



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**BRENO BARROS SOARES**

**ESTRATÉGIA PARA PIGMENTAÇÃO DA GEMA DOS OVOS UTILIZANDO  
SEMENTE DE URUCUM EM COMBINAÇÃO COM FENO DA FOLHA DE  
LEUCENA OU MORINGA**

**FORTALEZA**

**2022**

BRENO BARROS SOARES

ESTRATÉGIA PARA PIGMENTAÇÃO DA GEMA DOS OVOS UTILIZANDO SEMENTE  
DE URUCUM EM COMBINAÇÃO COM FENO DA FOLHA DE LEUCENA OU  
MORINGA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade Federal  
do Ceará como requisito parcial do Grau de  
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues  
Freitas

Fortaleza

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S652e Soares, Breno Barros.  
Estratégia para pigmentação da gema dos ovos utilizando semente de urucum em combinação com feno da folha de leucena ou moringa / Breno Barros Soares. – 2022.  
48 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
1. Pigmentantes. 2. Poedeiras. 3. Bixa orellana. 4. Leucaena leucocephala. 5. Moringa oleifera. I. Título.  
CDD 630
-

BRENO BARROS SOARES

ESTRATÉGIA PARA PIGMENTAÇÃO DA GEMA DOS OVOS UTILIZANDO SEMENTE  
DE URUCUM EM COMBINAÇÃO COM FENO DA FOLHA DE LEUCENA OU  
MORINGA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade Federal  
do Ceará como requisito parcial do Grau de  
Bacharel em Agronomia

Aprovada em: 08/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Rafael Carlos Nepomuceno (Avaliador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Thalles Ribeiro Gomes (Avaliador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus por conceber tudo o possível em minha jornada.

Dedico esse trabalho a minha querida vó: Maria Cleide por todo o apoio presente em minha vida desde o meu nascimento, até os dias de hoje, a minha esposa Keliane Verissimo, por sempre estar presente em minha vida me apoiando e me guiando nos momentos mais difíceis, a todos os amigos aos quais não menciono o nome mais sabem de sua fundamental importância e pôr fim

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me proporcionou através de suas bênçãos toda a graça possível para a realização desse sonho.

Agradeço aos meus colegas de classe por toda ajuda acadêmica durante essa longa jornada até a tão sonhada e árdua formação.

Agradeço a Universidade Federal do Ceará por proporcionar a melhor Graduação em Agronomia.

Agradeço a todos os professores, verdadeiros doutores e mestres da Agronomia e das áreas correlacionadas que fizeram parte do meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço em particular ao meu orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas por me guiar de forma ímpar nessa reta final da Graduação.

Agradeço a Roner Oliveira, Rafael Nepomuceno, a todos os integrantes do DIVA (Departamento de Integração e Valorização da Agronomia), a todos os integrantes da graduação e funcionários que trabalham no aviário e a toda a minha família por compreender a minha ausência quando precisei ao longo desses anos.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram fazendo-se assim parte importante da minha formação acadêmica, o meu muito obrigado.

“O otimista é um tolo. O pessimista, um chato.  
Bom mesmo é ser um realista esperançoso.”  
(Ariano Suassuna, 1927 - 2014)

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da inclusão de dois níveis de pigmentantes obtidos da combinação da semente de urucum (*Bixa orellana*) com feno das folhas de leucena (*Leucaena leucocephala*), feno das folhas da moringa (*Moringa oleifera* Lam) ou com a mistura dos dois fenos, em rações à base de milho e farelo de soja para galinhas poedeiras. Foram utilizadas 274 aves da linhagem LOHMANN LSL LITE com 115 semanas de idade alojadas em gaiolas convencionais, por um período experimental de 84 dias divididos em 4 períodos de 21 dias cada. Foi aplicado um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, cinco repetições e oito aves por repetição. Foram utilizados três pigmentantes, sendo eles o Pigmentante 01: 50% urucum +50% feno da folha de leucena; Pigmentante 02: 50% urucum +50% feno da folha de moringa; e Pigmentante 03: 50% urucum +25% feno da folha de leucena + 25% feno da folha de moringa. Os tratamentos foram: T1- ração controle; T2- ração contendo 0,5% do pigmentante 01; T3- ração contendo 0,5% do pigmentante 02; T4- ração contendo 0,5% do pigmentante 03; T5- ração contendo 1,0% do pigmentante 01; T6- ração contendo 1,0% do pigmentante 02; T7- ração contendo 1,0% do pigmentante 03. As variáveis analisadas foram consumo de ração, percentagem de postura, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar, percentagem de gema, albúmen e casca, espessura da casca, densidade específica, unidades haugh e cor da gema. Observou-se que para a maioria das variáveis não houve diferença e nem interações significativas ( $P < 0,05$ ), exceto para a coloração da gema que entre o nível de inclusão observou-se diferença significativa, que foram mais pigmentadas com a inclusão de 1% dos pigmentantes. O uso de pigmentantes compostos pela mistura proporcional (50/50%) de semente de urucum com feno, independente se a origem for folha de leucena, moringa ou mistura desses, não tem influência sobre o desempenho das poedeiras e qualidade do albúmen e casca dos ovos. Contudo, a coloração das gemas se intensifica com a adição, obtendo-se melhor resultado com o nível de 1%.

**Palavras-chave:** Pigmentantes; Poedeiras; *Bixa orellana*; *Leucaena leucocephala*; *Moringa oleifera*.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of the inclusion of two levels of pigments obtained from the combination of annatto seed (*Bixa orellana*) with leucaena leaf hay (*Leucaena leucocephala*), moringa leaf hay (*Moringa oleifera* Lam) or with the mixture of the two hays, in rations based on corn and soybean meal for laying hens. A total of 274 115-week-old LOHMANN LSL LITE birds housed in conventional cages were used for an experimental period of 84 days divided into 4 periods of 21 days each. A completely randomized design was applied, with seven treatments, five replicates and eight birds per replicate. Three pigments were used, namely Pigmentant 01: 50% annatto +50% leucaena leaf hay; Pigmentant 02: 50% annatto +50% moringa leaf hay; and Pigmentant 03: 50% annatto +25% leucaena leaf hay + 25% moringa leaf hay. The treatments were: T1- control diet; T2- ration containing 0.5% of pigment 01; T3- ration containing 0.5% of pigment 02; T4- ration containing 0.5% of pigment 03; T5- ration containing 1.0% of pigment 01; T6- ration containing 1.0% of pigment 02; T7- feed containing 1.0% of pigment 03. The variables analyzed were feed intake, laying percentage, egg weight, egg mass, feed conversion, percentage of yolk, albumen and shell, shell thickness, specific density, haugh units and gem color. It was observed that for most of the variables there was no difference or significant interactions ( $P < 0.05$ ), except for the color of the yolk, which between the level of inclusion, there was a significant difference, which were more pigmented with the inclusion of 1% of pigments. The use of pigments composed by the proportional mixture (50/50%) of annatto seed with hay, regardless of whether the origin is leucaena leaf, moringa or a mixture of these, has no influence on the performance of the layers and the quality of the albumen and shell of the eggs. However, the color of the yolks intensifies with the addition, obtaining better results with the 1% level.

**Keywords:** Pigmentants; Layers *Bixa orellana*; *Leucaena leucocephala*; *Moringa oleifera*.

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Aditivos e suas composições .....  | 34 |
| Tabela 2 – Composição centesimal e nutricional das rações experimentais para poedeiras comerciais com 112 semanas de idade .....            | 34 |
| Tabela 3 – Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes pigmentantes naturais.....                         | 37 |
| Tabela 4 – Característica e qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes pigmentantes naturais..... | 39 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>   | <b>16</b> |
| 2.1 Produção e consumo de ovos no Brasil.....  | 16        |
| 2.2 Importância da coloração da gema e o uso de pigmentantes na produção comercial de ovos.....        | 17        |
| 2.3 Semente de urucum ( <i>Bixa orellana</i> ) como pigmentante na ração de poedeiras comerciais ..... | 21        |
| 2.4 Feno da folha de leucena na ração de poedeiras.....  | 24        |
| 2.5 Feno de moringa na ração de poedeiras .....  | 27        |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>   | <b>33</b> |
| 3.1 Local e instalações .....  | 33        |
| 3.2 Experimento com aves.....  | 33        |
| 3.3 Delineamento experimental .....  | 33        |
| 3.3.1 Pigmentantes .....   | 34        |
| 3.3.2 Rações experimentais .....   | 34        |
| 3.4 Avaliação do desempenho .....  | 35        |
| 3.4.1 Consumo de ração .....   | 35        |
| 3.4.2 Porcentagem de postura .....   | 35        |
| 3.4.3 Peso do ovo.....   | 36        |
| 3.4.4 Massa de ovo.....  | 36        |
| 3.4.5 Conversão alimentar.....   | 36        |
| 3.5 Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos .....  | 36        |
| 3.5.1 Gravidade específica.....  | 36        |
| 3.5.2 Unidades Haugh.....  | 37        |
| 3.5.3 Porcentagens de gema, albúmen e casca.....   | 37        |
| 3.5.4 Coloração da gema .....  | 37        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>38</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>  | <b>43</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>44</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A preferência dos consumidores por ovos com gemas bastante pigmentadas, variando de amarelo dourado a vermelho-alaranjado profundo, dependendo das preferências locais, tem exigido cada vez mais que as rações para poedeiras comerciais geralmente sejam complementadas com pigmentos para garantir que a gema do ovo tenha a intensidade de coloração desejada e que a mesma seja consistente ao longo do ciclo de produção.

Todavia, existe um mercado, no qual a coloração da gema é muito importante, mas se exige que as rações das poedeiras sejam compostas por ingredientes totalmente naturais e, portanto, os pigmentos sintéticos são excluídos. Para atender essa demanda, cada vez mais crescente, ao longo dos anos muitos estudos têm sido realizados com utilização de fontes de pigmentos naturais, com destaque para os produtos de diferentes origens vegetais. Segundo Moura *et al.* (2011) os pigmentantes naturais mais utilizados nas rações de poedeiras são oriundos do urucum (*Bixa orellana*), do açafrão (*Curcuma longa*), de pétala de marigold (*Tagete serecta*) e da páprica (*Capsicum annum*). Também tem despertado o interesse a capacidade de pigmentação dos fenos de plantas como a leucena e a moringa (Abou-Elezz *et al.*, 2011).

Na literatura existem diversos estudos que avaliaram os efeitos da inclusão da semente de urucum na ração de poedeiras (HADER *et al.*, 2007; Garcia *et al.*, 2009; Spada *et al.*, 2012; GARCIA *et al.*, 2015; NUNES JUNIOR *et al.*, 2020) e feno de leucena (OKONKWO e ADIKPE, 1988; SEKHAR *et al.*, 1998; ATAWODI *et al.*, 2008; ABOU-ELEZZ *et al.*, 2011; LOPES *et al.*, 2014) ou moringa (Kakengi *et al.*, 2007, Olugbemi *et al.*, 2010, e Abou-Elezz *et al.*, 2011; Tesfaye *et al.*, 2014; Valdivié *et al.*, 2016; Ahmad *et al.*, 2018; SHARMIN *et al.*, 2021). Todos constataram o efeito pigmentante crescente das gemas com a inclusão, porém o nível mais adequado está no limite em que a produção não seja comprometida, principalmente, pelo efeito negativo do aumento da fibra e a presença de fatores antinutricionais, no caso dos fenos.

Nos estudos com uso isolado desses alimentos, observou-se que a semente de urucum em nível de 0,5% (GARCIA *et al.*, 2015; NUNES JUNIOR *et al.*, 2020), o feno da folha de leucena em nível de 2% (LOPES *et al.*, 2014) e o feno da folha de moringa em nível de 0,5% (SHARMIN *et al.*, 2021) foi suficiente para melhoria da coloração das gemas em rações contendo milho como principal fonte de energia. Contudo, as combinações de semente de urucum com feno da folha de leucena ou moringa não são encontrados na literatura. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da inclusão de dois níveis de

pigmentantes obtidos da combinação da semente de urucum (*Bixa orellana*) com feno das folhas de leucena (*Leucaena leucocephala*), feno das folhas da moringa (*Moringa oleifera* Lam) ou com a mistura dos dois fenos, em rações à base de milho e farelo de soja para galinhas poedeiras.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção e consumo de ovos no Brasil

À medida que a população e o consumo per capita crescem a demanda por ovos continuará a aumentar e impulsionará o aumento da produção. A produção brasileira de ovos de galinha tem crescido ao longo dos anos. Em 2020 foram produzidos 53,534 bilhões de unidades (ABPA, 2021), com um aumento de 8,37% e relação ao ano de 2019. A região sudeste continua sendo a principal região produtora de ovos com cerca de 50% da produção nacional, sendo o estado de São Paulo, o estado que mais produz com 29,83%. Esse crescimento visa atender o mercado interno e as exportações.

