



**LEONIDAS PEREIRA SANTOS**

**FARINHA DE FOLHAS DE AMOREIRA (*Morus sp.*) NA  
ALIMENTAÇÃO DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM  
SISTEMA LIVRE DE GAIOLAS**

**LAVRAS – MG  
2025**

**LEONIDAS PEREIRA SANTOS**

**FARINHA DE FOLHAS DE AMOREIRA (*Morus sp.*) NA ALIMENTAÇÃO DE  
GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM SISTEMA LIVRE DE GAIOLAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras - MG, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia da Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Édison José Fassani–UFLA  
Orientador

Profa. Dra. Renata Ribeiro Alvarenga  
Coorientadora

**LAVRAS – MG  
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Santos, Leonidas Pereira.

Farinha de folhas de amoreira (*Morus sp.*) na alimentação de  
galinhas poedeiras criadas em sistema livre de gaiolas / Leonidas  
Pereira Santos. - 2025.

41 p. : il.

Orientador(a): Édison José Fassani.

Coorientador(a): Renata Ribeiro Alvarenga.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2025.  
Bibliografia.

1. Avicultura alternativa. 2. Cor da gema do ovo. 3.  
Pigmentante natural. I. Fassani, Édison José. II. Alvarenga, Renata  
Ribeiro. III. Título.

**LEONIDAS PEREIRA SANTOS**

**FARINHA DE FOLHAS DE AMOREIRA (*Morus sp.*) NA ALIMENTAÇÃO DE  
GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM SISTEMA LIVRE DE GAIOLAS**

**MULBERRY LEAF FLOUR (*Morus sp.*) IN THE FEEDING OF LAYING HENS  
RAISED IN A CAGE-FREE SYSTEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras - MG, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia da Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 31 de Janeiro de 2025.

Prof. Dr. Adriano Geraldo IFMG

Dra. Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva UFLA

Documento assinado digitalmente



**EDISON JOSE FASSANI**

Data: 18/03/2025 07:31:15-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Dr. Édison José Fassani  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2025**

## **AGRADECIMENTOS**

Algo que jamais podemos negar é que nada conseguimos sem fé, persistência e individualmente.

Parece irreal, pois, por mais de duas décadas fora de uma sala de aula, desatualizado e descrente quanto a conseguir, resolvi enfrentar esse desafio, o qual chega a sua última etapa.

Agradeço a Deus, pela minha vida e apesar das muitas graças que já havia me concedido, me fortaleceu em mais essa caminhada. Pois, houve momentos em que pensei em desistir, no entanto, como cristão que sou, acredito que Deus colocou pessoas caridosas em meu caminho que muito me ajudaram, as quais serei sempre grato em qualquer tempo, lugar e situação em que me encontre.

Ao professor Édison José Fassani, que como meu orientador e sabendo das minhas limitações e dificuldades, foi a pessoa que me encorajou e me ajudou para que eu iniciasse o mestrado e que jamais me deixou desistir, quando várias vezes pensei em parar. Ele foi mais um amigo do que orientador desse mestrado Profissional, pois, aliar trabalho e estudos após longos anos inativo foi muito difícil.

Agradeço aos docentes envolvidos em toda etapa, que sempre se dispuseram em ajudar-me.

Não posso deixar de citar os alunos doutorandos, que muito contribuíram com sua ajuda sempre que consultados.

À minha esposa que desde o início de nossa relação sempre esteve ao meu lado, principalmente nos momentos de mudança.

Gratidão à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por ter sido um dos pioneiros na implantação do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia da Produção Animal, nos proporcionando mais conhecimentos na área e melhorias na carreira.

Enfim, se por acaso esqueci de citar alguém, peço desculpas, mas saibam que minha gratidão será eterna e que todos podem contar comigo sempre que precisarem.

Muito obrigado!

## RESUMO

O uso de pigmentantes naturais, como a farinha de folhas de amoreira (FFA), tem chamado atenção como aditivos sustentáveis para ração de galinhas poedeiras. Isso se deve ao efeito que eles causam na cor da gema dos ovos, um fator sensorial importante que auxilia os consumidores na avaliação da qualidade dos ovos e seus potenciais benefícios à saúde. Diante destas observações, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho produtivo e a cor da gema de ovos de poedeiras comerciais em sistema de criação tipo caipira, alimentadas com rações contendo FFA. Utilizaram-se 240 poedeiras comerciais Hisex Brown com 25 semanas de idade, criadas em sistema livre de gaiolas. As aves receberam três diferentes rações: dieta controle (DC) à base de milho e farelo de soja e DC com dois níveis de FFA (0,75 e 1,50%), em quatro repetições (piquetes) de 20 aves cada. Foram avaliados o desempenho das galinhas em termos de produção de ovos (PDO), peso dos ovos (PO), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA). E, também, avaliou-se a cor da gema dos ovos utilizando o leque colorimétrico. As avaliações ocorreram em três períodos diferentes de 21 dias, totalizando 63 dias experimentais. Não houve interação do período de avaliação com os níveis de FFA ( $p > 0,05$ ). As variáveis PDO, PO e CA não apresentaram alterações com o uso da FFA ( $p > ,05$ ). Houve diferença significativa no CR pela inclusão de FFA ( $p < 0,05$ ), em que as galinhas alimentadas com FFA tiveram maior CR em relação ao grupo DC sem FFA. A cor da gema dos ovos foi influenciada pela FFA nas rações, ocorrendo interação do nível de inclusão de FFA com o período de avaliação ( $p < 0,05$ ). Nos períodos de avaliação de 21 e 63 dias, os níveis de 0,75% e 1,50% de inclusão de FFA, demonstraram a mesma capacidade de pigmentação, evidenciando que mesmo o menor nível de inclusão, já fornece pigmentos suficientes para intensificar a coloração da gema dos ovos. A FFA pode ser usada na nutrição de poedeiras comerciais em sistema livre de gaiolas, pois mantém o desempenho e auxilia na coloração da gema dos ovos.

**Palavras-chave:** Avicultura alternativa; Cor da gema do ovo; Pigmentante natural.

## ABSTRACT

The use of natural pigments, such as mulberry leaf flour (MLF), has attracted attention as sustainable additive for laying hen diets. This is due to their effect they have on egg yolk color, an important sensory factor that helps consumers evaluate egg quality and its potential health benefits. In light of these observations, this study has the objective of evaluating the performance and egg yolk color of commercial laying hens in a free-range system, fed diets containing MLF. A total of 240 commercial Hisex Brown laying hens, 25 weeks of age, raised in a cage-free system, were used. The hens were three different diets: control diet (CD) based on corn and soybean meal, CD with two levels of MLF (0.75 and 1.50%) and four replicates (paddocks) of 20 laying hens each. The performance of the hens was evaluated in terms of egg production (EPD), egg weight (EW), feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR). Egg yolk color was also evaluated using the colorimetric fan. The evaluations were conducted in three periods of 21 days each, for a total of 63 experimental days. There was no interaction between the evaluation period and the MLF levels ( $p > 0.05$ ). The EPD, EW and FCR variables did not show any changes with the use of MLF ( $p > 0.05$ ). There was a significant difference in FI with the inclusion of MLF ( $p < 0.05$ ), with the hens fed with MLF having a higher FI compared to the CD group without MLF. Egg yolk color was influenced by the inclusion of MLF in the diets, with an interaction between the level of MLF inclusion and the evaluation period ( $p < 0.05$ ). At 21 and 63 days, the 0.75% and 1.50% inclusion levels of MLF showed the same pigmentation capacity, demonstrating that even the lowest inclusion level already provides sufficient pigment to intensify egg yolk color. MLF can be used in the nutrition of commercial laying hens in a cage-free system to maintain performance and improve with egg yolk color.

**Keywords:** Alternative poultry farming; egg yolk color; natural pigment.

## **IMPACTOS SOCIAIS, TECNOLÓGICOS, ECONÔMICOS E CULTURAIS**

Com o crescimento da população global, a demanda por ovos continuará a aumentar. E, atender a essa demanda de maneira sustentável se tornará um grande desafio, considerando o custo elevado do milho amarelo em vários países. Isso pode levar os agricultores a adotarem alimentos alternativos nas dietas das galinhas poedeiras, o que impactará na coloração da gema. Além disso, há décadas, os nutricionistas avícolas se dedicam à pesquisa de práticas sustentáveis que fomentem uma maior produção de ovos com alta qualidade. Para obter a cor desejada da gema do ovo com o menor custo possível, muitos produtores estão em busca de alternativas viáveis financeiramente, como a utilização de suplementos alimentares naturais, a exemplo da farinha de folhas de amoreira (FFA), que enriquece a dieta das aves e proporciona a coloração desejada para a gema de modo natural, evitando assim o uso de pigmentantes artificiais. Aliado a isso, têm-se os aspectos mais inerentes ao bem-estar das galinhas, com a produção de ovos em sistemas livres de gaiolas. Neste intuito, os produtores de ovos têm a oportunidade de usar tecnologias modernas que buscam satisfazer os consumidores mais atentos aos métodos de produção e promover melhores condições de bem-estar para as aves. Isso reflete em novos produtos, como ovo livre de gaiolas e ovo tipo caipira, que poderão ser disponibilizados tanto no mercado interno quanto no externo, atendendo a preferência dos consumidores por gemas mais pigmentadas. Assim, o uso da FFA aliado ao sistema de criação de aves livres de gaiolas, pode favorecer a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

## **SOCIAL, TECHNOLOGICAL, ECONOMIC AND CULTURAL IMPACTS**

As the world's population grows, the demand for eggs will continue to increase. Meeting this demand in a sustainable way will be a major challenge given the high cost of yellow corn in many countries. This may lead farmers to use alternative feeds in the diets of laying hens, which will have an impact on yolk color. In addition, poultry nutritionists have been researching sustainable practices to increase the production of high-quality eggs for decades. In order to achieve the desired egg yolk color at the lowest possible cost, many producers are looking for financially viable alternatives, such as the use of natural feed supplements, such as mulberry leaf flour (MLF), that enrich the birds' diets and provide the desired yolk color naturally, avoiding the use of artificial pigments. In addition, there are aspects that are more intrinsic to the welfare of the hens, such as the production of eggs in cage-free systems. To this end, egg producers have the opportunity to use modern technologies that aim to satisfy consumers who are more aware of production methods and promote better welfare conditions for the birds. This is reflected in new products, such as cage-free and free-range eggs, which can be made available to both domestic and foreign markets. Thus, the use of MLF in combination with cage-free poultry production can promote economic, social and environmental sustainability.

