aos 42 dias), sugerindo que para o consumidor a diferença possivelmente não é perceptível.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, o uso de páprica é eficiente na pigmentação de gema de ovos quando ministrada em rações à base de milho e soja. A inclusão de 0,2% a 0,4% do pigmentante natural às dietas de galinhas poedeiras pode ser utilizada como forma de substituir 0,004% de cantaxantina. Neste sentido, a inclusão de páprica também deve levar em conta a preferência do mercado consumidor.

A comparação dos diferentes métodos de determinação de cor de gema revela que as metodologias Digital Egg Tester e Digital YolcFan são semelhantes, apresentando uma maior precisão de dados. No entanto de maneira prática, a pequena diferença de cor não é perceptível pelos consumidores, permitindo também o uso do leque colorimétrico para as granjas.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Ovo caipira**. 2019. Disponível em: < <http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/6004589acb595833bbccc9f09fa09f18.pdf>>. Acesso em 24 jul 2021.
- Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2020**. 2021. Disponível em: < https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf>. Acesso em 20 jul 2021.
- AMBROSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição PUC**: Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.
- ARRAYA, H. H. *et al.* Composición y empleo del achiote (B. orellana L.) em raciones para gallinas ponedoras, para la pigmentación de la yema del huevo. **Agronomica Costaricense**, v. 1, p. 143-150, 1977.
- BELLAVER, C. O uso de micro ingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. **Embrapa Suínos e Aves**: Concórdia, 23 p. 2000.
- BREITHAUPT, D. E. Modern application of xanthophylls in animal feeding: A review. **Trends. Food Science & Technology**, v. 18, p. 501–506. 2007.
- CARBÓ, C. B. La gallina ponedora. **Ediciones Mundi – Prensa**, Madrid, Espanha, 519 p. 1987.
- CARNEIRO, J. S. **Pigmentantes de gema: novo método de avaliação de cor e caracterização da produtividade e saúde das poedeiras**. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás - Goiânia, 107 p. 2013.
- COELLO, C. L. Considerações sobre pigmentação de ovos e frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **FACTA**: Campinas, p. 95-110, 1993.
- FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C. P.; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINELLI, I. S. C. In: Urucuzeiro - agronegócio de corantes naturais. EMEPA: João Pessoa, p. 79-97, 2002.
- FRIEDMAN, N. J. Review of ophthalmology. **Elsevier**: Rio de Janeiro, 2005, 294 p
- GALOBART, J. *et al.* Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **Journal Applied of Poultry Research**, v.13, n.2, p.328-334, 2004.

GARCIA E. A.; MENDES A. A.; PIZZOLANTE C. C.; GONÇALVES H. C.; OLIVEIRA R. P.; SILVA M. A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**: Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2002

GARCIA, E. R. M.; CRUZ, F. K.; SOUZA, R. P. P.; FELICIANO, W. B.; ÁVILA, L. R. de; ROHOD, R. V. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com semente de urucum. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**: Umuarama, v.18, n.1, p. 17-20, 2015.

GIULIANO, G.; CARLO, R.; ROSATI BRAMLEY, P. M. To dye or not to dye: biochemistry of annatto unveiled. **Tendências em Biotecnologia**, Amsterdam, v. 21, n. 12, p. 513-516, 2003.

GOODWIN, T. W. The comparative biochemistry of carotenoids. **Chapman and Hall**: London, 356 p., 1952.

GRUBBEN, G. J. H.; DENTON, O. A. **Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables**. PROTA Foun ed. Wageningen, Netherlands: Backhuys Publishers, 2004.

HANNIBAL, L.; LORQUIN, J.; DORTOLI, N. A.; GARCÍA, N.; CHAINTREUIL, C.; MASSON-BOIVIN, C.; DREYFUS, B.; GIRAUD, E. Isolation and characterization of canthaxanthin biosynthesis genes from the photosynthetic bacterium *Bradyrhizobium* sp. Strain ORS 278. **Journal Bacteriology, Washington**, v. 182; p. 3850-3853, 2000.