Os brasileiros têm aumentado o consumo de ovos ao longo dos anos, atingindo em 2020 a marca de 251 unidades/ano. Porém, muitos poderão ainda usufruir adequadamente dos benefícios desse alimento. Além do maior conhecimento das propriedades nutricionais do ovo e seus benefícios para a saúde humana, o preço dessa fonte de proteína frente às demais tem contribuído para o aumento no consumo per capita, estimado para 254 unidades/ano para o ano de 2021 (ABPA, 2021).

O consumo de ovos é influenciado pela qualidade do produto oferecido. Contudo, a definição de qualidade dos ovos apresenta diferentes pontos de vista de acordo com o destino final do produto, sendo diferente para produtores, consumidores e processadores. O peso do ovo e a qualidade da casca são as características mais importantes para os produtores, enquanto, para os consumidores a qualidade está atrelada ao prazo de validade, aparência externa e coloração da gema. Já para os processadores, a facilidade de se retirar a casca, separar a gema do albúmen e as características funcionais são os aspectos considerados importantes (ROSSI E POMPEI, 2005).

As características da aparência do ovo, como forma, transparência e cor, influenciam as escolhas dos consumidores de ovos. Em geral, diferentes fatores podem ser considerados para determinar a qualidade dos ovos, mas as características da casca, clara e gema, que podem ser alteradas em termos de quantidade, podem ser os fatores mais críticos na determinação da qualidade do ovo. Contudo, a gema do ovo é um dos indicadores mais importantes na avaliação do consumidor sobre a qualidade interna dos ovos de galinha (SALEH *et al.*, 2021).

A coloração da gema é o primeiro atributo avaliado pelo consumidor na aquisição do produto. Desta forma, como os pigmentos presentes na gema vêm dos alimentos ingeridos pelas aves, os produtores de ovos devem estar atentos a alimentação das poedeiras, pois poderá ser necessário fazer a inclusão de pigmentantes na ração e, assim, proporcionar coloração da gema adequada ao seu mercado (MELO *et al.*, 2021; SALHE *et al.*, 2021).

## **2.2 Importância da coloração da gema e o uso de pigmentantes na produção comercial de ovos**

A preferência dos consumidores por ovos com gemas bastante pigmentadas é notória e se deve ao fato de o consumidor na maioria das situações associarem a coloração da gema com uma boa quantidade de vitaminas presentes naquele ovo (ARAYA *et al.*, 1977).

Na maioria dos países observa-se maior aceitação no mercado de ovos por gemas que apresentam os escores entre 10 e 15 no leque colorimétrico (ZIGGERS, 2000). Para Golabart *et al.* (2004), os consumidores brasileiros e norte americanos preferem ovos com colorações entre 7 e 10 na escala colorimétrica e os europeus e asiáticos possuem uma preferência para ovos com pigmentação de gemas entre 10 e 14. No entanto, segundo Fassani *et al.* (2019), a comercialização no Brasil apresenta uma característica peculiar, que é a compra de ovos com intensidade de cores variáveis e, em algumas situações, há a preferência por menores pigmentação, sendo difícil a comercialização de ovos comuns com score acima de 9 no leque colorimétrico.

Em uma pesquisa com 402 pessoas adultas, Maia (2020), caracterizou os consumidores de ovos da cidade de Maringá no estado do Paraná e concluiu que 94% dos entrevistados afirmam que o consumo de ovos é saudável e 66,67% preferem ovos com coloração de gema mais intensa. Contudo, 35,7% do total de entrevistados preferem os ovos cujas gemas indicam uma coloração média de 8 na escala de cores do método subjetivo de avaliação de cores.

A intensidade de cor desejada das gemas varia em diferentes países. A maioria dos consumidores no mundo prefere ovos com gema alaranjada, cujo índice de cor da gema é superior a 10 em uma escala de leque da Roche. Esses ovos são mais caros no mercado e são popularmente conhecidos como ovos de gema dourada (SALEH *et al.* 2021).

As galinhas poedeiras não têm capacidade de sintetizar pigmentos por seus próprios processos bioquímicos; assim, a cor da gema do ovo depende da presença e utilização de pigmentos presentes na ração. Portanto, a cor da gema do ovo é determinada

pelo tipo e perfil dos carotenoides presentes na ração e sua absorção intestinal (LI *et al.*, 2012; SPASEVSKI *et al.*, 2018; MELO *et al.* 2021; SALEH *et al.*, 2021).

Vários fatores afetam a coloração das gemas, tais como a quantidade, qualidade e variedade das xantofilas da ração, linhagem das aves, diferenças individuais entre aves, criação em gaiolas, doenças, estresse, gordura dietética, antioxidantes e os alimentos utilizados na formulação da dieta (SALEH *et al.*, 2021).

Segundo Maguregui, (2020), os fatores que influenciam a intensidade da cor das gemas dos ovos podem ser divididos em fatores primários, aqueles que dependem do tipo e concentração dos carotenoides, e fatores secundários, aqueles que dependem do animal.

Os fatores primários incluem: digestibilidade, metabolismo, transferência para o ovo e porcentagem de deposição dos carotenoides presentes na ração. Assim, desequilíbrios alimentares, como deficiências de vitaminas, também podem afetar a cor da gema. Além disso, alguns destes carotenoides são precursores da vitamina A, metabolizando-se a esta vitamina quando há deficiências e reduzindo a quantidade que se deposita na gema. A composição da ração afeta a absorção desses pigmentos, pois as gorduras favorecem sua absorção. A porcentagem de deposição também mostra grandes variações entre os diferentes carotenoides, de 14% de astaxantina a 40% de cantaxantina (MAGUREGUI, 2020).

Fatores secundários incluem: idade, linhagem, estado de saúde, bem como o manejo animal. Estudos mostraram que todos os fatores que afetam a saúde intestinal, têm um impacto notável na absorção de pigmentos. Assim a manutenção da saúde intestinal dos animais, através do uso condicionadores intestinais, é fundamental para uma absorção adequada e manutenção da pigmentação durante toda a fase de postura. Algumas moléculas ativas de origem botânica são condicionadores intestinais que atuam em nível metagenético nas células intestinais e estimulam a síntese de proteínas funcionais e aumentam a renovação dos enterócitos, favorecendo assim o estado fisiológico intestinal e a absorção de nutrientes, incluindo pigmentos presentes na ração (MAGUREGUI, 2020).

Os carotenoides são compostos lipossolúveis que englobam pigmentos amarelos, vermelhos e laranjas e podem ser divididos em dois grandes grupos: carotenos e xantofilas. Mais de 600 tipos diferentes de carotenoides foram descritos, sendo as xantofilas mais importantes na coloração dos ovos do que os carotenos (MAGUREGUI, 2020). Conforme Mavromichalis (2013), os pigmentos que conferem uma cor amarela ou laranja à gema do ovo pertencem ao grupo oxicarotenoide chamado xantofilas. As xantofilas mais importantes para a coloração da gema do ovo são a zeaxantina e a luteína, uma vez que são naturalmente encontradas, principalmente no milho. O primeiro faz com que as gemas tenham uma cor

mais laranja-avermelhada, enquanto, a luteína confere um tom mais amarelo. O equilíbrio entre essas duas principais xantofilas é o que determina a cor final das gemas.

O milho presente na ração das aves é o ingrediente responsável por, entre outras atribuições, fornecer xantófila que é a principal fonte de pigmentos para as aves. Porém, o poder de pigmentação da gema através desse cereal pode sofrer variações, que podem ser associadas à variedade genética da semente, ao clima, solo, entre outros fatores. Isso faz com que, algumas vezes, as rações a base de milho e farelo de soja possam resultar em uma pigmentação de gema abaixo daquela que é considerada a ideal (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; FASSANI *et al.*, 2019). A redução na pigmentação das gemas também vai ocorrer com a inclusão de alimentos alternativos ao milho na ração, como o sorgo e o milheto, entre outros.

A preferência dos consumidores por ovos com gema amarela quase laranja (MANO, 2007), estimulou os produtores a usarem pigmentantes (HARDER *et al.*, 2007), definidos como aditivos alimentares que intensificam ou restauram a cor de um alimento, conforme IN 15 de 26 de novembro de 2009 (BRASIL, 2009). Para atender essa demanda os estudos com as substâncias pigmentantes são bastante importantes para a indústria avícola.

Atualmente, 6 tipos principais de carotenoides têm sido utilizados na pigmentação de gemas. Três que fornecem a cor amarela: zeaxantina, luteína e apo-éster, e outros três que fornecem a cor vermelha: cantaxantina, astaxantina e capsantina. Diferentes combinações destes pigmentos permitem obter diferentes cores de gema, contudo, para valores superiores a 10 na escala Roche, torna-se necessário adicionar um pigmento vermelho (SPASEVSKI, 2018).

A pigmentação da gema, além da quantidade total de pigmentos, também depende da proporção de carotenoides vermelhos e amarelos ingeridos. Isso fica evidente nos resultados para os parâmetros de cor  $a^*$  (vermelho) e  $b^*$  (amarelo) da gema entre as dietas com milho e com resíduo da semente do urucum. A influência da semente residual do urucum nos valores de intensidade da cor amarela ( $b^*$ ) se deve a presença da norbixina, que são pigmentos carotenoides com maior tendência para o amarelo e estão em menor proporção na semente, enquanto, a bixina, que é mais avermelhada e está em maior proporção tem maior influência na proporção da cor vermelha nas gemas ( $a^*$ ). Isso explica o fato de que os ovos das aves alimentadas com sorgo e inclusão a partir de 6,5% na ração apresentassem gemas com maior proporção de vermelho e semelhante proporção de amarelo que as aves alimentadas com milho, que fornece zeaxantina e luteína que conferem cor com tendência mais para o laranja e amarelo (MELO *et al.*, 2021).

Os pigmentos utilizados na alimentação das aves podem ser de origem natural, como extratos concentrados de certas plantas, ou sintéticos. Para o uso de pigmentantes artificiais a legislação brasileira se apoia nas recomendações do Comitê FAO/OMS (WORLD HEALTH, 2004), essa legislação proíbe grande parte dos pigmentantes artificiais nas dietas animais devido aos seus possíveis efeitos tóxicos (VALENTIM *et al.*, 2019).

Os pigmentos sintéticos, cantaxantina e apo-éster, são os mais comumente usados nas fontes comerciais de pigmentantes (BALNAVE e BIRD, 1996; ABIODUN *et al.*, 2014). A cantaxantina tem sido avaliada em diferentes estudos na alimentação de poedeiras comerciais (HALAJ *et al.*, 1999; GARCIA *et al.*, 2002; SANDESKI, 2013; FASSANI *et al.*, 2019) e os resultados favoráveis tem favorecido para que a mesma seja o principal pigmentante sintético usado na produção de ovos comercial.

No entanto, alguns dados de pesquisas sugerem que os pigmentantes cantaxantina e apo-éster podem afetar negativamente a saúde humana (GRASHORN e STEINBERG, 2002; GURBUZ *et al.*, 2003; SHAHSAVARI, 2014). A cantaxantina foi relatada como um potencial irritante da pele e dos olhos (SHAHSAVARI, 2014). Além disso, um alto nível de ingestão dietética de cantaxantina resulta na deposição de cristais coloridos na retina (GRASHORN e STEINBERG, 2002). Portanto, o nível de ingestão dietética de cantaxantina é limitado para humanos a 0,03 mg/kg de peso corporal (EFSA, 2014).