## SUMÁRIO

|                |                                                                                             |           |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>       | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                      | <b>9</b>  |
| <b>2</b>       | <b>REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>                                                            | <b>10</b> |
| <b>2.1</b>     | <b>Avicultura alternativa .....</b>                                                         | <b>10</b> |
| <b>2.2</b>     | <b>Alimentação das galinhas poedeiras em sistema livre de gaiolas .....</b>                 | <b>11</b> |
| <b>2.3</b>     | <b>Qualidade dos ovos .....</b>                                                             | <b>11</b> |
| <b>2.4</b>     | <b>Pigmentantes utilizados para a coloração de gemas de ovos de galinhas poedeiras.....</b> | <b>13</b> |
| <b>2.4.1</b>   | <b>Fontes de pigmentantes naturais utilizados em dietas de galinhas poedeiras.....</b>      | <b>14</b> |
| <b>2.4.1.1</b> | <b>Extrato de urucum .....</b>                                                              | <b>15</b> |
| <b>2.4.1.2</b> | <b>Extrato de flor de marigold .....</b>                                                    | <b>16</b> |
| <b>2.4.1.3</b> | <b>Extratos de pimentão e pimenta.....</b>                                                  | <b>17</b> |
| <b>2.4.1.4</b> | <b>Farinha de alfafa.....</b>                                                               | <b>19</b> |
| <b>2.4.1.5</b> | <b>Folhas de mandioca .....</b>                                                             | <b>21</b> |
| <b>2.4.1.6</b> | <b>Farelo de glúten de milho.....</b>                                                       | <b>22</b> |
| <b>2.4.1.7</b> | <b>Folhas de amoreira .....</b>                                                             | <b>23</b> |
| <b>3</b>       | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                                             | <b>26</b> |
| <b>4</b>       | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                          | <b>29</b> |
| <b>5</b>       | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                                                      | <b>32</b> |
|                | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                     | <b>33</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura, que abastece a população com ovos, é atualmente uma atividade empresarial que segue ritmo industrial e foi aprimorada ao longo de décadas em todos os processos ligados a essa cadeia produtiva. Toda sua evolução foi graças ao intenso trabalho de pesquisa nas áreas do melhoramento genético das aves, passando pela nutrição de alta precisão, programas sanitários garantidores da saúde das aves, indo a aspectos como ambiência das instalações avícolas e elevada automação. O objetivo de todo esse esforço tecnológico foi o de produzir o alimento ovo, considerado uma fonte proteica de alta qualidade, baixo custo para os consumidores e disponível em todos os pontos de comércio de alimentos.

Todos os esforços ligados à produção de ovos foram sempre pautados em desafios que se impõem a cada momento, de ordem sanitária, de políticas públicas, de dificuldade na comercialização, do baixo retorno financeiro aos produtores entre outros. Na atualidade da produção de ovos no Brasil, notam-se novas movimentações no setor, onde por um lado acontece o início das exportações de ovos *in natura*, fator de grande orgulho ao setor, pois para exportar um produto dessa categoria é preciso garantir alta qualidade, rastreabilidade e seguir normas internacionais. Por outro lado, acontece um aumento da demanda por produtos que incluam além da qualidade em termos de alimento seguro, aspectos mais inerentes ao bem-estar das aves, com uma produção de ovos em sistemas livre de gaiolas e livre de químicos de modo geral.

A avicultura alternativa sempre foi vista como um tipo de avicultura exercida por pequenos criadores e denominada como criações caipiras, com aves de pouca aptidão e de baixo controle sanitário e nutricional, mas com ovos que são muito apreciados por apresentarem características organolépticas diferenciadas dos ovos industriais. Nos dias de hoje, verificamos uma nova oportunidade ao setor em utilizar tecnologias modernas para atender a esse segmento de consumidores, mais ligados aos processos produtivos, com mais adequações ao bem-estar das aves. As galinhas livres de gaiolas são criadas em galpões apropriados e com acesso a piquetes gramados e áreas para exercerem seu comportamento natural e produzir o ovo com as mesmas características dos ovos caipiras de sistemas extensivos de produção, mas recebendo os controles necessários em termos de sanidade, nutrição e manejo.

Na produção de ovos tipo caipira é necessária a oferta de alimentos de qualidade, com algumas restrições e normas próprias, o que indica a necessidade de avaliar novos alimentos, que possam ajudar na produção do ovo tipo caipira.

Uma fonte alimentar ainda pouco difundida e até esquecida é a amoreira, com suas folhas ricas em nutrientes é fonte alimentar utilizada há séculos na sericicultura. Contudo, deixou de ser cultivada em larga escala com a decadência da produção do bicho-da-seda. Na pesquisa a folha da amoreira é considerada como nutracêutica, pois, além dos nutrientes básicos também é rica, por exemplo, em substâncias antioxidantes, antimicrobianas e imunomoduladoras.

Como alimento, a folha da amoreira é descrita como sendo rica em proteínas e baixo em fibra o que favorece sua digestibilidade pelos animais, além de praticamente não possuir fatores antinutricionais e fornecer boa quantidade de pigmentos carotenoides.

Diante destas observações, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho e a cor da gema de ovos de poedeiras comerciais em sistema tipo caipira, alimentadas com rações contendo farinha das folhas da amoreira.

## **2 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Avicultura alternativa**

O termo avicultura alternativa é atribuído às criações de galinhas poedeiras que são realizadas em sistemas que não utilizam gaiolas, portanto, sendo uma alternativa ao sistema predominante de criação de galinhas poedeiras que é a criação em gaiolas. Na avicultura de postura, observa-se um aumento da demanda por produtos que incluam além da qualidade em termos de alimento seguro, aspectos mais inerentes ao bem-estar das aves, com a produção de ovos em sistemas livre de gaiolas e com alimentação mais natural sem o uso de aditivos melhoradores de desempenho nas rações (Ricke, 2021).

Os produtores de ovos têm nesta demanda uma oportunidade de diversificação na produção, utilizando de tecnologias modernas para atender a esse segmento de consumidores, mais ligados aos processos produtivos, com mais adequações ao bem-estar das aves, com novos produtos como ovo livre de gaiolas e ovo tipo caipira, a serem disponibilizado ao mercado interno e externo. As galinhas livres de gaiolas são criadas em galpões apropriados e podendo ou não ter acesso a piquetes gramados para exercerem seu comportamento natural e recebendo os controles necessários em termos de sanidade, nutrição e manejo (Mona; Rodenburg, 2023).

## 2.2 Alimentação das galinhas poedeiras em sistema livre de gaiolas

De acordo com as certificadoras de bem-estar animal, como exemplo o *Instituto Certified Humane Brasil*, representante da *HumanFarm Animal Care*, em seu referencial de bem-estar animal para galinhas poedeiras de 2018, na produção de ovos livre de gaiolas é indicado o uso de alimentos naturais, sendo vedados os alimentos de origem animal e de drogas nas rações.

Respeitada as normas de alimentação para as galinhas poedeiras, em sistema livre de gaiolas, as demais normas e padrões de alimentação são as mesmas utilizadas nas criações em gaiolas e mesmo as exigências nutricionais das galinhas ainda estão sendo adaptadas ao sistema livre de gaiolas, com algumas empresas já lançando em seus manuais de criação as recomendações nutricionais também para as criações livre de gaiolas, como é o caso da linhagem Hisex Brown em seu guia de manejo de 2024.

Neste contexto, surge a necessidade de avaliar outros alimentos, naturais e alternativos aos alimentos comumente utilizados nas formulações das rações industriais, como os resíduos de indústria de processamento vegetal e culturas de ciclo curto ou perenes. Culturas forrageiras como a leucena, rami, moringa, amoreira e muitas das plantas classificadas como plantas alimentícias não convencionais (PANC's), podem fazer parte da nutrição das galinhas poedeiras, e estar presente nas rações balanceadas ou formando a pastagem de piquetes para pastejo das galinhas, suplementando a dieta.

## 2.3 Qualidade dos ovos

O ovo é um dos alimentos mais completos da dieta humana, pois contém uma composição química rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos insaturados e proteínas de excelente valor biológico (Fassani; Abreu; Silveira, 2019; Mendonça *et al.*, 2018). Além de ser uma importante fonte de proteína, o ovo é um alimento acessível e barato quando comparado às demais proteínas de origem animal, como os produtos cárneos bovinos (Fassani; Abreu; Silveira, 2019; Saleh *et al.*, 2021).

Sabe-se que a qualidade do ovo pode ser definida por meio de um conjunto de características físicas e sensoriais, as quais influenciam na escolha do produto pelo consumidor (Mendonça *et al.*, 2018). A qualidade externa do ovo inclui características como tamanho, cor

e limpeza do ovo, enquanto que a qualidade interna, é representada pela cor da clara e da gema (Figuerola *et al.*, 2007; Mendonça *et al.*, 2018; Saleh *et al.*, 2021).

De acordo com Saleh *et al.* (2021), a cor da gema do ovo é um dos indicadores mais importantes da avaliação do consumidor sobre a qualidade interna dos ovos de galinha. De modo geral, existe uma preferência por gemas altamente pigmentadas, bem próxima do vermelho alaranjado (Grashorn, 2016; Ziggers, 2000), devido os consumidores associarem uma cor intensa da gema a sua quantidade de vitaminas (Garcia *et al.*, 2002; Saleh *et al.*, 2021), o que remete a um produto natural e saudável, como os ovos caipiras (Grčević *et al.*, 2019).

Segundo Fassani, Abreu e Silveira (2019) e Miranda *et al.* (2021), o consumidor brasileiro tem preferência por uma pigmentação da gema entre 7 e 10 na escala do abanico de cores da DSM® (DMS Nutritional Products, 2014). Por outro lado, na Europa e Ásia os consumidores preferem gemas pigmentadas entre 9 a 14 no DSM (Galobart *et al.*, 2004; Grashorn, 2016; Hernandez *et al.*, 2001). Diante disso, a coloração da gema se torna um requisito importante na escolha e preferência do consumidor.

A cor da gema do ovo é avaliada por meio da deposição de hidróxidos de carotenos e xantofilas presentes na dieta das aves, haja visto que os animais não possuem a capacidade de sintetizá-los (Fassani; Abreu; Silveira, 2019; Saleh *et al.*, 2021). Sendo assim, os carotenoides são pigmentos produzidos por plantas que, quando usados como aditivos em dietas de galinhas poedeiras, acumulam-se nos tecidos e intensificam a cor da gema do ovo (Roza *et al.*, 2023). Dessa forma, os carotenoides podem ser classificados em xantofilas: luteína;  $\beta$ -criptozantina; zeaxantina, que são os de colorações amarela e vermelha; e em carotenos:  $\beta$ -caroteno e  $\beta$ -zeacaroteno, de coloração alaranjada (Sandeski, 2016).

Diversos fatores podem afetar a cor da gema, como: quantidade, qualidade e variedade de xantofilas; linhagem das aves; diferenças individuais entre as aves; tipo de criação; estresse; gordura na dieta; antioxidantes e os alimentos usados na formulação das dietas (Mortensen, 2006; Nys, 2000).

O milho e o farelo de soja são ingredientes comumente utilizados na formulação de ração para as galinhas poedeiras e os teores de carotenoides presentes nesses alimentos podem variar de acordo com as condições de plantio, genética das cultivares, local de produção, tempo e condições de armazenamento e tipo de processamento dos grãos (Berardo *et al.*, 2004; Cardoso *et al.*, 2009, 2015; Rodriguez-Amaya; Kimura, 2004).

Kijparkorn *et al.* (2010) relataram que dietas à base de milho e farelo de soja possuem oscilação na intensidade de pigmentação da gema ao longo do ano, resultando na produção de

gemas de ovos claras (níveis abaixo de sete no leque colorimétrico da RocheYolk Color Fan) e, portanto, com menor aceitabilidade do produto no mercado.