HAMMERSHOJ, M.; KIDMOSE, U.; STEENFELD, S. Deposition of carotenoids in egg yolk by short-term supplement of coloured carrot (*Daucus carota*) varieties as forage material for egg-laying hens. **Journal Science Food Agriculture**, v.90, p.1163-1171, 2009.

HERNANDEZ, J. M.; BLANCH, A. Perceptions of egg quality in Europe. **Internacional Poultry Production**, v. 8, p.7-11, 2000.

LLOBET, J. A. C., PONTES, M. P., GONZALEZ, F. F. Factores que afectan a la calidad del huevo. **Tecnograf S.A.**: Barcelona, Espanha, p. 255-274, 1989.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The America Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.

MENDES, F.R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas aeruginosa***. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MÍGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HONERO-MÉNDEZ, D. Changes in Provitamin A During Paprika Processing. **Journal of Food Protection**, v. 60, n. 7, p. 853-857, 1997.

MOURA, A. M. A.; TAKATA, F. N.; RODRIGUES DO NASCIMENTO, G.; SILVA, A. F.; MELO, T. V.; CECON, P. R. Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 2443-2449, 2011.

OLIVEIRA, N. T. E. **Energia metabolizável de alimentos e qualidade de ovos e carne de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico do urucum e niacina suplementar**. Tese (Doutorado em Produção Animal), Universidade Estadual do Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes, 47p. 2004.

OLIVEIRA, M. C.; SILVA, W. D.; OLIVEIRA, H. C., MOREIRA, E. Q. B.; FERREIRA, L.O.; GOMES, Y.S., SOUZA JUNIOR, M. A. P. Paprika and/or marigold extracts in diets for laying hens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, ed. 18, v. 2, p. 293-302, 2017.

OLSON, J. A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 49, n. 1, p. 7-11, 1999.

PONSANO, E. H. G; PINTO, M. F. GARCIA NETO, M; LACAVA, P. M. Gelatinous Biomass for Egg Yolk Pigmentation. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.421-425, 2004.

POLONIO, L. B.; PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F.; GARCIA-NETO M. Utilisation of bacterial (*Rubrivivax gelatinosus*) biomass for egg yolk pigmentation. **Animal Production Science**, v.50, p.1-5, 2010.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química de alimentos. **Edgard Blücher**: São Paulo, 2ª ed., 196 p., 2004.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Universidade Federal de Viçosa, 4ª ed., p. 488, 2017.

SANTANA, K. C.; GUEDES, P. A.; REBOUÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; LEMOS, O. L.; VILA, M. T. R; SOUZA, M. J. L. Teores de bixina em urucum (*Bixa orellana*) "Piave Vermelha", em diferentes acondicionamentos e temperaturas. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, n. 1, p. 19-22, 2008.

SEEMANN, M. Factors which influence pigmentation. **Cuxhaven**, Germany, n. 24, p.20, 2000.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; GODÓI, M. J. S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1435-1439, 2000.

SILVA, I. J. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; PIEDADE, S. M. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1439-1446, 2006.

SILVA, I. J. O.; BUSS, L. P. Sistemas de produção de galinhas poedeiras no Brasil. **Diálogos: União Europeia**, Brasil, p.40, 2019.

STATISTIX 10.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. Extração e determinação por CLAE de bixina e norbixina em colorífico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 310-313, 2001.

TOPUZ, A.; OZDEMIR, F. Influences of γ -Irradiation and Storage on the Carotenoids of Sun-Dried and Deydrated Paprika. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 17, p. 4972-4977, 2003.

VALENTIM, J. K. *et al.* Pigmentantes vegetais e sintéticos em dietas de poedeiras Negras. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, 9p. 2019.

WARDY, W.; TORRICO, D.D.; NO, H.K.; PRINYAWIWATKUL, W.; SAALIA, F.K. Edible coating affects physic-functional properties and shelf life of chicken eggs during refrigerated and room temperature storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v.45, p.2659–2668, 2010.