O uso de pigmentos sintéticos na produção orgânica é completamente proibido (CHOWDHURY *et al.*, 2008) enquanto em alguns países, como a Suécia, a regulamentação governamental não permite o uso de pigmentos sintéticos mesmo na produção comercial não orgânica (ROBERTS, 2004). Consequentemente, devido à sua nocividade e aumento da conscientização dos consumidores, há um interesse crescente em substituir os pigmentos sintéticos por naturais em todos os sistemas de produção de ovos (Garcia *et al.*, 2002; FERRANTE *et al.*, 2003; SHAHSAVARI, 2014; SPASEVSKI *et al.*, 2016; Nunes *et al.*, 2018).

A tendência atual é padronizar tipos e as doses de pigmento natural necessárias para diferentes cores de gema dos ovos em função das diferentes situações da produção de ovos. Assim, diferentes fontes de pigmentos de origem vegetal têm sido avaliadas isoladamente ou em diferentes combinações. Segundo Moura *et al.* (2011), os pigmentantes naturais mais utilizados nas rações de poedeiras são os extratos do urucum (*Bixa orellana*), o açafrão (*Curcuma longa*), o extrato de pétala de marigold (*Tagete serecta*) e a páprica (*Capsicum annum*).

Diversas matérias-primas podem ser utilizadas como fonte natural de carotenóides em dietas de galinhas poedeiras, como milho amarelo, calêndula, alfafa, cenoura, abóbora, páprica, etc. Sua inclusão na dieta não é importante apenas para pigmentação, mas também para prevenção de degeneração macular, bem como pela atividade antioxidante e anticancerígena (TULI *et al.*, 2015).

Em alguns sistemas de produção de ovos tem sido recomendado o uso de fenos de diferentes espécies de plantas na alimentação de poedeiras, com intuito de aproveitar os seus nutrientes, mas, principalmente, em função da melhora na coloração da gema dos ovos (LOPES *et al.*, 2014). Segundo Mavromichalis (2013), a farinha de alfafa é um potente pigmentante por ter em média 175 ppm de xantofilas e, portanto, as rações para poedeiras à base de milho e suplementadas com farinha de alfafa podem satisfazer a necessidade de ovos totalmente naturais com coloração de gema suficiente para atender a demanda do mercado.

### **2.3 Semente de urucum (*Bixa orellana*) como pigmentante na ração de poedeiras comerciais**

Dentre as fontes naturais de pigmentos pode-se destacar o urucum (*Bixa orellana* L.), planta não carcinogênica e atóxica que pode ser encontrada em toda América Central e do Sul, cujo fruto é composto por proteínas, beta-caroteno e outros carotenoides, sendo os mais abundantes a bixina e a norbixina, apresentando grande capacidade pigmentante (BRAZ *et al.*, 2007).

Segundo Garcia *et al.* (2009) a determinação dos carotenoides presentes na semente do urucum indicou 2,81 mg de bixina e 2,42 mg de norbixina por cada 100 g de semente de urucum.

A possibilidade de se usar a semente integral de urucum moída para intensificar a pigmentação das gemas de ovos de poedeiras comerciais tem sido demonstrada nos resultados de diferentes pesquisas.

A semente integral do urucum como fonte de pigmentos na alimentação de poedeiras foi avaliada por Hader *et al.* (2007), adicionando (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) sementes moídas em uma ração comercial de poedeiras. Segundo os autores, a inclusão da semente de urucum não influenciou significativamente o desempenho e a qualidade interna dos ovos, exceto a coloração da gema, que se intensificou, visto que, com a adição desta fonte natural de pigmentos houve redução na luminosidade (L\*) e na cor amarela (b\*) e aumento na coloração vermelha (a\*).

Avaliando os efeitos da inclusão de semente de urucum (0,0;0,5; 1,0; 1,5;2,0 e 2,5) em rações à base de sorgo em a uma ração controle a base de milho para poedeiras, Garcia *et al.* (2009) verificaram que a inclusão de 1,5 e 2% da semente reduziu a produção de ovos em relação a ração controle, contudo, as demais variáveis de desempenho e qualidade interna e da caca dos ovos não diferiram significativamente. Quanto à pigmentação da gema, a inclusão de 0,5% de semente de urucum na ração contendo sorgo já foi suficiente para obtenção de pigmentação semelhante a obtida com a ração a base de milho. Em níveis superiores a este, a intensidade dos parâmetros de cor vermelho e do amarelo foram aumentando conforme aumentava a inclusão da semente de urucum na ração, ultrapassando a intensidade de vermelho a partir da adição 1,5% e igualando a intensidade de amarelo com 2,5%, em relação aos valores determinados com uso do milho. Após avaliar todos os resultados os autores concluem que a inclusão de 0,89% de semente de urucum na ração de poedeiras formulada com sorgo não prejudica o desempenho e é suficiente para obter pigmentação semelhante à da ração a base de milho.

Silva *et al.* (2009), avaliaram a semente integral do urucum (0, 1, 1,25,1,50 e 1,75%) como fonte de pigmentos na alimentação de poedeiras com rações a base de milho branco e farelo de soja. Segundo os pesquisadores, a inclusão da semente de urucum não influenciou significativamente o desempenho e a qualidade interna dos ovos, exceto a coloração, que se intensificou linearmente com o aumento da semente de urucum na ração, de modo a se obter uma coloração média de 11,75 pontos no leque colorimétrico para os ovos das aves alimentada com 1,75% de semente de urucum na ração.

Utilizando uma fonte de pigmento natural (urucum moído nas concentrações de 1,5 e 2%) e uma artificial (0,001% de carophyll yellow e 0,006% de carophyll red) em rações à base de milho, para duas linhagens diferentes de poedeiras, (Carijó Barbada e Isa-Brown), Spada *et al.* (2012), observaram que a adição de carotenóides na dieta não alterou o peso e a densidade dos ovos e concluíram que dentre os aditivos utilizados, o urucum foi o mais eficiente.

Avaliando a adição de sementes moídas de urucum (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) a uma ração comercial de poedeiras formulada a base de milho e farelo de soja, Garcia *et al.* (2015) concluíram que a inclusão de até 2,0% das sementes moídas na ração de poedeiras comerciais de ovos vermelhos não influencia o desempenho das aves e a inclusão de 1,94% possibilitou a obtenção da máxima intensidade para a coloração da gema.

Testando a inclusão (0,0; 0,5; 1,0;1,5 e 2,0%) de semente residual de urucum na ração de poedeiras comerciais alimentadas com sorgo como principal fonte de energia, Braz *et*

*al.* (2017) observaram que houve aumento linear na pigmentação da gema dos ovos com o aumento da inclusão da semente residual. A coloração obtida com o nível de inclusão de 2,0% de semente residual de urucum representou 61,4% da coloração obtida com a ração a base de milho indicando a viabilidade da utilização da semente residual de urucum como agente pigmentante da gema dos ovos de poedeiras comerciais.

Avaliando a inclusão (0,0; 2,5; 4,5;6,5 e 8,5%) de semente residual de urucum na ração de poedeiras comerciais alimentadas com sorgo como principal fonte de energia, *Melo et al.* (2021) observaram que houve aumento linear na pigmentação da gema dos ovos com o aumento da inclusão da semente residual. A coloração obtida com o nível de inclusão de 2,5% de semente residual de urucum já foi superior à coloração obtida com a ração a base de milho. Em níveis superiores a este a intensidade dos parâmetros de cor vermelho e do amarelo foram aumentando conforme aumentava a inclusão da semente residual de urucum na ração, ultrapassando a intensidade de vermelho a partir da adição 4,5% e igualando a intensidade de amarelo a partir de 6,5%, em relação aos valores determinados com uso do milho.

*Nunes Junior et al.* (2020), avaliaram a adição de sementes moídas de urucum ou cenoura em rações de poedeiras formulada a base de milho ou sorgo como principal fonte de energia e concluíram que a inclusão de até 0,5% das sementes moídas na ração de poedeiras comerciais não influencia o desempenho das aves e possibilitou a melhoria da coloração da gema, com obtenção da máxima intensidade para a coloração da gema com a ração a base de milho e 0,5% de semente de urucum moída.

Vale destacar que na semente de urucum as proporções dos carotenóides bixina e norbixina são variáveis, e sua relação é dependente da cultivar. Além disso, os compostos pigmentantes do urucum também sofrem grande interferência das condições do processamento da semente, uma vez que os pigmentos são suscetíveis à decomposição causada pelo calor, luz e oxidação, mas também, o efeito pigmentante pode ser potencializado por determinados solventes (*FRANCO et al.*, 2013). Outro fato é que a isomerização da bixina influencia na pigmentação, uma vez que a bixina trans é vermelha, diferindo do isômero cis, que é mais alaranjado (*SATYANARAYANA et al.*, 2003).

Nesse contexto, a variabilidade na magnitude da cor da gema do ovo e, conseqüentemente, a variação dos resultados já observada entre os experimentos (*GARCIA et al.*, 2009; *LAGANÁ et al.*, 2011; *SPADA et al.*, 2012) com utilização da semente do urucum se deve as infinitas possibilidades de influência dos fatores anteriormente descritos, além das condições experimentais.

## 2.4 Feno da folha de leucena na ração de poedeiras

A leucena (*Leucaena leucocephala*) pertence à família Fabaceae, é nativa do México, e está amplamente distribuída pelos trópicos e subtropicais, incluindo América Central, África, Ásia e norte da Austrália. É uma leguminosa tropical de rápido crescimento e apresenta alto rendimento de biomassa, por isso é vista como forrageira promissora. A tolerância à seca e a robustez da planta a tornaram uma candidata para produção de suplemento alimentar sustentável durante as estações seca e chuvosa do ano (XU *et al.* 2018).

*Leucaena leucocephala* é uma árvore leguminosa bem conhecida, devido ao seu sucesso como uma árvore forrageira de vida longa e altamente nutritiva (SHELTON e BREWBAKER, 1994). Além de forragem, a leucena pode fornecer lenha, madeira, alimentação humana, adubação verde, sombra e controle de erosão e outros serviços ambientais (ABOU-ELEZZ *et al.*, 2012).

A leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa perene que apresenta altos teores de proteína no feno derivado de suas folhas. Possui também um excelente potencial de pigmentos devido ao seu alto teor de xantófilos (D'MELLO; ACAMOVIC, 1989; LOPES *et al.*, 2014). No entanto, tanino, inibidores de tripsina, fatores tóxicos como um aminoácido não proteico,  $\beta$ -[N-(3hidroxi-4-oxopiridil)]- $\alpha$ -amino ropiônico (mimosina) (HUSSAIN *et al.*, 1991) e nível de fibra podem restringir o uso do feno na alimentação de aves. De acordo com Dilger e cols. (2004), o uso de ingredientes com alto teor de fibra em dietas de aves pode reduzir a digestibilidade dos nutrientes e aumentar a excreção de nitrogênio. Meulen *et al.* (1984), relataram que a concentração de 5% de mimosina na dieta de frangos de corte diminuiu a ingestão e afetou o desempenho das aves, embora os efeitos da mimosina no desempenho dos animais ainda não sejam claros.

Entre as plantas adaptadas ao bioma caatinga, a leucena (*Leucaena leucocephala*) se destaca por ser uma leguminosa, cujo material foliar apresenta bom poder pigmentante (carotenóides), excelente aporte de proteína, satisfatório valor energético, porém possui limitação de inclusão dietética devido aos níveis de lignocelulose da fibra e uma substância fitotóxica denominada mimosina (OLIVEIRA *et al.*, 2000; ARRUDA *et al.*, 2010).

As folhas de *L. leucocephala* contêm 23,3% MS de proteína bruta, 11,4% MS cinzas, 2573,8 kcal/kg MS de energia metabolizável, 0,38% cálcio, 2,9% fósforo e 1,6% taninos (ONIBI *et al.* 2008; AYSSIWEDE *et al.* 2011; GARCIA *et al.* 1996). A idade da planta ou estágio de maturidade também tem efeito substancial na composição nutricional da planta (BUXTON, 1996), uma vez que aumento na idade da planta sempre foi associado a um

aumento da parede celular. Embora a leucena tenha sido relatada como altamente palatável, o conteúdo tóxico de mimosina representa um desafio para seu uso na alimentação animal (SASTRY e SINGH, 2008).