Entretanto, sabe-se que essa cor pode ser intensificada com a inclusão de ingredientes ou aditivos pigmentantes nas dietas comerciais para as aves, no intuito de manter a homogeneidade da cor da gema ao longo do ano e atender as exigências do mercado consumidor (Albino; Godoi, 2016; Fassani; Abreu; Silveira, 2019).

## **2.4 Pigmentantes utilizados para a coloração de gemas de ovos de galinhas poedeiras**

Visando a manutenção da cor da gema dentro dos padrões desejados pelos consumidores, as rações comerciais para poedeiras são usualmente enriquecidas com pigmentantes sintéticos ou naturais (Castro *et al.*, 2020; Saleh *et al.*, 2021). Os pigmentos sintéticos são aqueles obtidos por meio de sínteses químicas em laboratórios (Nunes *et al.*, 2018). Já os pigmentos naturais são extraídos de plantas e/ou algas utilizando processos biotecnológicos (Nunes *et al.*, 2018).

No entanto, é possível encontrar na literatura pesquisas demonstrando que o uso excessivo de alguns pigmentantes sintéticos, como a cantaxantina e a carmoisina A, em dietas de aves, podem ser potencialmente nocivos em humanos (Grashorn, 2016; Reza *et al.*, 2019; Saleh *et al.*, 2020, 2021), determinando a restrição ou mesmo a proibição do seu uso em diversos países (Breithaupt, 2007; Saleh *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2018; Silva, 2007). Verificou-se que a suplementação excessiva de cantaxantina em dietas de aves (níveis superiores a 8 mg kg<sup>-1</sup> de dieta) podem causar danos aos olhos humanos devido à deposição de cristais de cor na retina (Grashorn, 2016; Saleh *et al.*, 2021). Já a carmoisina A, um corante sintético pertencente ao grupo azo, foi proibida devido à presença de beta-naftilamina, um conhecido carcinógeno (Reza *et al.*, 2019; Saleh *et al.*, 2020).

Em virtude da preocupação pública sobre o uso de aditivos sintéticos em dietas para poedeiras, existe uma crescente tendência em substituí-los por fontes pigmentantes naturais, que contenham quantidades significativas de xantofilas (Fassani; Abreu; Silveira, 2019; Saleh *et al.*, 2021). No entanto, vale destacar que no Brasil, as normas que regulamentam a produção, classificação e a identificação de ovos produzidos (NBR 16437), proíbe a utilização de pigmentantes sintéticos na alimentação de aves, sendo obrigatório informar no rótulo dos ovos, caso haja o uso de corante pigmentante na forma natural, que são permitidos pela legislação em ovos produzidos no país (ABNT, 2016).

Ademais, os aditivos sintéticos são pouco seguros para a saúde humana e animal devido ao risco de toxicidade e mais onerosos em relação aos naturais, que possuem propriedades antioxidantes, efeito imunomodulador inato em aves e são benéficos para a saúde humana (Calislar; Uygur, 2010; Niu *et al.*, 2008; Riley; Nickerson; Burton, 2021; Rossi *et al.*, 2015; Skřivan *et al.*, 2016).

Os corantes naturais mais utilizados nas rações de poedeiras para a pigmentação das gemas de ovos são as xantofilas e os carotenoides de origem vegetal, devido às suas vantagens, como segurança, forte atividade biológica e maior biodisponibilidade (Rossi *et al.*, 2015). Dentre os pigmentantes naturais, destacam-se o extrato de urucum (*Bixaorellana L.*), o açafrão (*Curcuma longa*), o extrato de pétala de marigold (*Tagetes erecta*) e a óleo resina de páprica (*Capsicum annuum*) (Fassani; Abreu; Silveira, 2019; Moura *et al.*, 2011).

Apesar dos corantes naturais serem menos onerosos que os sintéticos (Moura *et al.*, 2011; Saleh *et al.*, 2021), as fontes naturais possuem menor eficiência de pigmentação (Garcia *et al.*, 2002), o que requer maiores níveis de inclusão nas rações, conforme observado por Baião *et al.* (1999), Garcia *et al.* (2002) e Martínez *et al.* (2021) ao avaliarem a eficiência de pigmentação de gema de ovos de poedeiras comerciais utilizando diferentes relações entre pigmentantes amarelo e vermelho na forma natural ou sintética.

Nesse contexto, é importante demonstrar as fontes de pigmentantes naturais disponíveis no mercado, bem como a possibilidade do seu uso como uma alternativa capaz de substituir ou minimizar a utilização de pigmentantes sintéticos para a coloração das gemas de ovos.

#### **2.4.1 Fontes de pigmentantes naturais utilizados em dietas de galinhas poedeiras**

A utilização de corantes naturais surge como uma alternativa inovadora, com o objetivo de reduzir os custos da dieta fornecida para as galinhas poedeiras (Saleh *et al.*, 2021). Além disso, essa prática visa aprimorar a produção e a qualidade dos ovos, contribuindo para a produção sustentável e favorecendo a preservação do meio ambiente (Martínez *et al.*, 2021; Saleh *et al.*, 2021).

Além dos possíveis efeitos prejudiciais à saúde dos consumidores e dos animais, o custo elevado dos pigmentantes sintéticos é um outro fator que tem estimulado pesquisas sobre o uso de substâncias naturais com a mesma função (Garcia *et al.*, 2015; Saleh *et al.*, 2021).

Diante do exposto, foram descritos a seguir alguns pigmentantes naturais comumente utilizados em dietas de poedeiras para a intensificação da cor da gema do ovo.

#### 2.4.1.1 Extrato de urucum

O extrato de urucum (*Bixa orellana* L.) (Figura 1) é um produto obtido a partir da remoção dos pigmentos contidos nas sementes de urucum que são diluídos em solução oleosa (Franco *et al.*, 2002). De acordo com Raddatz-Mota *et al.* (2017), a utilização do urucum como pigmentante de gema de ovo foi proposta na América Latina, sendo essa responsável por 60% da produção mundial desse produto.

**Figura 1-** Extrato de urucum (*Bixa orellana* L.).



Fonte: Google imagens (2024).

A polpa que envolve as sementes de urucum é composta por proteínas,  $\beta$ -carotenos e outros carotenoides, sendo encontradas em maiores concentrações a bixina e a norbixina, as quais possuem grande capacidade pigmentante que variam do amarelo ao vermelho (Faustino *et al.*, 2018; Santana *et al.*, 2008). O urucum pode apresentar também ação antioxidante, efeitos bactericidas e hipocolesterolêmicos devido aos metabólitos secundários presentes em suas sementes (Raddatz-Mota *et al.*, 2017).

Martínez *et al.* (2021) incluíram até 1,50% de pó de semente de urucum em dietas para galinhas poedeiras Dekalb White e observaram que o uso do aditivo melhorou a cor da gema do ovo, tornando o produto mais atrativo para os consumidores. Resultados semelhantes foram encontrados por Fassani, Abreu e Silveira (2019), Moraleco *et al.* (2019) e Nunes Junior *et al.* (2020) ao utilizarem o óleo de semente de urucum, o pó de extrato de urucum e a semente de urucum, respectivamente, como aditivo em dietas de galinhas poedeiras.

Dessa forma, os resultados obtidos na literatura demonstram uma excelente oportunidade para usar os aditivos naturais provenientes do urucum, não apenas devido seu baixo custo, mas também para satisfazer a demanda do mercado por produtos mais nutritivos, inócuos e naturais (Martínez *et al.*, 2021).

Apesar disso, é importante destacar que os carotenoides presentes no urucum podem sofrer degradação quando expostos a luz ou a altas temperaturas (Satyanarayana *et al.*, 2003). Tal fato foi observado por Martínez *et al.* (2021) ao expor o urucum a condições ambientais,

houve redução nos níveis de bixina e consequentemente a diminuição do efeito de pigmentação da gema do ovo. Portanto, se faz necessário observar as condições de processamento e armazenamento desse aditivo para que não haja modificações na sua capacidade corante ou antioxidante (Carneiro, 2013), bem como realizar pesquisas que verifiquem a estabilidade da bixina e da norbixina na ração e na gema do ovo de galinhas poedeiras (Martínez *et al.*, 2021).

#### 2.4.1.2 Extrato de flor de marigold

A flor de marigold (*Tagetes erecta*) (Figura 2), é uma flor de coloração amarela e que possui compostos de flavonoides e os carotenoides, sendo que o extrato (pétala, raiz e caule) contém aproximadamente 27% de carotenoides ( $\beta$ -carotenos, éster de criptoxantina e xantofila) (Volpet *et al.*, 2009). Desses, as xantofilas estão presentes em maior concentração, aproximadamente 12 g kg<sup>-1</sup>, sendo 80 a 90% de luteína, um carotenoide que confere a cor amarela (Matache *et al.*, 2024; Moura *et al.*, 2011).

**Figura 2-** Extrato de flor de marigold (*Tagetes erecta*).



Fonte: Google imagens (2024).

De acordo com Moura *et al.* (2011), a suplementação com a marigold é viável em dietas de aves que apresentam deficiência em xantofilas, como por exemplo dietas à base de sorgo, trigo e milheto, pois a adição do extrato da flor na ração apresenta pigmentação da gema semelhante a depositada pelo milho.

Galorbart *et al.* (2004), Moura *et al.* (2011) e Santos-Bocanegra *et al.* (2004) avaliaram o efeito da suplementação do extrato de flor de marigold em dietas à base de sorgo sobre a qualidade dos ovos de poedeiras e codornas, e verificaram que a adição desse pigmentante na dieta das aves à base de sorgo foi viável, pois a coloração da gema do ovo foi equivalente àquela obtida com o fornecimento de ração à base de milho, apresentando coloração de 6 a 8 na escala colorimétrica de RocheYolk Color Fan.

Maia *et al.* (2022) estudaram diferentes níveis de inclusão da flor de marigold (2,10, 2,40, 2,70 e 3,00 ppm) em dietas de galinhas poedeiras de linhagem comercial Hisex Brown e observaram que a inclusão de 2,70 ppm da flor de marigold na ração aumentou o grau de coloração da gema, atingindo coloração 8 na escala colorimétrica de Roche.

Matache *et al.* (2024) estudaram os efeitos do extrato de flor de marigold como pigmentante natural no desempenho produtivo de galinhas poedeiras de linhagem comercial Lohmann Brown (45 semanas de idade), na qualidade dos ovos e na estabilidade oxidativa. Os autores verificaram que a inclusão de 0,07% do extrato da flor favoreceu a ação antioxidante ( $p < 0,0001$ ), não afetou o desempenho produtivo das galinhas ( $p > 0,05$ ) e a coloração da gema foi aumentada significativamente ( $p < 0,0001$ ), obtendo-se cores de amarelo mais escuros.

Assim, é possível observar que a utilização da flor de marigold como pigmentante natural em dietas de poedeiras é satisfatória para a obtenção de gemas mais pigmentadas, confirmando que o corante sintético pode ser substituído, reduzindo o custo de produção avícola (Maia *et al.*, 2022).