A leucena pode desempenhar um papel importante quando incluída nas dietas de galinhas poedeiras (SAFWAT *et al.*, 2014). A inclusão de feno de folhas de leucena na dieta de poedeiras domésticas pode ser uma alternativa para diminuir os custos com alimentação e fonte de pigmento da gema de ovo de poedeiras tratadas em regime semi-intensivo (BHATNAGAR *et al.*, 1996).

Os efeitos deletérios da alimentação de galinhas poedeiras altos níveis de leucena (>5%) incluem: redução da ingestão de alimentos e redução da produção de ovos. Todavia a inclusão em níveis de 1,0 a 2,5% da ração não tem nenhum efeito negativo sobre a produtividade das aves e é um pigmentante eficaz da gema dos ovos (BERRY e D'MELLO, 1981).

De acordo com Berry e D'Mello (1981), a proporção de pigmentos carotenóide na leucena é de 69% de Luteína, 19% de Zeaxantina e 12% de outros carotenóides. Wood e Carter (1983) estudando o efeito do processamento e armazenamento do feno da folha de leucena sobre as frações de carotenóides observaram que no feno seco ao sol a média de caroteno variou entre 377 a 423 mg/kg e de xantofilas foi de 836 a 858 mg/kg e nessas amostras as perdas mensais estimadas durante o armazenamento foram de 18,66 a 20,9 mg/Kg para caroteno e 22,6 a 30,0 mg/Kg para as Xantofilas.

A farinha de folhas de *Leucaena Leucocephala* (LLM) é rica em carotenóides com teor variando de 484 a 691 mg/kg de matéria seca (HIEN *et al.*, 2008). Por isso, têm sido amplamente utilizadas como fonte de carotenóide adicionado à ração. Ao incluir 6% de feno da folha da leucena na ração das galinhas, Hien *et al.*, (2016) relataram que o teor de carotenóides nas gemas dos ovos aumentou rapidamente do primeiro ao nono dia e depois foi relativamente estável.

Nas últimas décadas, muito trabalhos foram conduzidos na nutrição de aves de *L. leucocephala*, devido à sua abundância de minerais, proteínas e carotenos. Além disso, estudos químicos das folhas de *L. leucocephala* isolaram compostos polifenólicos com atividade antioxidante, incluindo flavonóides, que apresentam uma ampla gama de atividades biológicas, podendo destacar sua capacidade antioxidante (XU *et al.* 2018). Chanwitheesuk *et al.* (2005) determinaram que a atividade antioxidante do extrato das folhas de diferentes plantas incluindo a leucena estava associado a seu conteúdo de carotenóides, taninos e compostos fenólicos totais, tendo determinado a proporção de 0,64; 3,14; 60,6; e 405 mg/ kg

para caroteno, xantofila, taninos e compostos fenólicos totais, respectivamente. Xu *et al.* (2018), estudaram as folhas de leucena e identificaram mais de 17 tipos de flavonoides com destaque para quercetina que correspondeu a 11,2 g/ kg da matéria seca. Esse flavanoide apresentou elevado poder antioxidante nas diferentes metodologias avaliadas. Na literatura tem sido demonstrado que a quercetina pode beneficiar o desempenho por diferentes mecanismos de ação (SAEED *et al.*, 2017).

Okonkwo e adikpe (1988), avaliaram a inclusão do feno da folha de leucena ( 0; 2; 4, 6 e 8%) na ração de poedeiras e constataram que era possível incluir no máximo até 4% do feno da folha da leucena sem prejudicar o desempenho e qualidade dos ovos, sendo possível intensificar a coloração das gemas a partir de 2% de inclusão.

Sekhar *et al.* (1998), avaliaram a inclusão do feno da folha de leucena (0; 2; 4 e 6%) na ração de poedeiras e constataram que o desempenho das poedeiras em termos de produção de ovos, eficiência alimentar, peso do ovo e peso corporal não foram influenciados significativamente pela inclusão até 6%, mas os valores de consumo de ração, espessura da casca, índice de albúmen foram significativamente maior com a ração controle em relação aos outros grupos aves alimentados com leucena. A cor da gema foi significativamente maior com o aumento linear das folhas de leucena nas rações. A inclusão de 6% feno rendeu maior lucro sobre o custo da ração em comparação com outras dietas.

Atawodi *et al.* (2008), observaram que a inclusão de diferentes níveis de farinha de folhas de leucena (0%, 5%, 10% e 20%) na ração de galinhas poedeiras diminuiu a percentagem de postura, enquanto, o peso do ovo e a gravidade específica não foram influenciados significativamente, concluindo o que o nível de inclusão dever ser no máximo 5%.

Abou-Elezz *et al.* (2011) relataram que a inclusão de diferentes níveis de farinha de folhas de leucena (0%, 5%, 10% e 15%) na ração de galinhas poedeiras diminuiu linearmente a porcentagem de postura e a massa de ovos, enquanto o peso do ovo e o consumo de ração apresentou tendência quadrática com o aumento dos níveis, enquanto, a conversão alimentar não foi influenciada significativamente e a coloração da gema aumentou linearmente com a dição da leucena na ração. Segundo os pesquisadores a inclusão de até 10% seria viável.

Avaliando o uso de 2% de feno da folha de leucena na ração de poedeiras a base de milho ou sorgo, Lopes *et al.* (2014) relataram que a produção de ovos, o peso dos ovos, a massa de ovo, a conversão alimentar, a proporção dos componentes do ovo e as unidades Haugh não sofreram influências dos tratamentos. A inclusão de feno de leucena, na ração

contendo milho ou sorgo, resultou em maior pigmentação das gemas em relação às rações contendo esses cereais sem feno.

## 2.5 Feno de moringa na ração de poedeiras

A Moringa (*Moringa oleifera* Lam) é uma planta pertencente à família *Moringaceae*, amplamente distribuída em diversos países como a Índia, Egito, Somália, Namíbia e Sudão e no semi-árido do nordeste brasileiro (GALLÃO *et al.*, 2006). É uma espécie arbórea ainda pouco conhecida, podendo chegar a 10 m de altura, de copa rala, com folhas compostas bipinadas, de folíolos obovais, pequenos e glabros (LORENZI e MATOS, 2002; BEZERRA *et al.*, 2004).

É uma planta com importância econômica e médica, e suas folhas e flores têm sido muito utilizadas. Segundo Sousa *et al.* (2009), as folhas e as sementes da moringa possuem propriedades antibacterianas, e alguns compostos presentes combatem aos radicais livres, moléculas derivadas do metabolismo, que prejudicam as células provocando o envelhecimento.

As folhas da moringa contêm mais vitamina A do que as cenouras, mais cálcio que leite, mais ferro do que espinafre possui cerca de sete vezes mais vitamina C do que laranjas, e três vezes mais potássio que bananas (BEZERRA *et al.*, 2004; FAHEY, 2005; SILVA *et al.*, 2009).

Nesse contexto, Silva *et al.* (2009) reportou que as folhas de *M. oleifera* podem ser consideradas boa fonte de proteína e fibra, quando comparadas com outras fontes alimentares, como o milho integral, cenoura, repolho, farelo de trigo integral, aveia integral e farelo de arroz, podendo apresentar-se como uma alternativa de suplemento em preparações alimentícias a serem utilizadas pela população.

A composição química das folhas frescas de Moringa foi relatada por Elkhalifa *et al.* (2007) como sendo: 74% de umidade, 17% de PB, 3,5% de fibra bruta, 8% de cinzas, 1,7% de óleo, 0,20 mg/100 cálcio, 0,13 mg/100g de magnésio, 0,08 mg/100g de potássio e 0,03 mg/100 g de fósforo.

Da mesma forma, a análise química da farinha de folhas de *M. oleifera* relatada por Abou-Elezz *et al.* (2011), mostrou que continha 91% MS, 20% PB, 27% ADF, 44% FDN, 2,1% cálcio, 0,24% fósforo, 10% cinzas e 18,6 MJ/kg de energia bruta. Kakengi *et al.* (2007), relataram que MOLM apresentou 86% de matéria seca, enquanto proteína bruta, fibra bruta, cinzas, extrato etéreo, cálcio, fósforo e extrato livre de nitrogênio foram 297, 225, 147,7, 43,8,

27,9, 2,6 e 106 g/kg MS, respectivamente, e a energia metabolizável foi de 7,9 MJ/kg MS base. Análises laboratoriais feitas por Makkar e Becker (1997), mostraram que a concentração de proteína nas folhas de *M. oleifera* era de cerca de 30%.

Segundo Yameogo *et al.* (2011), com base na matéria seca, as folhas de *Moringa oleifera* continham 27,2% de proteína, 5,9% de umidade, 17,1% de gordura e 38,6% de carboidratos. Makkar e Becker (1997) relataram que os teores de aminoácidos essenciais das folhas e aminoácidos contendo enxofre do grão eram maiores do que o padrão de aminoácidos da proteína de referência da FAO, mas outros aminoácidos essenciais do grão eram deficientes.

Em relação aos fatores antinutricionais, Makkar e Becker (1997) mencionaram que as concentrações de fatores antinutricionais (taninos, inibidores de tripsina e amilase, lectinas e glicosídeos cianogênicos, glicosinolatos e saponinas) eram indetectáveis ou desprezíveis nas folhas. Ogbe e Affiku (2021) também encontraram baixos níveis de antinutrientes nas folhas de *Moringa oleifera*. Esses autores relataram que os teores de taninos, fitatos, inibidores de tripsina, saponinas, oxalatos e cianeto das folhas foram  $21,19 \pm 0,25\%$ ,  $(2,57 \pm 0,13\%)$ ,  $3,0 \pm 0,04\%$ ,  $1,6 \pm 0,05\%$ ,  $0,45 \pm 0,01\%$  e  $0,1 \pm 0,01\%$ , respectivamente.

A *Moringa*, além do alto valor nutricional, possui uma notável variedade de usos medicinais, sendo uma das principais fontes naturais de antioxidantes. As folhas desta planta fornecem uma rica fonte de carotenóides, vitaminas, minerais, aminoácidos, alcalóides e flavonóides e uma rara combinação de compostos fenólicos, incluindo zexantina, quercetina, kaempferol, apigenina e muitos outros fitoconstituintes que oferecem benefícios essenciais e prevenção de doenças (KARTHIVASHAN *et al.*, 2015).

Os efeitos antimicrobianos e antioxidantes da *Moringa* foram discutidos por alguns pesquisadores. Jabeen *et al.* (19) mencionaram que as propriedades antimicrobianas dos extratos de sementes de *Moringa* podem ser devidas a compostos lipofílicos. Esses compostos podem se ligar a membrana citoplasmática. Os autores também sugeriram que extratos de sementes de *Moringa* podem conter metabólitos de antibióticos, como ácido carboxílico, 2,4-diacetilfloroglucinol e enzimas de degradação da parede celular e quitinases.

O efeito antioxidante do extrato de folhas e frutos de *Moringa* foi estudado por Luqman *et al.* (2012), que associaram esse efeito à presença de polifenóis, taninos, antocianinas, glicosídeos e tiocarbamatos, que removem radicais livres, ativam enzimas antioxidantes e inibem oxidases.

A moringa possui excelente potencial como antioxidante, pois apresenta entre seus constituintes químicos os ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido clorogênico, ácido elágico e ácido ferúlico), além dos flavonoides (campferol, quercetina e rutina), substâncias com atividade antioxidante relevante atribuída à capacidade de sequestrarem radicais, além de serem excelentes quelantes de metais (VERMA *et al.*, 2009).

A atividade antioxidante *in vitro* de extratos aquosos de folhas da moringa em dois estágios de maturação foi estudada, e os resultados mostraram que os extratos são potentes fontes de substâncias sequestradoras de radicais livres, com ação comparável a de antioxidantes de referência, sugerindo que esses extratos são capazes de prevenir os danos oxidativos no organismo humano (SREELATHA; PADMA, 2009).

A presença de ácido gálico, ácido clorogênico, ácido elágico, ácido ferúlico, kaempferol, quercetina e vanilina foram determinados em extratos aquosos das folhas, frutos e sementes da *Moringa oleifera*, sendo o extrato da folha o mais rico em compostos fenólicos totais, flavonóides e ácido ascórbico, com consequente melhor atividade antioxidante (SINGH *et al.*, 2009). A moringa é também uma excelente fonte de tocoferóis (SÁNCHEZ-MACHADO; LÓPEZ-CERVANTES; VÁZQUEZ, 2006).

Metabólitos secundários bioativos de plantas, como carotenóides, compostos fenólicos, polifenóis, flavonas, flavonóides, alcalóides, polipeptídeos e óleos essenciais demonstraram ter propriedades antibacterianas, antifúngicas, antienvhecimento, antioxidantes e funcionais. Assim, a *Moringa* por ser rica em compostos bioativos pode ser um potencial candidata a aditivo fitogênico (JOSHI; MEHTA, 2010). Além disso, as folhas de moringa contêm vitaminas, flavonóides e carotenóides, que não só servem como nutrientes essenciais, mas também enriquecem a carne de aves e ovos, e intensificar a pigmentação das gemas de ovo (MELESSE *et al.*, 2011; FASUYI *et al.*, 2005).

Avaliando o efeito dos extratos brutos das folhas de *Moringa* sob a carne cozida de búfalo, Hazra *et al.* (2012) verificaram efeito antioxidante e antimicrobiano, além de melhoria na qualidade da carne, aumentando a maciez, succulência e prevenindo a descoloração. Segundo Karthivashan *et al.*, (2015), a inclusão de 0,5% de feno da folha da moringa proporcionou melhoria no desempenho e qualidade da carne, reduzindo a oxidação lipídica e aumentando a proporção da intensidade do parâmetro de cor amarelo (b\*).

O aumento da pigmentação das gemas com a adição do feno das folhas da moringa na alimentação de poedeiras tem sido o ponto em comum nas diversas pesquisas realizadas. Contudo, mais recentemente os benefícios da sua inclusão em menores níveis na ração como aditivo tem sido avaliado na alimentação de poedeiras, visando beneficiar o

animal e a produção de ovos com atributos diferenciado, na cor das gemas e enriquecidos com compostos com atividade antioxidante que possam beneficiar o consumidor (AHMAD *et al.*, 2018).

A utilização de feno das folhas de Moringa tem sido estudada por alguns pesquisadores. Kakengi *et al.* (2007), declarou que a adição de 10% e 20% de farinha de folhas de *Moringa oleifera* à dieta de poedeiras, como substituto da farinha de semente de girassol, aumentou significativamente ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração e o consumo de matéria seca e diminuiu a produção de massa de ovos. A porcentagem de produção de ovos diminuiu com o aumento do nível de farelo de folhas de *Moringa oleifera*. A conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo) aumentou quando 20% de farinha de folhas de *Moringa oleifera* foi adicionado à dieta de poedeiras. Uma adição de 5% de farinha de folhas de *Moringa oleifera* aumentou significativamente ( $P < 0,05$ ) o peso do ovo, mas foi observado menor peso do ovo em um nível de 20%. Os autores explicaram que o aumento no consumo de ração e conversão alimentar, e diminuição na produção de massa de ovos, porcentagem de produção de ovos e peso do ovo em um nível mais alto de farinha de folhas de *Moringa oleifera*, são principalmente devido à baixa digestibilidade de energia e proteína.

Olugbemi *et al.* (2010) observaram que a suplementação de farinha de folhas de *Moringa oleifera* em níveis de até 10% em uma dieta à base de chips de mandioca oferecida a galinhas poedeiras não teve efeito significativo no consumo de ração, conversão alimentar e porcentagem de postura. O peso do ovo aumentou significativamente como resultado da suplementação de farinha de folhas de *Moringa oleifera* com chips de mandioca quando comparado a uma dieta controle (livre de farinha de folhas de *Moringa oleifera* e chips de mandioca).

Abou-Elezz *et al.* (2011) mencionaram que a inclusão de diferentes níveis de farinha de folhas de *Moringa oleifera* (0%, 5%, 10% e 15%) nas dietas de galinhas poedeiras diminuiu linearmente a porcentagem de postura e a massa de ovos, enquanto o peso do ovo e o consumo de ração apresentou tendência quadrática com o aumento dos níveis de farinha de folhas de *Moringa oleifera* com ausência de efeito significativo na conversão alimentar. Contudo a coloração da gema aumentou linearmente.

Em comum, Kakengi *et al.* (2007), Olugbemi *et al.* (2010), e Abou-Elezz *et al.* (2011) concordaram que o uso de farinha de folhas de *Moringa oleifera* como ingredientes da ração até o nível de 10% não tinha nenhum efeito negativo sobre o desempenho produtivo de poedeiras galinhas, mas níveis acima disso (15% e 20%) devem produzir efeitos adversos.

Valdivié *et al.* (2016), mostraram a possibilidade de utilização de até 10 % de farinha de Moringa (folhas+caules) em rações para poedeiras entre 34 e 50 semanas de idade.

Mohammed *et al.* (2011), ao utilizarem as folhas frescas da moringa como suplemento alimentar em galinhas, observaram o aumento da taxa de postura de ovos e a melhoria na qualidade dos mesmos, com melhora na conversão alimentar e na cor da gema, quando comparado ao controle, sugerindo que tal planta pode ser usadas como recurso alimentar sustentável para galinhas criadas em áreas tropicais.

Tesfaye *et al.* (2014), avaliaram o uso de 5% de feno da folha de moringa na ração de poedeiras formulada com milho e com raspa de mandioca em substituição ao milho e constataram que em ambas as formulações houve aumento significativo na coloração das gemas, com aumento de aproximadamente 10 vezes maior nos valores de coloração quando o feno foi adicionado.

A intensa coloração amarelada da gema registrada para ovos produzidos de aves em dietas contendo moringa confirma sua viabilidade como agente corante da gema, o que pode aumentar a comercialização dos ovos. Valdivié *et al.* (2016), constataram que a pigmentação da gema aumentou à medida que a concentração de moringa aumentou na ração, atribuindo esse efeito à contribuição de pigmentos carotenóides da moringa.

Considerando os teores de compostos bioativos e nutrientes essenciais nas folhas de *Moringa oleifera*, elas podem ser usadas tanto como ingrediente quanto como aditivo alimentar fitogênico para promover o desempenho das poedeiras e enriquecer a gema do ovo com carotenóides, flavonóides e selênio (MELESSE *et al.*, 2011). Esses ovos podem ser comercializados como ovos enriquecidos ou alimentos funcionais (Ahmad *et al.*, 2018).

Avaliando o efeito de diferentes níveis (0; 0,5; 1,0; 1,5%) da farinha de folhas secas de Moringa na ração de poedeiras comerciais, Ahmad *et al.* (2018) observaram que o consumo de ração e o peso dos ovos não foram influenciados pelos tratamentos, contudo, a produção de ovos, a massa de ovos produzida e a conversão alimentar melhoraram significativamente com adição da moringa, tendo os níveis de 1 e 1,5% promovido resultados superiores aos obtidos com a ração controle. Na qualidade dos ovos, observou-se redução na qualidade do albúmen e da gema com a inclusão de moringa, sem influencia na casca.

Todavia a quantidade de quercetina e betacaroteno aumentaram linearmente nas gemas com maior inclusão de moringa. O enriquecimento do ovo com betacaroteno e quercetina pode ser atribuído ao alto teor desses compostos (15,25 mg de  $\beta$ -caroteno e 100 mg de quercetina em 100 g de folha seca) na farinha de folhas em Moringa (TESFAYE *et al.*, 2014; LAKO *et al.*, 2007). A maior parte do  $\beta$ -caroteno é depositada na gema de ovo,

enquanto a quercetina também é depositada no albúmem do ovo quelatada com aminoácidos (AHMAD *et al.*, 2018).

A inclusão de 0; 0,5; 1,0; 1,5% da farinha de folhas secas de Moringa na ração de poedeiras comerciais foi avaliada por Sharmin *et al.* (2021), os quais constataram que a qualidade, peso, comprimento e largura dos ovos não foram alterados pela adição de Moringa na ração, contudo, a cor da gema e a resistência à quebra da casca do ovo foram significativamente maiores nos grupos com moringa. A adição dietética de farinha Moringa reduziu significativamente o teor de colesterol total e triglicérideo no soro, em comparação com o controle. A inclusão de 1 e 1,5% de moringa aumentou os níveis de ácidos graxos  $\omega$ -3 em 1,35 e 1,46%, respectivamente. No geral, os resultados indicaram que a adição de 1,5% de moringa na ração de poedeiras pode ser uma maneira eficaz de melhorar a qualidade do ovo e o perfil de ácidos graxos e reduzir o colesterol na gema do ovo.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local e instalações**

A presente pesquisa foi desenvolvida no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, *Campus* do Pici, Fortaleza – CE, no período de 27 de maio de 2021 a 18 do agosto de 2021.

O desenvolvimento desse trabalho insurge-se com a adoção de um galpão convencional para poedeiras comerciais, com dimensões de 3m x 10m, coberto por telhas de barro, com piso cimentado, pé direito com 2,8m e orientado longitudinalmente no sentido norte-sul. O Galpão possui um corredor central e duas linhas de gaiolas dispostas de cada lado, totalizando quatro linhas de gaiolas, perfazendo um total de 320 gaiolas de arame galvanizado (0,25 x 0,45 x 0,40m), com capacidade 2 aves por gaiola, equipadas com comedouro linear em chapa galvanizada e bebedouro automático do tipo *niple*.

### **3.2 Experimento com aves**

Foram utilizadas 274 aves da linhagem LOHMANN LSL LITE, com 115 semanas de idade alojadas em gaiolas convencionais, por um período experimental de 84 dias, divididos em 4 períodos de 21 dias cada. As aves foram selecionadas e distribuídas nas parcelas experimentais com base no peso e produção seguindo as recomendações de Sakomura e Rostagno (2016). Até atingirem a idade, as aves foram manejadas de acordo com o manual da linhagem para o início do experimento.

### **3.3 Delineamento experimental**

Foi aplicado um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, cinco repetições e oito aves por repetição. Os tratamentos consistiram em: T1- ração controle; T2- ração contendo 0,5% do pigmentante 01; T3- ração contendo 0,5% do pigmentante 02; T4- ração contendo 0,5% do pigmentante 03; T5- ração contendo 1,0% do pigmentante 01; T6- ração contendo 1,0% do pigmentante 02; T7- ração contendo 1,0% do pigmentante 03.



| Composição calculada               |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Energia metabolizável aves kcal/kg | 2,725 | 2,725 | 2,725 | 2,725 | 2,725 | 2,725 | 2,725 |
| Proteína bruta %                   | 15,3  | 15,3  | 15,3  | 15,3  | 15,3  | 15,3  | 15,3  |
| Met + cist dig aves %              | 0,540 | 0,540 | 0,540 | 0,540 | 0,540 | 0,540 | 0,540 |
| Lisina dig aves %                  | 0,317 | 0,317 | 0,317 | 0,317 | 0,317 | 0,317 | 0,317 |
| Metionina dig aves %               | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 | 0,366 |
| Triptofano digestível %            | 0,157 | 0,157 | 0,157 | 0,157 | 0,157 | 0,157 | 0,157 |
| Treonina digestível %              | 0,494 | 0,494 | 0,494 | 0,494 | 0,494 | 0,494 | 0,494 |
| Calcio %                           | 4,090 | 4,090 | 4,090 | 4,090 | 4,090 | 4,090 | 4,090 |
| Fosforo disponível %               | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 |
| Sódio %                            | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| Cloro %                            | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| Potássio %                         | 1,027 | 1,027 | 1,027 | 1,027 | 1,027 | 1,027 | 1,027 |
| Magnésio %                         | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 0,105 | 0,105 |

<sup>1</sup>Composição por kg do produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; Ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg; <sup>2</sup>Composição por Kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg; <sup>3</sup>Inerte: Areia lavada. Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.4 Avaliação do desempenho

Durante cada período experimental (21 dias) foram avaliadas o consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura (%), peso do ovo (g), massa de ovos (g/ave/dia) e conversão alimentar com o objetivo de avaliar o desempenho das aves durante o experimento.

#### 3.4.1 Consumo de ração

No início de cada período foi a ração foi pesada, e no final as sobras foram pesadas e contabilizadas para o cálculo de consumo de ração. Assim, por diferença foi calculado o consumo de ração para cada repetição no período analisado.

#### 3.4.2 Porcentagem de postura

A produção de ovos foi acompanhada diariamente, registrada por parcela e no final de cada período foram calculadas as porcentagens de postura (ave/dia) por repetição.