No entanto, níveis elevados de suplementação da flor de marigold na dieta de galinhas poedeiras pode resultar em ovos com casca mole ou sem casca, como observado nos estudos de Maia *et al.* (2022) e Oliveira *et al.* (2017), e explicado por Hirsch *et al.* (2007). Os autores mencionaram que os carotenoides luteína e zeaxantina presentes no extrato da flor, podem inibir a atividade do hormônio estrogênio e consequentemente a ação da anidras e carbônica que é a enzima responsável pela formação da casca do ovo, reduzindo a porcentagem de espessura da casca e o peso específico dos ovos.

Em contrapartida, Moeini *et al.* (2013) e Rezaei *et al.* (2019) relataram que adição do extrato de marigold nas rações de poedeiras apresentou efeitos positivos sobre os parâmetros sanguíneos, demonstrando uma redução do colesterol e melhoria na imunidade dos animais, além dos efeitos antioxidantes.

#### **2.4.1.3 Extratos de pimentão e pimenta**

O extrato de páprica (Figura 3) é obtido a partir da desidratação do pimentão vermelho (*Capsicum annuum*) (Oliveira *et al.*, 2020). As xantofilas presentes em sua composição, são a capsantina, capsorubina, zeaxantina, capsoluteína,  $\beta$ -caroteno e  $\beta$ -criptoxantina (Matache *et al.*, 2024; Topuz; Ozdemir, 2003). O pigmento vermelho-alaranjado brilhante é a capsantina, pertence à classe das xantofilas de carotenoides contendo oxigênio (Matache *et al.*, 2024) e,

também, têm efeitos antioxidantes (Costa *et al.*, 2010; Matache *et al.*, 2024) e termogênicos (Saito *et al.*, 2013). A páprica é um dos corantes alimentares naturais mais conhecidos e usados para pigmentar as gemas dos ovos (Kojima, 2024).

**Figura 3**—Páprica (*Capsicum annuum*).



Fonte: Google imagens (2024).

De acordo com Kojima (2024), o extrato de páprica melhora a cor da gema mesmo em um baixo nível de suplementação (cerca de 0,10%). A páprica contém de 4 a 8 g kg<sup>-1</sup> de xantofilas, sendo 50 a 70% de capsantina (Matache *et al.*, 2024).

Kojima (2024) conduziu uma pesquisa para avaliar o impacto da suplementação dietética com o extrato de páprica (níveis 0,60% e 1,20%) em galinhas poedeiras e concluiu que a páprica pode melhorar a qualidade dos ovos, atingindo coloração entre 9 a 15 na escala de Roche ( $p < 0,05$ ). O autor observou também que os carotenoides dietéticos presentes no extrato da páprica influenciaram positivamente ( $p < 0,001$ ) os perfis lipídicos do sangue dos animais, sendo o HDL uma lipoproteína de alta densidade, importante para o transporte de carotenóides na corrente sanguínea.

Matache *et al.* (2024) verificaram o efeito da páprica na qualidade dos ovos de galinhas Lohmann Brown (45 semanas de idade) e obtiveram uma coloração da gema do ovo de 12,66 na escala de Roche quando adicionaram 0,07% de extrato de páprica na ração, sem afetar a saúde e o desempenho produtivo das poedeiras, podendo ser uma alternativa viável aos corantes sintéticos. Resultados semelhantes foram encontrados na literatura por Oliveira *et al.* (2017) e Santos-Bocanegra *et al.* (2004) com taxas de inclusão de 0,60% e 7,5 ppm de extrato de páprica, respectivamente, na ração de galinhas poedeiras.

Rossi *et al.* (2015) avaliaram o efeito do pimentão verde doce na coloração da gema e no desempenho de poedeiras Hy-Line White W36 com 73 semanas de vida e observaram que a porcentagem da gema, a cor da gema usando o leque Roche e a vermelhidão aumentaram linearmente com o aumento dos níveis (75, 125 e 225 ppm) de pimentão doce nas dietas ( $p < 0,05$ ), sem interferir no desempenho produtivo dos animais.

A pimenta vermelha kapia (*Capsicum annuum* L.) (Figura 4) é uma fonte rica em carotenoides, variando de 0,3 a 3,2 g 100 g<sup>-1</sup> de peso seco (Arimboor *et al.*, 2015). Alguns trabalhos na literatura demonstraram que a inclusão da pimenta vermelha na dieta melhorou a intensidade da cor da gema do ovo (Özeret *et al.*, 2006; Lokaewmanee *et al.*, 2013) e a taxa de postura (Furuse *et al.*, 1994; Özer *et al.*, 2006).

**Figura 4**–Pimenta vermelha kapia (*Capsicum annuum* L.)



Fonte: Google imagens (2024).

Panaite *et al.* (2021) verificaram o efeito da suplementação da dieta de galinhas Lohmann Brown com a pimenta kapia seca (inclusão de 2%) sobre as características do ovo, carotenoides da gema e perfil de ácidos graxos. Os resultados demonstraram que inclusão da pimenta na dieta melhorou a cor do ovo (15 pontos na escala Roche), o acúmulo de carotenoides na gema e o perfil de ácidos graxos, principalmente o conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados n-3 (PUFA), que está relacionado a regulação dos processos inflamatórios em humanos.

Diante do exposto, os extratos de pimentão e pimenta possuem aplicação prática na nutrição animal, no entanto, deve-se realizar mais pesquisas para verificar o melhor nível de inclusão e os efeitos do armazenamento dos ovos de galinha na cor da gema utilizando esses pigmentantes naturais (Matache *et al.*, 2024; Kojima, 2024).

#### **2.4.1.4 Farinha de alfafa**

A alfafa (*Medicago sativa* L.) (Figura 5) é uma leguminosa forrageira perene e é um alimento disponível comercialmente, rico em proteínas, minerais e vitaminas (Jiang *et al.*, 2012; Zheng *et al.* 2019). Além disso, contém pigmentos de xantofila,  $\beta$ -carotenos e flavonoides que garantem a pigmentação da gema do ovo e ação antioxidante (Grela *et al.*, 2020; Laudadio *et al.*, 2014). A alfafa é uma fonte de PUFA n-3, que exercem efeito positivo na saúde humana quando consumidos (Kremmyda *et al.*, 2011). No entanto, a utilização da alfafa na alimentação

de aves é limitada devido ao alto teor de fibras (Grela *et al.*, 2020; Laudadio *et al.*, 2014; Zheng *et al.* 2019).

**Figura 5** –Alfafa (*Medicago sativa* L.).



Fonte: Google imagens (2024).

Laudadio *et al* (2014) conduziram um experimento com galinhas Isa Brown com 18 semanas de idade e avaliaram os efeitos da suplementação da farinha de alfafa com baixo teor de fibras sobre as características produtivas e qualidade dos ovos. Os autores relataram que a pontuação da cor da gema do ovo aumentou quando a farinha de alfafa foi incluída (8%) na dieta das poedeiras em comparação com o grupo controle alimentado com farelo de soja (13,27 *versus* 11,14, respectivamente;  $p < 0,001$ ).

Resultando semelhante foi encontrado por Zheng *et al.* (2019) ao conduzirem um experimento com poedeiras chinesas Beijing-you e avaliar o efeito da suplementação dietética de farinha de alfafa (níveis de inclusão de 5,80% e 10%) no desempenho de crescimento, qualidade dos ovos e microbiota intestinal. Os autores demonstraram que a suplementação dietética de 5,80% e 10% de farinha de alfafa para as galinhas tiveram efeitos benéficos no desempenho, qualidade dos ovos e microbiota intestinal. A pontuação da cor da gema aumentou quando a farinha de alfafa foi incluída na dieta controle à base de trigo e farelo de soja, sendo a quantidade de  $\beta$ -caroteno relacionada à cor escura da gema do ovo.

Em contrapartida, Shavsavari *et al.* (2015) observou que a cor de gema de ovo foi aceitável ao suplementar 5% de farinha de alfafa a dietas à base de trigo e cevada, no entanto, o desempenho de postura foi alterado nas poedeiras de linhagem comercial Hy-LineW36, sugerindo mais pesquisas para descobrir os melhores níveis de inclusão de farinha de alfafa na dieta desses animais, no intuito de produzir ovos de mesa com cores de gema desejáveis para os consumidores sem alterar o desempenho da postura.

#### 2.4.1.5 Folhas de mandioca

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Figura 6) disponibiliza produtos e subprodutos como a folhagem, a raiz, o feno da parte aérea, raspa integral, raspa residual, silagem de mandioca, para o aproveitamento em rações animais (Zabaleta *et al.*, 2016; Moreira, 2008).

**Figura 6** –Folhas e raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).



Fonte: Google imagens (2024).

De acordo com Carvalho (1989) e Almeida e Ferreira Filho (2005), o feno das folhas de mandioca além de ser uma boa fonte de proteína, é rico em pigmentos carotenoides, luteína e zeaxantina, responsáveis por intensificar a coloração da gema dos ovos. Mazzuco e Bertol (2000) mencionaram que a farinha da parte aérea da mandioca (FPAM) pode contribuir como fonte natural de xantofilas, e Cesar (1981) observou a presença de 160 mg kg<sup>-1</sup> de carotenoides na farinha de folhas de mandioca (FFM), sendo a presença de  $\beta$ -caroteno avaliada em 77,39 mg 100 g<sup>-1</sup> de FPAM por Corrêa *et al.* (2004). Valores superiores foram encontrados por Gil e Buitrago (2002) ao trabalharem com folhas de mandioca, onde observaram 605 mg kg<sup>-1</sup> de xantofilas totais e 508 mg kg<sup>-1</sup> de xantofilas pigmentantes. Já, Zabaleta *et al.* (2016) avaliaram a composição química da FPAM (folhas e ramas) e observaram um teor de xantofilas totais de 235,40 mg kg<sup>-1</sup> na matéria seca.

Cesar (1981) avaliou os efeitos da suplementação do feno da folha de mandioca na ração de galinhas poedeiras, nos níveis de 1,50%, 3,00% e 4,50%, sobre a coloração das gemas e desempenho produtivo dos animais, em relação à ração controle à base de sorgo e milho. O autor observou que com o aumento do nível de feno nas rações a coloração da gema do ovo

tornou-se proporcionalmente mais intensa, sem perder o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos.

Zabaleta *et al.* (2016), verificaram a qualidade dos ovos sob o efeito da inclusão de baixas concentrações (0%, 0,05%, 0,30% e 0,45%) da FPAM na dieta de poedeiras comerciais Isa Brown e observaram com uso do leque colorimétrico da Roche, que a pigmentação da gema do ovo variou entre 6,21 e 7,87.

Conforme supracitado, a FPAM demonstra- ser um bom pigmentante natural, porém, a sua inclusão na formulação de dietas para as aves deve ser com cautela, não ultrapassando 10 a 15% na composição da ração, devido o teor de fibra e a presença do ácido cianídrico (HCN), substância que atua sobre a cadeia respiratória dos animais inibindo as atividades enzimáticas (Almeida; Ferreira Filho, 2005). O HCN pode ser removido das raízes cruas da mandioca por meio de várias técnicas de processamento (Omede *et al.*, 2017; Uchegbu *et al.*, 2011). Um dos processos de extração do HCN das raízes da mandioca, é através do cozimento (fervura), exemplo de uso para consumo humano. Também podemos utilizar a prensagem e fermentação anaeróbica; e para a extração do HCN das folhas podemos usar uma técnica simples de secagem natural das mesmas em temperatura ambiente. De acordo com Santos *et al.* (2009), a inclusão de 1,50 a 6,0% de farinha das folhas de mandioca não prejudica o desempenho zootécnico das galinhas poedeiras.

#### 2.4.1.6 Farelo de glúten de milho

O farelo de glúten de milho (Figura 7) contém grandes quantidades de zeaxantina, que é um dos melhores compostos pigmentantes e produzem ovos com uma cor laranja profunda (Omar *et al.*, 2018; Panait *et al.*, 2016). De acordo com Stock e Compton (2001), o glúten de milho pode conter até 30 mg de xantofilas por 100 g.

**Figura 7** –Farelo de glúten de milho.



Fonte: Google imagens (2024).

Segundo Subarna *et al.* (2006) e Panait *et al.* (2016), a suplementação do glúten de milho na dieta de poedeiras pode ser usada até 5%, como fonte natural de pigmentação amarela da gema de ovo.

Subarna *et al.* (2006) forneceram o farelo de glúten de milho para frangas poedeiras de linhagem comercial Shaver com 31 dias de idade, como fonte de xantofilas a 10% da dieta por 12 semanas. Os autores verificaram que a cor da gema do ovo melhorou significativamente ( $p < 0,01$ ), obtendo uma pontuação de 8,3 no leque colorimétrico em relação a dieta controle sem glúten (pontuação 7,3).

Panait *et al.* (2016) ofereceram uma dieta basal contendo milho, farelo de trigo, farelo de soja, farelo de girassol e 5% de glúten de milho ( $15,63 \text{ mg kg}^{-1}$  de matéria seca de luteína) para galinhas poedeiras Lohmann Brown com 27 semanas de idade. Os autores notaram que a cor da gema do ovo foi maior (5,61) em relação a dieta controle (3,36), não comprometendo o desempenho produtivo das aves. Esse resultado corrobora com estudo conduzido por Omar *et al.* (2018), em que a inclusão de 2% de glúten de milho na dieta à base de farinha de raiz de mandioca melhorou a pigmentação da gema do ovo.

#### 2.4.1.7 Folhas de amoreira

Uma fonte alimentar ainda pouco difundida e até esquecida é a amoreira (*Morus alba* L.), com suas folhas ricas em nutrientes é fonte alimentar empregada há séculos na sericicultura (Asano *et al.*, 2001; Lim; Choi, 2019). Contudo, deixou de ser cultivada em larga escala com a decadência da produção do bicho-da-seda. A folha da amoreira (Figura 8) é considerada como nutracêutica, pois, além dos nutrientes básicos também é rica em substâncias antioxidantes, antimicrobianas e imunomoduladoras (Srivastava *et al.*, 2006, Zhang *et al.*, 2022).

**Figura 8** –Folha de amora (*Morus alba* L.).



Fonte: Google imagens (2024).

O cultivo das amoreiras (pés de amoras), em grande parte, está vinculado à sericicultura, por representar a principal e única fonte de alimentação das lagartas do bicho-da-seda (*Bombyxmori L.*) (Liu *et al.*, 2001, Okamoto; Rodella, 2006). Esta planta destaca-se atualmente como importante planta forrageira para alimentação de alguns animais (Chen *et al.*, 2021; Lin *et al.*, 2017; Liu *et al.*, 2022), por apresentar acentuado desenvolvimento, alto valor nutritivo e elevada produção de matéria seca por área.

Segundo Miranda, Bonacin e Takahashi (2002), as plantas são perenes, arbustivas, com crescimento ereto, podendo produzir por até 20 anos. Os ramos e folhas apresentam como qualidades o elevado teor de proteína bruta e alta aceitabilidade no consumo pelos animais, além da facilidade na digestão. As pesquisas encontradas na literatura, com o cultivo de amoreira, dão forte destaque para sua produção com a finalidade de serem utilizadas na sericicultura (Asano *et al.*, 2001; Lim; Choi, 2019; Liu *et al.*, 2001, Okamoto; Rodella, 2006) e ainda são poucos os relatos encontrados com o uso das folhas da amoreira na alimentação de aves (Al-Kirshi *et al.*, 2010; Lin *et al.*, 2017; Olteanu *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2007).

O melhoramento genético das amoreiras, por meio de hibridação (cruzamentos das variedades comuns e importadas) realizados pelo Instituto de Zootecnia, permitiu a obtenção de cultivares com elevado potencial para produção de folhas. As cultivares conhecidas como IZ, recomendadas para alimentação do bicho-da-seda e no uso como planta forrageira, amoreiras estas conduzidas através de podas (Okamoto *et al.* 2013).

Suas plantas são de fácil cultivo e de excelente desenvolvimento, mesmo em períodos de estiagens prolongadas (Miranda; Bonacin; Takahashi, 2002). Com um teor proteico de aproximadamente 20% na massa seca, a planta se constitui em alternativa como importante forrageira para a alimentação de animais (Juliatto, 1985; Tinoco; Almeida, 1992).

Comparando variedades de amoreiras para produção de folhas, Miranda, Bonacin e Takahashi (2002), verificaram que existem diferenças entre as épocas de colheita (primavera, verão, outono e inverno) e variedades, sendo que a variedade FM Shima-Miura, destacou-se como o de maior produção de massa foliar, com nível proteico e de fibra em detergente neutro (FDN) de 25,33 e 25,63%, respectivamente. Nutrientes estes que indicam a folha da amoreira como ótima fonte de proteína e seu baixo nível de FDN, indica ter boa digestibilidade (Saddul *et al.*, 2004). Quanto ao potencial produtivo, os cultivares melhorados, desenvolvidos pelo Instituto de Zootecnia, apresentam uma produção média de 20thaano<sup>-1</sup> de matéria verde em folhas.

Seu uso na alimentação de galinhas poedeiras foi testado por Zhang *et al.* (2007), que suplementaram as rações em até 10% com feno de folhas de amora e encontraram melhorias

ligadas a qualidade dos ovos, como uma melhor unidade Haugh, melhor espessura de casca, resistência de casca e índice de gema. Além de uma melhor coloração das gemas dos ovos produzidos com uso do feno das folhas de amora. Pesquisa semelhante foi desenvolvida por Lin *et al.* (2017) onde 96 galinhas poedeiras Hendrix, foram divididas em quatro grupos que receberam farinha de folhas de amora e nível de inclusão de até 2%, observaram que 0,50% já foi suficiente para modular genes responsáveis por processos antioxidantes, além de melhorias na qualidade dos ovos em termos de peso da gema, peso da casca dos ovos, resistência da casca, cor da gema e unidade Haugh.

Al-Kirshi *et al.* (2010), avaliaram o uso do feno das folhas de amora como um substituto do farelo de soja em rações para galinhas poedeiras da linhagem Isa Brown, suplementaram as dietas com quatro níveis em até 20% e por terem utilizado níveis elevados, obtiveram redução na produtividade das aves. Contudo, algumas variáveis de qualidade de ovos também foram afetadas positivamente, com maior unidade Haugh, peso de casca, peso de gema e coloração das gemas dos ovos.

Olteanu *et al.* (2012) pesquisaram a utilização da farinha de feno de amora sobre a digestibilidade de nutrientes e desempenho de poedeiras Lohman Brown, com suplementação das rações em 3 e 6% comparadas com um grupo controle, não encontraram efeito sobre o desempenho e qualidade dos ovos, sendo apenas encontrada melhor coloração nos ovos e uma pior digestibilidade da matéria orgânica da ração. Neste trabalho, destaca-se o alto nível de fibra bruta das rações, pois as mesmas foram preparadas com ingredientes com elevado teor de fibra bruta e isentos de pigmentos, como o farelo de canola, quirera de arroz e trigo.

Perante o exposto, fica evidente que o uso desses pigmentantes naturais é uma solução inovadora, destinada a minimizar os custos da alimentação de galinhas poedeiras, ao mesmo tempo que potencializa a produção e qualidade dos ovos, além de servir como uma alternativa aos corantes sintéticos (Saleh *et al.*, 2021). Essa prática pode promover a produção sustentável de ovos de alta qualidade para o mercado e contribuir para a melhoria do meio ambiente (Saleh *et al.*, 2021).

No entanto, são poucos os estudos que abordam os efeitos do uso de corantes naturais e dos níveis de inclusão nas dietas de galinhas poedeiras comerciais, especialmente em sistema livre de gaiolas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras (FZMV/UFLA), Minas Gerais, Brasil (coordenadas 21° 14' de latitude Sul, 45° 00' de longitude Oeste e 918 m de altitude). Foram utilizadas 240 galinhas poedeiras de linhagem comercial Hisex Brown. O experimento foi aprovado pela CEUA com protocolo nº 033/17. As aves foram criadas desde o primeiro dia em galpão de cria e de recria, recebendo manejo e plano nutricional de acordo com as recomendações da linhagem, além de um programa de vacinação recomendado para região.

Ao final da recria, por volta da 15ª semana de vida, as aves foram distribuídas em grupos de 20 aves em 12 piquetes gramados com área de 81 m<sup>2</sup> cada, os piquetes contam com abrigos construídos em alvenaria, com comedouro tubular e bebedouros tipo *nipple*, sistema de iluminação e área coberta de 4 m<sup>2</sup> e o piso foi forrado com cinco centímetros de cepilho de madeira. No abrigo, foram instalados poleiros que possibilitem área mínima de 15 cm de espaço por ave, feitos de madeira com diâmetro maior que 2,5 cm na parte superior e instalado em plano único, com 50 cm de distância do solo. No abrigo, existem instalados cinco ninhos para postura dos ovos, feitos em madeira e forrados com tapete tipo capacho de borracha, sendo um ninho para quatro galinhas.

No período entre o alojamento nos piquetes até iniciarem a fase de produção de ovos, as frangas receberam água e ração balanceada à vontade, com acesso a área de pastejo, como é recomendado para esse tipo de ave (Ofício circular DOI/DIPOA nº 007/99 de 19/05/1999), em densidade de 3 m<sup>2</sup> ave<sup>-1</sup> e apenas receberam luz natural. Após iniciarem a fase de produção de ovos, passaram a receber programa de luz com 16 horas diárias, além de ração balanceada para esta fase, foi aguardado até atingirem 25 semanas de idade para ser iniciada a fase experimental, com a aplicação dos tratamentos nutricionais.

Os piquetes que as aves tiveram acesso são formados com forrageira do gênero *Cynodon* (grama estrela), mantidas na altura de 15 a 20 cm, afim de evitar que as galinhas busquem seu hábito natural de botar caso essa altura possibilite que as mesmas se escondam para botar. Os piquetes são localizados na área anexa aos abrigos e cercados com tela de arame galvanizado resistente à entrada de predadores, com altura de 1,5 m.

As aves foram submetidas a três diferentes tipos de ração balanceada que diferiram apenas na suplementação com farinha das folhas de amoreira (FFA). O nível de uso da FFA foi de 0,75 e 1,5%, mais uma ração sem a utilização da FFA (nível zero). Portanto, o experimento

foi realizado com três tratamentos e quatro repetições de 20 aves cada, avaliado em três períodos de 21 dias, totalizando 63 dias de experimento no campo. Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida no tempo, com os tratamentos (rações) na parcela e os períodos experimentais na subparcela.