### ***3.4.3 Peso do ovo***

Uma vez por semana todos os ovos de cada repetição eram coletados e pesados para obtenção do peso médio do ovo.

### ***3.4.4 Massa de ovo***

Usando-se o número de ovos produzidos multiplicado pelo peso médio dos ovos para cada repetição e dividindo pelo número de dias do período obtendo-se a massa de ovos em (g/aves/dia).

### ***3.4.5 Conversão alimentar***

Usando-se a quantidade de ração consumida no período pela massa de ovos produzidas fora obtida a conversão alimentar.

## **3.5 Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos**

Uma vez por semana, todos os ovos de cada parcela foram coletados, identificados e encaminhados para o laboratório de Avaliação da qualidade de ovos do setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da UFC, onde permaneceram em temperatura de 20 °C até os momentos das análises de qualidade interna e externa dos ovos. As variáveis avaliadas foram: densidade específica (g/cm<sup>3</sup>), unidades Haugh, porcentagem de gema, casca e albúmen (%) e coloração da gema.

### ***3.5.1 Gravidade específica***

A gravidade específica (GE) dos ovos foi determinada de acordo com os métodos descritos por Freitas et al. (2004). O sistema de pesagem foi montado sobre balança de precisão (0,01g) para obtenção do peso do ovo no ar e na água. Os dados foram anotados para o cálculo da GE através de uma planilha do programa de Excel.

### ***3.5.2 Unidades Haugh***

Na pesagem e quebra de ovos todas realizadas no mesmo dia foram coletadas a altura do albúmen e o peso dos ovos, com o auxílio de um micrômetro e uma balança de precisão (0,01g) respectivamente para a obtenção das unidades Haugh.

### ***3.5.3 Porcentagens de gema, albúmen e casca***

As gemas dos ovos foram separadas do albúmen e pesadas em balança Marte de precisão de 0,01g. A percentagem de gema foi obtida pela relação entre o peso da gema e o peso do ovo. Para a percentagem de casca, após a quebra dos ovos, as cascas foram separadas, lavadas e postas para secar a sombra em temperatura ambiente por um período de 48 horas. Posteriormente, foram pesadas para o cálculo da percentagem de casca, obtida pela divisão do peso da casca pelo peso do ovo. A percentagem de albúmen foi determinada por diferença: % albúmen = 100 – (% gema + % casca).

### ***3.5.4 Coloração da gema***

As gemas foram colocadas em uma superfície transparente e, com o uso do leque colorimétrico da DSM através do dispositivo YolkFan™ Pro digital, foi realizada a determinação da cor da gema.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos para o desempenho das poedeiras (TABELA 3), não houve diferença significativa entre os resultados obtidos para o grupo controle e os demais tratamentos para os valores de consumo de ração, percentagem de postura, peso e massa de ovos e conversão alimentar.

Tabela 3. Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes pigmentantes naturais.

| Tratamentos      | Variáveis              |                        |                    |                             |                        |
|------------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|
|                  | Consumo<br>(g/ave/dia) | Postura<br>(%/ave/dia) | Peso do<br>Ovo (g) | Massa de Ovo<br>(g/ave/dia) | Conversão<br>Alimentar |
| Controle         | 98,94                  | 66,82                  | 65,61              | 43,78                       | 2,28                   |
| 0,5% P1*         | 100,15                 | 71,25                  | 65,61              | 46,81                       | 2,19                   |
| 0,5% P2*         | 102,87                 | 70,58                  | 65,22              | 46,07                       | 2,29                   |
| 0,5% P3*         | 101,87                 | 68,90                  | 65,08              | 42,66                       | 2,54                   |
| 1,0% P1          | 100,50                 | 68,04                  | 63,95              | 43,65                       | 2,38                   |
| 1,0% P2          | 99,46                  | 72,10                  | 64,53              | 46,55                       | 2,18                   |
| 1,0% P3          | 101,39                 | 69,03                  | 64,51              | 43,75                       | 2,41                   |
| SEM <sup>3</sup> | 0,4836                 | 1,2400                 | 0,2748             | 0,9870                      | 0,0605                 |
| ANOVA            |                        |                        | <i>P</i> – valor   |                             |                        |
| Tratamento       | 0,3294                 | 0,9405                 | 0,6584             | 0,8958                      | 0,7140                 |
| Níveis           |                        |                        |                    |                             |                        |
| 0,5%             | 101,63                 | 70,24                  | 65,30              | 45,18                       | 2,34                   |
| 1,0%             | 100,45                 | 69,73                  | 64,33              | 44,65                       | 2,32                   |
| Pigmentantes     |                        |                        |                    |                             |                        |
| P1               | 100,32                 | 69,65                  | 64,78              | 45,23                       | 2,28                   |
| P2               | 101,17                 | 71,34                  | 64,87              | 46,31                       | 2,23                   |
| P3               | 101,63                 | 68,96                  | 64,80              | 43,21                       | 2,48                   |
| SEM <sup>3</sup> | 0,5345                 | 1,3864                 | 0,3105             | 1,1267                      | 0,0696                 |
| ANOVA            |                        |                        | <i>P</i> – valor   |                             |                        |
| Níveis           | 0,2853                 | 0,8657                 | 0,1462             | 0,8245                      | 0,9159                 |
| Pigmentantes     | 0,6135                 | 0,8017                 | 0,9922             | 0,5672                      | 0,3580                 |
| Nív × Pig        | 0,3481                 | 0,8036                 | 0,7553             | 0,7375                      | 0,5933                 |

Efeito estatístico não significativo pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ); P1 (50% urucum +50% Leucena); P2 (50% urucum +50% moringa) P3 (50% urucum + 25% leucena + 25% moringa)

Quando se avaliou o efeito do tipo pigmentante e o nível de inclusão, observou-se que não houve interação significativa entre os fatores e, também, não houve influência dos fatores isolados sobre as variáveis de desempenho. Indicando que a mistura de urucum com

feno da folha de leucena, de moringa ou de ambas pode ser adicionada na ração as poedeiras até o nível de 1% na ração sem prejuízo para o desempenho.

Considerando que o atendimento das exigências em energia pode influenciar no consumo de ração pelas poedeiras e, conseqüentemente, no desempenho produtivo, os diferentes pigmentantes foram adicionados na ração em substituição ao inerte para que as mesmas fossem isonutritivas. Por outro lado, embora o nível seja baixo, o aumento da inclusão dos pigmentantes de 0,5 para 1% poderia influenciar no consumo em função dos efeitos adversos da maior presença de fibra e fatores antinutricionais presentes nos fenos de leucena e moringa. Todavia, a ausência de diferença significativa para o consumo indica que as aves aproveitaram de forma semelhante os nutrientes da ração, confirmando que as rações foram isoenergéticas e não houve influência negativa do aporte de fibra e fatores antinutricionais.

Além da energia, a presença de mais fibra e dos fatores antinutricionais poderiam comprometer o aproveitamento dos aminoácidos da ração e assim ter alguma influência sobre o tamanho dos ovos produzidos o que também afetaria a massa de ovos e a conversão alimentar. Contudo esse efeito não se confirmou, uma vez que o peso e a massa de ovos e a conversão alimentar não variou significativamente entre os diferentes tratamentos recebidos pelas aves.

A ausência de influência dos pigmentantes, a base de semente de urucum e fenos, sobre as variáveis de desempenho pode ser associada à sua baixa inclusão, excluindo a possibilidade de um efeito negativo, visto que a máxima presença de semente de urucum e feno na ração é de 0,5% quando cada pigmentante foi adicionado no nível 1%. Por sua vez, os resultados obtidos estão de acordo com relatos da literatura para a utilização dos componentes do pigmentantes avaliados de forma isolada na alimentação das poedeiras. Garcia *et al.* (2009), recomendaram a inclusão de até 0,89% de semente de urucum em rações a base de sorgo, Garcia *et al.* (2015) relataram ser possível adicionar até 2,0% das sementes moídas em ração comercial de poedeiras e Nunes Júnior *et al.* (2020), constataram que é possível incluir 0,5% de semente de urucum em ração a base de milho.

O feno da folha de leucena pode ser adicionado em rações de postura a base de milho ou sorgo sem influenciar o desempenho no nível de 2% (LOPES *et al.*, 2014) ou até 10%. Quanto ao feno das folhas de moringa, Kakengi *et al.* (2007), Olugbemi *et al.* (2010), Abou-Elezz *et al.* (2011) e Valdivié *et al.* (2016), constataram que até o nível de 10% de inclusão não tinha nenhum efeito negativo sobre o desempenho produtivo de poedeiras.

Por outro lado, tem sido sugerido que a presença de compostos químicos com atividade antimicrobiana e antioxidante nos fenos de *Moringa* e *Leucena* viabilizaria o uso desses fenos como aditivo alimentar fitogênico para promover o desempenho das poedeiras, em função de um efeito benéfico sobre a saúde das aves (MELESSE *et al.*, 2011). Contudo, esse efeito não se confirmou na presente pesquisa visto que não houve diferença significativa entre os tratamentos para produção de ovos. Todavia deve-se destacar que a presença de feno foi de 0,5% com a inclusão de 1% de pigmentante, podendo essa quantidade ter sido insuficiente para aportar os compostos que beneficiariam o desempenho das aves, pois segundo Ahmad *et al.* (2018), a produção de ovos, a massa de ovos produzida e a conversão alimentar melhoraram significativamente com adição da moringa, tendo os níveis de 1 e 1,5% promovido resultados superiores aos obtidos com a ração controle.

Na avaliação da qualidade dos ovos das poedeiras (TABELA 4), observou-se que houve diferença significativa entre os resultados obtidos para o grupo controle e os demais tratamentos apenas para a coloração das gemas. As aves alimentadas com a ração controle apresentaram gemas de coloração menos intensa que as aves dos demais tratamentos.

Tabela 4. Característica e qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes pigmentantes naturais

| Tratamentos      | Gema (%) | Albumen (%) | Casca (%) | Cor              | Densidade Específica (g/cm <sup>3</sup> ) | Unidade Haugh | Espessura de casca (mm) |
|------------------|----------|-------------|-----------|------------------|---|---------------|-------------------------|
| Controle         | 27,27    | 64,26       | 8,46      | 6,10c            | 1,076                                     | 90,06         | 0,33                    |
| 0,5% P1*         | 26,95    | 64,66       | 8,39      | 7,12b            | 1,075                                     | 88,12         | 0,32                    |
| 0,5% P2*         | 26,85    | 64,56       | 8,58      | 7,11b            | 1,076                                     | 88,46         | 0,34                    |
| 0,5% P3*         | 26,64    | 64,73       | 8,63      | 7,10b            | 1,076                                     | 87,94         | 0,33                    |
| 1,0% P1          | 27,55    | 64,06       | 8,39      | 7,78a            | 1,074                                     | 89,11         | 0,32                    |
| 1,0% P2          | 26,59    | 65,07       | 8,34      | 7,98a            | 1,074                                     | 88,10         | 0,33                    |
| 1,0% P3          | 26,50    | 65,15       | 8,35      | 7,88a            | 1,074                                     | 90,16         | 0,32                    |
| SEM <sup>3</sup> | 0,1439   | 0,1608      | 0,0442    | 0,1096           | 0,0003                                    | 0,3271        | 0,0016                  |
| ANOVA            |          |             |           | <i>P</i> – valor |   |               |                         |
| Tratamento       | 0,4246   | 0,5512      | 0,4733    | <,0001           | 0,4817                                    | 0,3209        | 0,1811                  |
| Níveis           |          |             |           |                  |   |               |                         |
| 0,5%             | 26,81    | 64,65       | 8,53      | 7,11b            | 1,076                                     | 88,17         | 0,33                    |
| 1,0%             | 26,87    | 64,76       | 8,36      | 7,88a            | 1,074                                     | 89,12         | 0,32                    |
| Pigmentantes     |          |             |           |                  |   |               |                         |
| P1               | 27,25    | 64,36       | 8,39      | 7,45             | 1,075                                     | 86,62         | 0,32                    |
| P2               | 26,72    | 64,82       | 8,46      | 7,55             | 1,075                                     | 88,28         | 0,33                    |
| P3               | 26,57    | 64,94       | 8,49      | 7,49             | 1,075                                     | 89,05         | 0,33                    |
| SEM <sup>3</sup> | 0,1640   | 0,1838      | 0,0512    | 0,0809           | 0,0004                                    | 0,3428        | 0,0018                  |
| ANOVA            |          |             |           | <i>P</i> – valor |   |               |                         |
| Níveis           | 0,8530   | 0,7729      | 0,1064    | <,0001           | 0,0560                                    | 0,1797        | 0,0639                  |

|              |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pigmentantes | 0,2304 | 0,4313 | 0,6978 | 0,6314 | 0,9198 | 0,6603 | 0,2495 |
| Nív × Pig    | 0,5230 | 0,4234 | 0,4917 | 0,5398 | 0,8852 | 0,3205 | 0,4033 |

Efeito estatístico não significativo pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ); P1 (50% urucum +50% Leucena); P2 (50% urucum +50% moringa) P3 (50% urucum+ 25% leucena + 25% moringa)

Quando se avaliou o efeito do tipo pigmentante e o nível de inclusão observou-se que não houve interação significativa entre os fatores e, também, não houve influência entre os tipos de pigmentantes sobre as variáveis. Contudo, entre o nível de inclusão observou-se diferença significativa apenas para a coloração das gemas, que foram mais pigmentadas com a inclusão de 1% dos pigmentantes.