A ração balanceada para a fase experimental foi à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), formulada seguindo as recomendações nutricionais da linhagem e a composição dos alimentos conforme Rostagno *et al.* (2017).

A FFA foi preparada, realizando uma colheita das folhas de árvores de amoreira encontradas no *campus* da UFLA. As folhas, foram levadas para serem desidratadas em estufa de circulação de ar forçado, durante 24 horas, com temperatura de 55°C. Após as folhas estarem secas, foram trituradas, utilizando um liquidificador de cozinha e posteriormente foram peneiradas, até obter uma farinha fina. Para a condução do experimento, foi necessário o preparo de 13 kg da FFA. Esta quantidade de FFA foi toda preparada com antecedência a fase experimental e mantida embalada em sacos plásticos lacrados e em *freezer*, para evitar oxidações até sua inclusão nas rações.

**Tabela 1** - Ração controle utilizada para a inclusão de farinha de feno de amoreira, destinada a poedeiras comerciais Hisex Brown, em postura e acima de 28 semanas de idade.

| <b>Ingrediente</b>                      | <b>Quantidade (kg)</b> |
|-----------------------------------------|------------------------|
| Milho moído                             | 61,68                  |
| Farelo de soja                          | 22,22                  |
| Farelo de trigo                         | 3,00                   |
| Óleo de soja                            | 1,73                   |
| Fosfato bicálcico                       | 1,11                   |
| Calcário calcítico                      | 9,11                   |
| Sal comum                               | 0,370                  |
| Suplemento vitamínico <sup>1</sup>      | 0,100                  |
| Suplemento micromineral <sup>2</sup>    | 0,100                  |
| DL-Metionina, 99%                       | 0,220                  |
| L-Lisina sulfato, 55%                   | 0,140                  |
| Cloreto de Colina, 70%                  | 0,100                  |
| Adsorvente de micotoxinas <sup>3</sup>  | 0,100                  |
| Fitase (phosmor <sup>®</sup> TT 10.000) | 0,005                  |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>100,00</b>          |
| <b>Composição calculada:</b>            |                        |
| Energia metabolizável, kcal/kg          | 2800                   |
| Proteína bruta, %                       | 15,62                  |
| Cálcio, %                               | 3,800                  |
| Fósforo disponível, %                   | 0,300                  |
| Sódio, %                                | 0,160                  |
| Metionina digestível, %                 | 0,440                  |
| Met + Cis digestível, %                 | 0,660                  |
| Lisina digestível, %                    | 0,770                  |
| Triptofano digestível, %                | 0,170                  |
| Treonina digestível, %                  | 0,530                  |
| Fibra bruta, %                          | 2,420                  |

<sup>1</sup>Enriquecimento por quilograma de ração: Vit. A, 9000 UI; Vit. E, 20 UI; Vit. K3, 2,5 mg; Vit. B1, 1,5 mg; Vit. B2, 6,0 mg; Vit. B12, 12 UI; Niacina, 25 mg; Ácido Fólico, 800 UI; Ácido Pantotênico, 12 mg; Biotina, 60 UI; Se, 0,25 mg.

<sup>2</sup>Enriquecimento por quilograma de ração: Manganês, 80 mg; Zinco, 50 mg; Ferro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Iodo, 1000 UI.

<sup>3</sup>Mycosorb A+<sup>®</sup>.

Fonte: Do autor (2025).

Foram avaliadas variáveis de desempenho das galinhas poedeiras em termos de produção de ovos, peso de ovos, consumo de ração e conversão alimentar. Também foi avaliada a cor da gema dos ovos produzidos em três períodos de avaliação de 21 dias. Para a avaliação

da cor da gema, foi utilizado o método subjetivo, com uso do leque colorimétrico da DSM® (DMS Nutritional Products, 2014).

Todos os resultados foram analisados estatisticamente, utilizando o programa SISVAR, segundo Ferreira (2000).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados de desempenho das poedeiras alimentadas com diferentes níveis de farinha de folhas de amoreira (FFA). Verificou-se não haver interação no período de avaliação com os níveis de FFA ( $p > 0,05$ ).

Tabela 2 - Efeito da inclusão da farinha de folhas de amoreira na ração, sobre o desempenho produtivo de poedeiras comerciais, criadas em sistema livre de gaiolas.

| Variável Avaliada                           | Nível de Inclusão |            |             | Valor p |
|---------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------|
|                                             | 0,00%             | 0,75%      | 1,50%       |         |
| Produção de ovos (% ave dia <sup>-1</sup> ) | 94,70±0,86        | 96,20±0,65 | 93,90±0,94  | 0,6604  |
| Peso de ovos (g)                            | 60,30±0,29        | 60,40±0,28 | 60,20±0,22  | 0,8941  |
| Consumo de ração (g ave dia <sup>-1</sup> ) | 113±1,02 b        | 120±1,13 a | 117±1,17 ab | 0,0196  |
| Conversão alimentar (g g <sup>-1</sup> )    | 1,99±0,02         | 2,08±0,02  | 2,07±0,03   | 0,3459  |

Valores expressos como média ± erro padrão da média.

Médias seguidas por letras diferentes, na linha, diferem pelo teste Tukey 5%.

Fonte: Do autor (2025).

O consumo de ração (CR) apresentou alteração pela inclusão da FFA na ração ( $p < 0,05$ ), as galinhas alimentadas com ração sem a inclusão de FFA demonstraram um menor CR, que foi aumentado quando se adicionou a FFA. Este resultado difere dos observados por Siddiqui *et al.* (2022) ao testarem a inclusão de 1,50% de FFA na ração à base de arroz polido e de 4,50% de FFA em substituição total do arroz, na dieta de galinhas poedeiras Leghorn White, em que a FFA não influenciou no desempenho dos animais.

Lokaewmanee *et al.* (2009) que utilizaram até 3% de FFA e Kamruzzaman *et al.* (2014) que testaram até 9% de inclusão de FFA em dietas de poedeiras, também não encontraram nenhum efeito sobre o desempenho das aves, estando de acordo com os demais resultados de desempenho encontrados neste estudo, pois a produção de ovos, peso dos ovos e a conversão

alimentar, não apresentaram alterações ( $p > 0,05$ ) com o uso da FFA na ração, indicando que este alimento pode ser utilizado na nutrição de poedeiras.

Salienta-se que a inclusão da FFA foi feita em substituição ao farelo de trigo existente na formulação da ração controle, ou seja, a quantidade de fibras pouco foi alterada na inclusão dos níveis de FFA e, portanto, a causa do aumento no consumo de ração não se explica pela fibra bruta dietética. Sendo assim, outros fatores, como o aproveitamento energético da FFA e os relacionados ao próprio comportamento ingestivo do indivíduo, podem ter exercido efeito sobre o consumo.

A cor da gema dos ovos foi influenciada pela inclusão da FFA, ocorrendo interação do nível de inclusão da FFA com o período de avaliação ( $p < 0,05$ ), conforme demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3** - Efeito da inclusão da farinha de folhas de amoreira (FFA) na ração, sobre o a cor de gema dos ovos de poedeiras comerciais, criadas em sistema livre de gaiolas, por avaliação a cada 21 dias.

| Nível de inclusão<br>da FFA | Avaliação |        |       | MÉDIA |
|-----------------------------|-----------|--------|-------|-------|
|                             | 1         | 2      | 3     |       |
| 0,00%                       | 7,3       | 7,1 b  | 6,3 b | 6,9   |
| 0,75%                       | 7,3       | 7,9 ab | 8,1 a | 7,8   |
| 1,50%                       | 8,0       | 8,3 a  | 8,9 a | 8,4   |
| <b>Valor de p</b>           | NS        | <0,05  | <0,01 |       |

Coeficiente de variação: 7,76%

Valores expressos como média  $\pm$  erro padrão da média.

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste Tukey 5%.

Fonte: Do autor (2025).

Pode ser observado que após a avaliação 1, realizada aos 21 dias de período experimental, e na avaliação 3, com 63 dias de fornecimento da FFA nas rações, os níveis de 0,75% e de 1,50% demonstraram a mesma capacidade de pigmentação, evidenciando que mesmo o menor nível de inclusão, já fornece pigmentantes suficientes para intensificar a coloração da gema dos ovos. As pesquisas conduzidas por Al-Kirshiet *al.* (2010), Lin *et al.* (2017), Lokaewmanee *et al.* (2009), Olteanu *et al.* (2012), Siddiqui *et al.* (2022), Zhang *et al.* (2022) e Zhang *et al.* (2007), também encontraram aumento da cor das gemas dos ovos com a inclusão de FFA.

A inclusão de FFA melhorou a pigmentação da cor da gema (Tabela 3), obtendo uma pontuação média de 7,9 (nível 0,75% de FFA) e 8,4 (nível 1,50% de FFA) no leque

colorimétrico em relação a dieta controle sem FFA (média de 6,9 pontos). Segundo Fassani, Abreu e Silveira (2019) e Miranda *et al.* (2021), o consumidor brasileiro tem preferência por uma pigmentação da gema superior a 7 na escala do abanico de cores da DSM® (DMS Nutritional Products, 2014), indicando que a FFA no presente estudo proporcionou gemas de ovos satisfatórias para os consumidores.

Os resultados de cor de gema, obtidos ao longo da pesquisa, indicam que a forragem utilizada nos piquetes e o milho contido na ração controle, conferiram pouca quantidade de pigmentos da classe das xantofilas, o que resultou em gemas pouco pigmentadas nos ovos provenientes das galinhas que não receberam a FFA na ração (Tabela 3).

Sabe-se que os teores de xantofilas e carotenoides dos alimentos, como o milho, farelo de soja e da forragem, são susceptíveis as condições do clima, plantio, época do ano, tempo e condições de armazenamento, entre outros (Berardo *et al.*, 2004; Cardoso *et al.*, 2009, 2015; Rodriguez-Amaya; Kimura, 2004), causando oscilação na intensidade de pigmentação da gema ao longo do ano (Kijparkorn *et al.*, 2010).

Devido a isto, as rações comerciais para poedeiras devem ser enriquecidas com pigmentos naturais, no intuito de intensificar e manter a homogeneidade da cor da gema do ovo ao longo do ano, atendendo as exigências dos consumidores (Albino; Godoi, 2016; Fassani; Abreu; Silveira, 2019; Saleh *et al.*, 2021).

Os resultados indicam que a FFA pode ser utilizada em rações destinadas a poedeiras comerciais, pois não houve efeito negativo sobre o desempenho produtivo das aves. Além da FFA contribuir para a pigmentação das gemas dos ovos, ela pode ser utilizada como fonte de proteína alternativa nas formulações de rações para poedeiras, reduzindo o uso do farelo de soja e, consequentemente, otimizando o custo da alimentação (Al-Kirshi *et al.*, 2010; Saddul *et al.*, 2004; Tinoco; Almeida, 1992).

Existem outros benefícios da suplementação da FFA em dietas de poedeiras descritos na literatura, dos quais pode-se citar: a capacidade antioxidante, regulação do metabolismo lipídico e redução das doenças relacionadas ao metabolismo lipídico no final do período de postura (Zhang *et al.*, 2022); e o aumento do peso da gema, do peso da casca do ovo, da resistência da casca do ovo, da espessura da casca do ovo, da cor da gema e das unidades Haugh (Lin *et al.*, 2017; Siddiqui *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a FFA pode servir como um recurso nutricional alternativo e um pigmentante natural em dietas destinadas a galinhas poedeiras livres de gaiolas, oferecendo uma alternativa de baixo custo para os produtores, e com possibilidade de substituir ou minimizar a

utilização de pigmentantes sintéticos para a coloração das gemas dos ovos (Al-Kirshi *et al.*, 2010; Lin *et al.*, 2017; Siddiqui *et al.*, 2022).

Entretanto, a aplicação da FFA na nutrição de poedeiras e na produção de ovos não foi extensivamente estudada, sendo necessárias pesquisas futuras para determinar a energia metabolizável desta fonte alimentar e os níveis máximos de utilização nas rações, no intuito de produzir ovos de mesa com cores de gema desejáveis para os consumidores sem alterar o desempenho da postura.

## **5 CONCLUSÃO**

Nas condições testadas, conclui-se, que a FFA (Farinha de feno da amoreira) apresenta potencial de uso para a nutrição de poedeiras comerciais, mantém o desempenho e auxilia na coloração das gemas dos ovos.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, L. F. T., GODOI, M. J. **Criação de Galinhas Caipiras**. Boletim de Extensão, n. 51, 2016.
- AL-KIRSHI, R. *et al.* Utilization of mulberry leaf meal (*Morus alba*) as protein supplement in diets for laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, Estados Unidos, v. 9, n. 51, p. 265-267, 2010.
- ALMEIDA, J., FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia agrícola**, Bahia, v. 7, n. 1, p. 50-56, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - **Avicultura – Produção, classificação e identificação do ovo caipira, colonial ou capoeira**. (NBR 16437). Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ARIMBOOR, R. *et al.* Red pepper (*Capsicum annuum*) carotenoids as a source of natural food colors: Analysis and stability-a review. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 52, p. 1258–1271, 2015.
- ASANO, N.*et al.* Polyhydroxylated alkaloids isolated from mulberry trees (*Morus alba* L.) And silkworms (*Bombyx mori* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, United States, v. 49, p. 4208–4213, 2001.
- BAIAO, N.C.*et al.* Pigmenting efficacy of several oxycarotenoids on egg yolk. **Journal Applied of Poultry Research**, United States, v. 8, n. 4, p. 472-479, 1999.
- BERARDO, N. *et al.* Carotenoids concentration among maize genotypes measured by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, United Kingdom, v. 5, n. 3, p. 393-398, 2004.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA; 2012. 373p. Português.
- BRASIL. **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO**, Instrução Normativa nº 7, de 17 de maio de 1999, Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 94, Brasília, 19/05/1999.
- BREITHAUPT, D. Modern application of xanthophylls in animal feeding. A review. **Trends in Food Science and Technology**, Netherlands, v. 18, p. 501–506, 2007.
- CALISLAR, S.; UYGUR, G. Effects of dry tomato pulp on egg yolk pigmentation and some egg yield characteristics of laying hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, p. 96–98, 2010.
- CARDOSO, W. S. *et al.* 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**, United States, v. 35, n. 3, p. 481-486, 2015.

CARDOSO, W. S. *et al.* Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 164-173, 2009.

CARNEIRO, J. S. **Pigmentantes de gema: novo método de avaliação de cor e caracterização da produtividade e saúde das poedeiras**. 2013. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

CARVALHO, H. L. J. Mandioca: Nas folhas, tanta proteína quanto na alfafa. **Revista Globo Rural**, São Paulo, v. 39, p. 32-37, 1989.

CASTRO, M. L. S. *et al.* Pigmentantes naturais em dietas de codornas japonesas a base de arroz integral descascado e não polido. **Archivos de Zootecnia**, Spain, v. 69, n. 267, p. 280-287, 2020.

CESAR, J. S. **Efeitos da utilização dos fenos de confrei e da rama de mandioca sobre o desempenho de poedeiras e na coloração da gema do ovo**. 1981. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1981.

CHEN, X. *et al.* Mulberry leaf polysaccharide supplementation contributes to enhancing the respiratory mucosal barrier immune response in new castle disease virus-vaccinated chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 100, p. 592-602, 2021.

CORREIA, A. D. *et al.* Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Brasil, v.24, n. 2, p. 159-164, 2004.

COSTA, L. M. *et al.* Atividade antioxidante de pimentas do gênero *Capsicum*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Brasil, v. 30, n. 1, p. 51-59, 2010.

**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.

FASSANI, E. J.; ABREU, M. T.; SILVEIRA, M. M. B. M. Coloração de gema de ovo de poedeiras comerciais recebendo pigmentante comercial na ração. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 20, p. e-50231, 2019.

FAUSTINO, S.L.S. *et al.* Coloração de frangos de crescimento lento alimentados com dietas contendo urucum. *In: 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia*, p. 1-5, 2018.

FEDNA – Fundação Española para Del Desarrollo de La Nutrición Animal. **Necesidades Nutricionales para Avicultura: Pollos de Carne y Aves de Puesta**. Fundación Española para Del Desarrollo de La Nutrición Animal, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, abril, 2008. 73p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

FIGUEROA, S. F. *et al.* Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre localidade física y microbiológica del huevo lavado con cinco días de almacenamiento: avances de investigación.

*In: Congreso de Ciencia de Los Alimentos, y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2007, México. Anais... Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California, 2007.

FURUSE, M. *et al.* Feeding behavior, abdominal fat and laying performance in laying hens given diets containing red pepper. **Japan Poultry Science**, Japan, v. 31, p. 45–52, 1994.

GALOBART, J. *et al.* Egg yolk color as affected by saponified oleoresin of red pepper (*Capsicum annuum*) fed to laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, United States, v. 13, p. 328-334, 2004.

GARCIA, E. A. *et al.* 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. *et al.* Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com semente de urucum. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia**, Umuarama, v. 18, n. 1, p. 17-20, 2015.

GIL, J. L.; Buitrago, J. A. **La yuca en la alimentación animal**. In: B. Ospina y H. Ceballos, comps. La yuca en el Tercer Milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Consorcio Latinoamericano para la Investigación y el Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Proyecto IP-3: Mejoramiento de Yuca. Publicación CIAT. v. 327, p. 527-569, 2002.

GOLABART, J. *et al.* Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **Journal Applied of Poultry Research**, United States, v. 13, n. 2, p. 328-334, 2004.

GRASHORN, M. 14 - Feed Additives for Influencing Chicken Meat and Egg Yolk Color. Editor(s): Reinhold Carle, Ralf M. Schweiggert. *In: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages*. Woodhead Publishing. p. 283-302, 2016.

GRČEVIĆ, M. *et al.* Effects of dietary marigold extract on lutein content, yolk color and fatty acid profile of omega-3 eggs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, United States, v. 99, p. 2292-2299, 2019.

GRELA, E. R. *et al.* Effects of dietary alfalfa protein concentrate supplementation on performance, egg quality, and fatty acid composition of raw, freeze-dried, and hard-boiled eggs from Polbar laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 99, n. 4, p. 2256–2265, 2020.

HERNANDEZ, J. M. *et al.* **Egg Quality: The European Consumer's Perception**. Roche Vitamins Europe Ltd, Basel, Switzerland, 2001.

HIRSCH, K. *et al.* Lycopene and other carotenoids inhibit estrogenic activity of 17 $\beta$ -estradiol and genistein in cancer cells. **Breast Cancer Research and Treatment**, Netherlands, v. 104, n. 2, p. 221-230, 2007.

JIANG, J.F. *et al.* Effects of alfalfa meal on carcass quality and fat metabolism of Muscovy ducks. **British Poultry Science**, United Kingdom, v. 53, p. 681-688, 2012.

JULIATTO, S.T. **Amoreira: híbridos mais produtivos**. São Paulo: CATI, 1985. 23p.

KAMRUZZAMAN, M., *et al.* Effect of dietary mulberry leaf meal on egg quality of laying hens. **Journal of Science and Technology**, Pakistan, v. 12, n. 2, p. 17-21, 2014.

KIJPARKORN, S. *et al.* Flower as a pigment source in egg yolk of laying hens. **The Thai Journal of Veterinary Medicine**, Thailand, v. 40, n. 3, p. 281-287, 2010

KOJIMA, S. Impact of High-Dose Supplemental Paprika Extract Feeding on Egg Storage and Biochemical Parameters in Laying Hens. *Animals*, Switzerland, v. 14, n. 19, p. 2856, 2024.

KREMMYDA, L.-S. *et al.* Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease-a review. Part 2: fatty acid physiological roles and applications in human health and disease. **Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky. Olomouc**, Czech Republic, v. 155, p. 195-218, 2011.

LAUDADIO, V. *et al.* Low-fiber alfalfa (*Medicago sativa L.*) meal in the laying hen diet: Effects on productive traits and egg quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 93, p. 1868–1874, 2014.

LIM, S. H.; CHOI, C. I. Pharmacological properties of *Morus nigra L.* (Black mulberry) as a promising nutraceutical resource. **Nutrients**, Switzerland, v. 11, p. 437, 2019.

LIN, W.C.*et al.* Effects of mulberry leaves on production performance and the potential modulation of antioxidative status in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 96, n. 5, p. 1191-1203, 2017.

LIU, J. X. *et al.* Effects of mulberry leaves to replace rapeseed meal on performance of sheep feeding on ammoniated rice straw diet. **Small Ruminant Research**, Netherlands, v. 39, n. 2, p. 131-136, 2001.

LIU, Y.*et al.* Dietary supplementation with flavonoids from mulberry leaves improves growth performance and meat quality, and alters lipid metabolism of skeletal muscle in a chinese hybrid pig. **Animal Feed Science and Technology**, Netherlands, v. 285, p. 115211, 2022.

LOKAEWMANEE, K. *et al.* Effects of dietary mulberry leaves (*Morus alba L.*) on egg yolk color. **Journal of Poultry Science**, Japan, v. 46, n. 2, p. 112-115, 2009.

LOKAEWMANEE, K.*et al.* Effects of dietary red pepper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Germany, v. 97, p. 986–995, 2013.

MAIA, K. M. *et al.* Performance and egg quality of light laying hens fed with canthaxanthin and marigold flower extract. **South African Journal of Animal Science**, South African, v. 52, n. 4, p. 433-443, 2022.

MARTÍNEZ, Y. *et al.* Use of achiote (*Bixa orellana* L.) seed powder as pigment of the egg yolk of laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, United States, v. 30, n. 2, p. 1–10, 2021.

MATACHE, C.-C. *et al.* Effects of marigold and paprika extracts as natural pigments on laying hen productive performances, egg quality and oxidative stability. *Agriculture*, France, v. 14, n.9, p. 1464, 2024.

MAZZUCO, H.; T. Bertol, M. **Mandioca e seus subprodutos na alimentação de aves e suínos**. Circular Técnica 25, Embrapa Suínos e Aves. Concórdia, Brasil, 2000. 37 p.