O aumento da intensidade na coloração das gemas dos ovos das aves alimentadas com a inclusão dos pigmentantes pode ser associado a maior presença de pigmentos oriundos do urucum e dos fenos de leucena e moringa, uma vez que a adição destes foi feita em substituição proporcional ao inerte da ração controle, fazendo com que todas as rações tivessem a mesma proporção de milho, que é a principal fonte de pigmentos para as gemas nas rações de poedeiras. Dessa forma, os diferentes níveis de adição dos pigmentantes se mostram capazes de incrementar a pigmentação das gemas em relação ao que se obteve para ração controle, com melhor resultado para adição de 1%, independentemente de o feno utilizado ser leucena, moringa ou a mistura dos dois.

Os efeitos observados para influência dos pigmentantes sobre a intensificação da pigmentação das gemas estão de acordo com relatos da literatura para a utilização dos componentes do pigmentantes avaliados de forma isolada na alimentação das poedeiras. Conforme Garcia *et al.* (2015), a adição das sementes moídas de urucum em uma ração comercial de poedeiras aumentou a pigmentação das gemas sendo possível obter pigmentação significativamente maior que a ração sem urucum a partir de 0,5%, fato também relatado por Nunes Júnior *et al.* (2020), ao incluir 0,5% de semente de urucum em ração a base de milho.

A inclusão feno da folha de leucena em níveis de 1,0 a 2,5% da ração não tem nenhum efeito negativo sobre a produtividade das aves e é um pigmentante eficaz da gema dos ovos (BERRY; D'MELLO, 1981), assim a adição do feno da folha de leucena no nível de 2% em rações de postura a base de milho aumentou a pigmentação das gemas (LOPES *et al.*, 2014) e em rações a base de sorgo o nível 5% de inclusão já foi suficiente para aumentar a pigmentação, que aumentou linearmente até o nível de 15% (ABOU-ELEZZ *et al.*, 2011). Quanto ao feno das folhas de Moringa, Kakengi *et al.* (2007), Olugbemi *et al.* (2010), e Abou-Elezz *et al.* (2011) Valdivié *et al.* (2016), constataram que o feno da folha de Moringa como

ingredientes da ração intensifica a pigmentação das gemas de forma crescente, contudo a inclusão do feno está limitada a 10%, em função dos efeitos adversos sobre a produção de ovos em níveis superiores. Os resultados apresentados por Sharmin *et al.* (2021), indicam 0,5% feno da folha de moringa foi suficiente para melhorar a pigmentação da gema em uma unidade de coloração do leque colorimétrico Roche, o que está de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa.

## 5 CONCLUSÃO

O uso de pigmentantes compostos pela mistura proporcional (50/50%) de semente de urucum com feno, independente se a origem for folha de leucena, moringa ou mistura desses, não tem influência sobre o desempenho das poedeiras e qualidade do albúmen e casca dos ovos. Contudo, a coloração das gemas se intensifica com a adição, obtendo-se melhor resultado com o nível de 1%.

Em mistura proporcional com a semente de urucum o feno das folhas de leucena e moringa tem capacidade de pigmentação semelhante, podendo compor um produto natural para intensificar a pigmentação de gemas em rações a base de milho.

## REFERÊNCIAS

- ABIODUN, B.S.; ADEDEJI, A.S.; ABIODUN, E. **Vegetais indígenas menos conhecidos como potencial corante natural de ovos em galinhas poedeiras**. Revista de ciência e tecnologia animal. v. 56, n. 1, pág. 1-5, 2014.
- ABOU-ELEZZ F. M. K.; SARMIENTO-FRANCO L.; SANTOS-RICALDE R.; SOLORIO-SANCHEZ F. **Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance**. Cuban Journal of Agricultural Science: 45:163-169. 2011.
- ABOU-ELEZZ, F. M. K; ABIODUN, B. S, ADEDEJI, A. S.; ABIODUN, E. **Vegetais indígenas menos conhecidos como potencial corante natural de ovos em galinhas poedeiras**. Revista de ciência e tecnologia animal. v. 56, n. 1, pág. 1-5, 2014.
- ABOU-ELEZZ, F. M. K.; SARMIENTO-FRANCO L.; SANTOS-RICALDE, R.; SOLORIO-SANCHEZ, F. **Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance**. Cuban Journal of Agricultural Science:45:163-169. 2011.
- ABOU-ELEZZ F. M. K.; SARMIENTO-FRANCO, L.; SANTOS-RICALDE, R.; SOLORIO-SANCHEZ, F. **O efeito nutricional das folhas frescas de *Moringa oleifera* como suplemento alimentar na produção e qualidade de ovos de galinha vermelha de Rhode Island**. Saúde e produção animal tropical , v. 44, n. 5, pág. 1035-1040, 2012.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2021. Disponível em: [http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf)
- AHMAD, S.; KHALIQUE, A.; PASHA, T. N.; MEHMOOD, S.; AHMAD, S.; KHAN, A. M.; HUSSAIN, K. V. **Influência do farelo de folhas de *Moringa oleifera* usado como aditivo fitogênico em metabólitos séricos e compostos bioativos de ovos em poedeiras comerciais**. Braz. J. Poult. Sci.; 20 (2):325–332. 2018.
- ANGELES, M.; SCHEIDELER, S. **Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation**. PSA'98. Annual Meeting Abstracts Pinnstater Conference Center. (August 2-5), Inc. Official Journal of the Poultry Science Association; 77:1-18. 1998.
- ARRAYA, H.H. et al. **Composicion y empleo del achiote (*Bixa orellana* L.) en raciones para gallinas ponedoras, para la pigmentacion de la yema del huevo**. Agronomia Costarricense., San José, v.1, n.2, p.143-150, 1977.
- ARRUDA, A. M. V.; MELO, A. S.; OLIVEIRA, V. R. M.; SOUSA, D. H.; DANTAS, F. D. T.; OLIVEIRA, J. F. **Avaliação nutricional do feno de leucena com aves caipiras**. Acta Veterinaria Brasilica, v.4, n.3, p.162-167, 2010.
- ATAWODI, S. E.; MARI, D.; ATAWODI, J. C.; YAHAYA, Y. **Avaliação de folhas de *Leucaena leucocephala* como suplemento alimentar em galinhas poedeiras**. Jornal Africano de Biotecnologia , v. 7, n. 3, pág. 317-321, 2008.
- AYSSIWEDE, S. B.; ZANMENOU, J. C.; ISSA, Y.; HANE, M. B.; DIENG, A.;

- CHRYSOSTOME, C. A. A. M.; MISSOHOU, A. **Composição nutricional de alguns recursos alimentares não convencionais e locais disponíveis no Senegal e recuperáveis em galinhas indígenas ou alimentação animal.** *Jornal de Nutrição do Paquistão*, v. 10, n. 8, pág. 707-717, 2011.
- BALNAVE, D.; BIRD, J. N. **Relative efficiencies of yellow carotenoids for egg yolk pigmentation.** *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 9, n. 5, p. 515-517, 1996.
- BERRY, A.; D'MELLO, J. P. F. **Comparison of *Leucaena leucocephala* and grass meal as a source of pigments of egg yolk in diets of laying hen.** [Spanish]. *Produccion Animal Tropical*, 1981.
- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato.** *Horticultura Brasileira*, 22 (2), 295-299 (2004).
- BHATNAGAR, R.; MEENA, K.; VERMA, S. V. S. **Effect of dietary *Leucaena* leaf-meal (LLM) on the performance and eggs characteristics in White Legorn hens.** *Indian Journal of Animal Sciences.*, v. 66, n.12, p.: 1291-1294. 1996.
- BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 15, DE 26 DE MAIO DE 2009.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pequarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-15-de-26-de-maio-de-2009.pdf>
- BRAZ, N. M.; FUENTES, M. F. F; FREITAS, E. R.; SUCUPIRA, F. S.; MOREIRA, R. F.; LIMA, R. C. **Semente residual do urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos.** *Acta Sci. Anim. Sci. Maringá*, v. 29, n. 2, p. 129-133, 2007.
- BUXTON, D. R. **Características de qualidade de forragens influenciadas pelo ambiente vegetal e fatores agrônômicos.** *Ciência e tecnologia da alimentação animal*, v. 59, n. 1-3, pág. 37-49, 1996.
- CHANWITHEESUK, A.; TEERAWUTGULRAG, A.; RAKARIYATHAM, N. **Triagem da atividade antioxidante e compostos antioxidantes de algumas plantas comestíveis da Tailândia.** *Química dos alimentos*, v. 92, n. 3, pág. 491-497, 2005.
- CHOWDHURY S.D.; HASSIN B.M.; DAS S.C.; RASHID M.H.; FERDAUS A.J. **Evaluation of marigold flower and orange skin as sources of xanthophyll pigment for the improvement of egg yolk color.** *The Journal of Poultry Science*, v. 45, n. 4, p. 265-272, 2008.
- DALÓLIO, F.; ALBINO, L.; ROSTAGNO, H.; TAVERNARI, F. D. C. **Novas tabelas brasileiras de nutrição animal.** Embrapa Suínos e Aves-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2017.
- DILGER, R. N.; SANDS, J. S.; RAGLAND, D.; ADEOLA, O. **Digestibilidade de nitrogênio e aminoácidos em farelo de soja com adição de casca de soja.** *Journal of Animal Science*, v. 82, n. 3, pág. 715-724, 2004.

D'MELLO, J. P. F.; ACAMOVIC, T. **Leucaena leucocephala in poultry nutrition, a review**. Animal Feed Science and Technology, v. 26, n. 1-2, p. 1-28, 1989.

ELKHALIFA, A. O.; AHMED, S. A.; SARA, A. **Nutritional evaluation of Moringa oleifera leaves and extract**, (Report, Ahfad journal, 01- December), 2007.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). **Orientação sobre a obtenção de conhecimento especializado em avaliação de risco de segurança de alimentos e rações**. EFSA Journal , v. 12, n. 6, pág. 3734, 2014.

FAHEY, J. W., **Moringa oleifera: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties**. Part 1. Trees for Life Journal a forum on beneficial trees and plants, Maryland, USA: 2005

FASSANI, E. J.; ABREU, M. T.; SILVEIRA, M. M. B. M.; **Coloração de gema de ovo de poedeiras comerciais recebendo pigmentante comercial na ração**. cienc. anim. bras., Goiânia, v.20, 1-10, e-50231, 2019.

FASUYI, A. O.; FAJEMILEHIN, S. O. K.; OMOJOLA, A. B. **Características de qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes inclusões dietéticas de farinha de folhas de erva daninha Siam (Chromolaena odorata) (SWLM)**. International Journal of Poultry Science , v. 4, n. 10, pág. 752-757, 2005.

FERRANTE V.; BAROLI D.; MARELLI S.; MANGIAGALLI M. G.; CAVALCHINI L. G. **Effect of tomato by-product diet supplementation on egg yolk colour**. Italian Journal of Animal Science, v. 2, n. sup1, p. 459-461, 2003.