MENDONÇA, A. S. *et al.* Pigmentante alternativo para gema em ovos de galinha caipira no Município de Garrafão-do-Norte/PA. **Cadernos de Agroecologia**, Mato Grosso do Sul, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2018.

MIRANDA, D. A. *et al.* Coloring of egg yolks of laying hens fed with sorghum-based feed with addition of natural and synthetic pigments. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 20, n. 4, p. 302–308, 2021.

MIRANDA, J.E.; BONACIN, G.A.; TADAHASHI, R. Produção e qualidade de folhas de amoreira em função da época do ano e de colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 499-504, 2002.

MOEINI, M. M. *et al.* The effect of red pepper (*Capsicum annuum*) and Marigold flower (*Tagetes erectus*) powder on egg production, egg yolk color and some blood metabolites of laying hens. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, Iran, v. 3, p. 301-305, 2013.

MONA, F. *et al.* Advances in keeping laying hens in various cage-free systems: part I rearing phase. **World's Poultry Science Journal**, United Kingdom, v. 79, n. 3, p. 535-549, 2023.

MORALECO, D. D. *et al.* Egg quality of laying hens fed diets with plant extracts. **Acta Scientiarum Animal Science**, Santa Maria, v. 41, p. 1-6, 2019.

MOREIRA, R. F. **Avaliação nutricional de fenos utilizados na alimentação de poedeiras**. 2008. 57p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2008.

MORTENSEN, A. Carotenoids and other pigments as natural colorants. **Pure and Applied Chemistry**, United Kingdom, v. 78, p. 1477–1491, 2006.

MOURA, A. M. A. *et al.* Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 11, p. 2443- 2449, 2011.

NIU, Z. *et al.* Influence of paprika extract supplement on egg quality of laying hens fed wheat-based diet. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 7, p. 887–889, 2008.

NUNES JUNIOR, D. A. *et al.* Pigmentantes em dietas a base de milho e sorgo para aves comerciais. **Revista Brasileira de Nutrição Animal**, Fortaleza, v. 14, p. 1-10, 2020.

NUNES, D. A. J. R. L. *et al.* Pigmentantes em dietas a base de milho e sorgo para aves comerciais. **Revista Brasileira de Nutrição Animal**, Fortaleza, v. 12, p. 3140, 2018.

NYS, Y. Dietary carotenoids and egg yolk coloration - a review. **Archiv Für Geflügelkunde**, Germany, v. 64, p. 45–54, 2000.

OKAMOTO, F.; RODELLA, R. A. Características morfoanatômicas e bromatológicas de folhas de amoreira em relação às preferências do bicho-da-seda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 195-203, 2006.

OKOMOTO, F.; FURLANETO, F. P. B.; MARTINS, A.N. Amora preta: quem é quem. **Pesquisa e Tecnologia**, Brasil, v. 10, n. 2, 2013.

OLIVEIRA, H. C. *et al.* Paprika and/or marigold extracts improve productivity and yolk color in egg-laying quails. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 21, p. e-53048, 2020.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* Paprika and/or marigold extracts in diets for laying hens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 18, p. 293-302, 2017.

OLTEANU, M. *et al.* Effect of dietary mulberry leaves on performance parameters and nutrient digestibility of laying hens. **Indian Journal of Animal Science**, India, v. 82, n. 8, p. 132-135, 2012.

OMAR, M. *et al.* Impact of using cassava root meal and different coloring agents on laying hen performance and egg yolk color. **Egyptian Poultry Science Journal**, Egypt, v. 38, n. 4, p. 959-968, 2018.

OMEDE, A. A. *et al.* **Improving cassava quality for poultry feeding through application of biotechnology**. In: V. Waisundara (Ed.), Cassava, 2017.

ÖZER, A. *et al.* Histological investigations on the effects of feeding with a diet containing red hot pepper on the reproductive system organs of the cock. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, Turkey, v. 30, p. 7–15, 2006.

PANAIT, T. D. *et al.* Effect of using raw materials rich in xanthophylls in layer diets on egg quality. **Animal Science Journal**, United Kingdom, v. 65, p. 25-31, 2016.

PANAITE, T.D. *et al.* Effects of linseed meal and carotenoids from different sources on egg characteristics, yolk fatty acid and carotenoid profile and lipid peroxidation. *Foods*, Switzerland, v. 10, p. 1246, 2021.

RADDATZ-MOTA, D. *et al.* Achiote (*Bixa orellana* L.): a natural source of pigment and vitamin E. **Journal of Food Science and Technology**, United States, v. 54, p. 1729-1741, 2017.

REZA, M.S.A. *et al.* Study of a common azo food dye in mice model: Toxicity reports and its relation to carcinogenicity. **Food Science and Nutrition**, United Kingdom, v.7, p. 667–677, 2019.

REZAEI, M. *et al.* Effects of pigments extracted from the marigold flower on egg quality and oxidative stability of the egg yolk lipids in laying hens. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, Iran, v. 9, n. 3, p. 541-547, 2019.

RICKE, S. C. Prebiotics and alternative poultry production. **Poultry Science**, Champaign, v. 100, n. 7, p.101174, 2021.

RILEY, W.W.*et al.* Effect of oxidized  $\beta$ -carotene on the growth and feed efficiency of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 00, n. 6, p. 101088, 2021.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvest Plus handbook for carotenoid analysis**. Washington: International Food Policy Research Institute; 1ª ed. Cali: International Center for Tropical Agriculture, 2004, 58p.

ROSSI, P.*et al.* Effect of sweet green pepper on yolk color and performance of laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, Elsevier, v. 24, p. 10–14, 2015.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, Viçosa, MG: UFV, 2017. 488p.

ROZA, L. F. *et al.* Supplementation of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) breeders with *Tagetes erecta* flower extract and vitamin e improves the oxidative status of embryos and chicks. *Poultry*, Netherlands, v. 2, p. 449-462, 2023.

SADDUL, D.*et al.* The potential of mulberry (*Morus alba*) as a fodder crop: The effect of plant maturity on yield, persistence and nutrient composition of plant fractions. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Korea, v. 17, n. 12, p. 1657-1662, 2004.

SAITO, M.; YONESHIO, T. Capsinoids and related food ingredients activating brown fat thermogenesis and reducing body fat in humans. **Current Opinion in Lipidology**, United Kingdom, v.24, n. 1, p. 71-77, 2013.

SALEH, A. A. *et al.* Effect of natural and chemical colorant supplementation on performance, egg-quality characteristics, yolk fatty-acid profile, and blood constituents in laying hens. *Sustainability*, United States, v. 13, n. 8, p. 4503, 2021.

SALEH, A.A.*et al.* Effect of substituting wheat bran with cumin seed meal on laying performance, egg quality characteristics and fatty acid profile in laying hens. **Veterinary Archives**, United States, v. 90, p. 47–56, 2020.

SANDESKI, L. M. **Otimização das quantidades de carotenoides em rações de poedeiras visando o aumento da coloração das gemas**. 2016. 53p. Tese (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária, Unesp, Câmpus de Araçatuba, SP, 2016.

SANTANA, K. C.*et al.* 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.

SANTOS, T. A. *et al.* Inclusão da farinha das folhas de mandioca em dietas suplementadas com enzimas para poedeiras semi-pesadas: desempenho e desenvolvimento do TGI. In: **II Semana de Ciência e Tecnologia de IFMG**, 2009.

SANTOS-BOCANEGRA, E. *et al.* Evaluation of xanthophyll extracted from *Tagetes erectus* (marigold flower) and *Capsicum* Sp. (red pepper paprika) as a pigment for egg-yolks compare with synthetic pigments. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 3, n. 11, p. 685-689, 2004.

SATYANARAYANA, A. *et al.* Chemistry, Processing and Toxicology of Annatto (*Bixa orellana* L.). **Journal of Food Science and Technology**, United States, v. 40, n. 2, p. 131–141, 2003.

SHAHSAVARI, K. Influences of different sources of natural pigments on the color and quality of eggs from hens fed a wheat-based diet. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, Iran, v. 5, p. 167–172, 2015.

SIDDIQUI, R. *et al.* Effect of replacing rice polish with mulberry (*Morus alba*) leaf powder in diet containing phytase enzyme on performance and haemato-biochemical parameters of commercial laying hens. **Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology**, India, v. 18, n. 1, p. 17–22, 2022.

SILVA, N. E. M. E. *et al.* Egg quality of Hisex brown laying hens according to the use of alternative pigments in the diet. In: **55ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia, Goiânia, Brasil, 27 a 30 de agosto de 2018**. Sociedade Brasileira de Zootecnia-SBZ, Associação Brasileira dos Zootecnistas, 2018.

SILVA, P. I. **Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (*Bixa orellana* L.)**. 2007. 159p. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimento) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Viçosa, Brasil. 2007.

SKŘIVAN, M. *et al.* Effect of increasing doses of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract on eggs carotenoids content, colour and oxidative stability. **Journal of Animal Feed Sciences**, Poland, v. 25, p. 58–64, 2016.

SRIVASTAVA, S. *et al.* Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba*). **International journal of Food Sciences and Nutrition**, United Kingdom, v. 57, n. 5-6, p. 305-313, 2006.

STOCK, R. H.; COMPTON, J. D. **Poultry egg with beneficial health and nutritive values**. US Patent 6316041 B1, 2001.

SUBARNA, R. N. *et al.* Use of corn gluten meal as an egg yolk coloring agent in laying pullets. **The Bangladesh Veterinarian**, Bangladesh, v. 23, p. 95-102, 2006.

TINOCO, S.T.J.; ALMEIDA, R.A.C. **Manual de sericultura**. Campinas: CATI, 1992. 67p.

TOPUZ, A.; OZDEMIR, F. Influences of gamma-irradiation and storage on the carotenoids of sun-dried and dehydrated paprika. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, United States, v. 51, n. 17, p. 4972-4977, 2003.

UCHEGBU, M. C. *et al.* Effect of replacement of maize with cassava root meal fortified with palm oil on performance of starter broilers. **Online Journal of Animal and Feed Research**, Iran, v. 1, p. 171–175, 2011.

VOLP, A. C. P. *et al.* Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

ZABALETA, J. P. *et al.* Qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas contendo farinha da parte aérea da mandioca. **Zootecnia tropical**, Venezuela, v. 34, n. 3, p. 223-232, 2016.

ZHANG, B. *et al.* Positive effects of Mulberry leaf extract on egg quality, lipid metabolism, serum biochemistry, and antioxidant indices of laying hens. **Frontiers in Veterinary Science**, Switzerland, v. 9, p. 1005643, 2022.

ZHANG, X. M. *et al.* Effects of mulberry leaves on performance of hen laying and eggs quality. **Food Science**, United States, v. 28, n. 3, p. 89-91, 2007.

ZHENG, M. *et al.* Effects of dietary supplementation of alfalfa meal on growth performance, carcass characteristics, meat and egg quality, and intestinal microbiota in Beijing-you chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 98, p. 2250–2259, 2019.

ZIGGERS, D. Astaxantina: Un corante y ademasaludable. **Avicultura Profesional**, v. 20, n. 8, p. 12-13, 2000.