FRANCO, C. F. O.; HARDER, M. N. C.; ARTHUR, V.; NETO, M. B. **Quebra de dormência e influência nos teores de bixina em sementes de urucum submetidas à radiação gama**. Tecnologia & Ciência Agropecuária, v. 7, p. 13-18, 2013.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; GONZALEZ, M. M.; BARBOSA, N. A. **A. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, p. 509-512, 2004.

GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. **Avaliação química e estrutural da semente de moringa**. Revista Ciência Agronômica, v. 37, n. 1, p. 106-109, 2006.

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 Jan - Mar 2002 / v.4 / n.1 / 001.

GARCIA, E. R. M.; CRUZ, F. K.; SOUZA, R. P. P.; FELICIANO, W. B.; ÁVILA, L. R.; 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, jan./mar. 2015.

GARCIA, G. W.; FERGUSON, T. U.; NECKELS, F. A.; ARCHIBAL, K. A. E. **The nutritive value and forage productive of Leucaena leucocephala**. Animal Feed Science and

Technology., v.60, p.: 29 – 41. 1996.

GARCIA R.G.; MOLINO A.B.; BERTO D. A. **Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentados semente de Urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta.** Veterinária e Zootecnia, v.16, n.4, p.689- 697, 2009.

GOLABART, J.; SALA, R.; RINCÓN-CARRUYO, X.; MANZANILLA, E.G.; VILÀ, B.; GASA, J. 2004. **Egg yolk color as affected by saponification of diferente natural pigmenting sources.** J. Appl. Pout Res. 13 (2): 328-334.

GRASHORN, M. A.; STEINBERG, W. **Deposition rates of canthaxanthin in egg yolks.** Archiv für Geflügelkunde, v. 66, n. 6, p. 258-262, 2002.

GURBUZ, Y.; YASAR, S.; KARAMAN, M. **Effects of addition of the red pepper from 4th harvest to corn or wheat based diets on egg-yolk colour and egg production in laying hens.** International Journal of Poultry Science, v. 2, n. 2, 2003.

HALAJ, M.; HALAJ, P.; VALASEK, F.; MORAVCIK, F.; MELEN, M. **The effect of synthetic pigment addition to feed on the color of hen egg yolk.** Czech Journal of Animal Science; 44:187-92. 1999.

HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. **Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*).** Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. v. 102 . 563-564, Lisboa, 2007.

HARDER M.N.C.; CANNIATTI-BRAZACA S.G.; COELHO A.A.D.; SAVINO V.J.M.; FRANCO C.F.O. **Cholesterol and iron availability in yolk of laying hens feed with annatto (*Bixa orellana*).** Animal Science, v.1, n.1, p.477-482, 2007.

HAZRA, S.; BISWAS, S.; BHATTACHARYYA, D.; DAS, S. K.; KHAN, A. **Qualidade de carne de búfala moída cozida tratada com extratos brutos de folhas de *Moringa oleifera* (Lam.).** Revista de ciência e tecnologia de alimentos , v. 49, n. 2, pág. 240-245, 2012.

HIEN, T. Q.; HUNG, N. D.; LIEN, N. T.; INH, N. T. **Study on using *Leucaena* in animal husbandry.** Thai Nguyen University Publishing House 2008.

HIEN, T.Q.; HOAN, N.D.; HOAN, T.T.; TRUNG, T. Q. **Relação entre o teor de carotenóides na gema do ovo e a qualidade dos ovos incubados de acordo com o tempo de poedeiras alimentadas com dieta contendo farinha de folhas.** Revista búlgara de ciências agrícolas , v. 22, n. 1, pág. 92-98, 2016.

HUSSAIN, J.; REDDY, P. S.; REDDY, V. R. **Utilização de farinha de folhas de leucena por frangos de corte.** British Poultry Science , v. 32, n. 1, pág. 131-137, 1991.

JABEEN, R.; SHAHID, M.; JAMIL, A.; ASHRAF, M. **Microscopic evaluation of the antimicrobial activity of seed extracts of *Moringa oleifera*.** Pakistan Journal Botany, v. 40, p. 1349-1358, 2008.

JOSHI, P.; MEHTA, D. **Efeito da desidratação no valor nutritivo de folhas de *moringa oleifera*.** Journal of Metabolômica e Biologia de Sistemas , v. 1, n. 1, pág. 5-9, 2010.

KAKENGI, A. M. V.; KAIJAGE, J. T.; SARWART, S. V.; MUTAYOBA, S. K.; SHEM, M. N.; FUJIHARA, T. **Effect of Moringa leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania.** Livestock Research for Rural Development;19(8). 2007.

KARTHIVASHAN, G.; ARULSELVAN, P.; ALIMON, A.; SAFINAR, I.; FAKURAZI, S. **Competing role of bioactive constituents in Moringa oleifera extract and conventional nutrition feed on the performance of Cobb 500 broilers.** BioMed research international, 2015.

LAGANÁ, C.; PIZZOLANTE, C. C.; TOGASHI, C. K.; KAKIMOTO, S. K.; SALDANHA, E. S. P. B.; ÁLVARES, V. **Influência de métodos de debicagem e do tipo de bebedouro no desempenho e na qualidade dos ovos de codornas japonesas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 1217-1221, 2011.

LAKO, J.; TRENERRY, V. C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; PREMIER, R. **Flavonóis fitoquímicos, carotenóides e as propriedades antioxidantes de uma ampla seleção de frutas, vegetais e outros alimentos de Fiji.** Food Chemistry , v. 101, n. 4, pág. 1727-1741, 2007.7

LOHMANN DO BRASIL, **Guia de Manejo Lohmann Brown**, São José do Rio Preto, 2011.

LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; NASCIMENTO, G. A. J.; VIANA NETO, J. L.; CRUZ, C. E. B.; BRAZ, N. M. **Inclusão de feno de folhas de leucena e de cunhã na ração de poedeiras.** Arquivos de Zootecnia, v. 63, n. 241, p. 183-190, 2014.

LÓPEZ-CERVANTES, J.; SÁNCHEZ-MACHADO, D. I.; **Astaxantina, luteína e zeaxantina. In: Suplementos nutricionais não vitamínicos e não minerais.** Imprensa Acadêmica. p. 19-25. 2019.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas.** (347p). Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002.

LUQMAN, S.; SRIVASTAVA, S.; KUMAR, R.; MAURYA, A. K.; CHANDA, D. **Experimental assessment of Moringa oleifera leaf and fruit for its antistress, antioxidant and scavenging potential using in vitro and in vivo assays.** Evi Bas Compl Alt Med;519084, 2012.

MAGUREGUI, E. L. **Color de la yema del huevo y los pigmentantes.** Veterinaria Digital , pp. 8. 2020.

MAIA, K. M. **Cantaxantina e extrato de flor de marigold na dieta de poedeiras comerciais (Caracterização dos consumidores de ovos na cidade de Maringá – Paraná),** Dissertação de mestrado Universidade Estadual De Maringá. 2020.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. **Nutrientes e fatores anti-qualidade em diferentes partes morfológicas da árvore Moringa.** Journal of Agricultural Science 128: 31, 1997.

MANO, S. **Qualidade dos ovos e seus derivados.** Avicultura Industrial, v.98, n.6, p.48-52,

2007.

MAVROMICHALIS, I. **Ingredientes de alta qualidade e baixo custo para alimentação de leitões.** SUIS , n. 101, pág. 6-8, 2013.

MELESSE, A.; TIRUNEH, W.; NEGESSE, T. **Effects of feeding Moringa stenopetala leaf meal on nutrient intake and growth performance of Rhode Island Red chicks under tropical climate.** Tropical and subtropical agroecosystems, v. 14, n. 2, p. 485-492, 2011.

MELO, M. C. A. D.; FREITAS, E. R.; DANTAS, F. D. T.; FERNANDES, D. R.; WATANABE, P. H. **Annatto seed by-product in diets containing sorghum for commercial laying hens.** Revista Ciência Agronômica, v. 52, 2021.

MEULEN, U. T.; PUCHER, F.; SZYSKA, M.; ELHARITH, E. A. **Effects of administration of Leucaena meal on growth performance and mimosine acumulation in growing chicks.** Archiv Fur Geflugelkunde, v. 48, n. 2, p. 41-44, 1984.

MOURA, A. M. A.; TAKATA, F. N.; NASCIMENTO, G. R.; 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, 2011.

NUNES JUNIOR, D. A.; LIMA, H. J. D.; VALENTIM, J. K.; SOUZA, L. A. Z.; SILVA, N. E. M.; MARTINS, A. C. S.; BITTENCOURT, T. M.; MENDES, J. P. **Pigmentantes vegetais em dietas à base de sorgo para galinhas poedeiras.** Caderno de Ciências Agrárias, [S. l.], v. 12, 2020. DOI: 10.35699/2447-6218.2020.24309. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/24309>. Acesso em: 9 mar. 2022.

NUNES JUNIOR, D. A. L.; H. J. D. A.; DE SOUZA, L. A. Z.; MATOS, N. E.; DA SILVA MARTINS, A. C.; VALENTIM, J. K.; & BITTENCOURT, T. M. **Pigmentantes em dietas a base de milho e sorgo para aves comerciais.** Revista Brasileira de Nutrição Animal, v. 12, p. 31- 40, 2018.

OGBE, A. O; AFFIKU, J. P. **Estudo aproximado, composição mineral e antinutriente das folhas de Moringa oleifera colhidas em Lafia, Nigéria: benefícios potenciais na nutrição e saúde das aves.** Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences , v. 2021, p. 296-308, 2021.

OKONKWO, A. C.; ADIKPE, D. A. **Leucaceana lendocephela seed meal in thr diets of laying birds and its effect on egg yolk pigmentation.** Nig. J. Amin. 15:207-2012. 1988.

OLIVEIRA, P. B.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. M.; MACARI, M.; SCAPINELLO, C. **Influência de fatores antinutricionais da Leucena (Leucaena leucocephala e Leucaena cunningan) e do feijão Guandu (Cajanus cajan) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 6, n. 29, p. 1759-1769, 2000.

OLUGBEMI, T. S.; MUTAYOBA, S. K.; LEKULE, F. P. **Evaluation of Moringa oleifera leaf meal inclusion in cassava chip based diets fed to laying birds.** Livestock Research for Rural Development;22(6). Available from: <http://www.lrrd.org/lrrd22/6/olug22118.htm>. 2010.

ONIBI, G. E.; FOLORUNSO, O. R.; ELUMELU, C. **Avaliação da substituição equiprotéica**

**parcial do farelo de soja por farinhas de folhas de mandioca e leucena em dietas de terminações de frangos de corte.** *International Journal of Poultry Science* , v. 7, n. 4, pág. 408-413, 2008.

ROBERTS, J. R. **Fatores que afetam a qualidade interna e a qualidade da casca do ovo em poedeiras.** *The Journal of Poultry Science* , v. 41, n. 3, pág. 161-177, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** 1ª ed. Washington: ILSI Human Nutrition Institute, 2001. 64 p.

ROSSI, M.; POMPEI, C. **Changes in some egg components and analytical values due to hen age.** *Poultry Science*, v.74, p.152-160, 1995.

SAEED M.; NAVEED M.; ARAIN M.A.; ARIF M.; ABD EL-HACK M.E.; ALAGAWANY M.; SUN C. **Quercetin: Nutritional and beneficial effects in poultry.** *Worlds Poult. Sci. J.* 73, 355–364. 2017.

SAFWAT, A. M.; SARMIENTO-FRANCO, L.; SANTOS-RICALDE, R. H.; NIEVES, D. **Determination of tropical forage preferences using two offering methods in rabbits.** *Asian- Australian Journal of Animal Science*, 27, 524-529. 2014.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Editor FUNEP, Jaboticabal. 2016.

SALEH, A. A.; EL-AWADY, A.; AMBER, K.; EID, Y. Z.; ALZAWQARI, M. H.; SELIM, S.; SOLIMAN, M. M.; SHUKRY, M. **Efeitos da suplementação de farinha de girassol como fonte complementar de proteína na dieta de galinhas poedeiras no desempenho produtivo, qualidade do ovo e nutrientes.** *Digestibilidade. Sustentabilidade* . 2021.

SANCHES, R. M. **El achiote.** *Agricultura Tropical*, v.21, n.4, p.224-227, 1965.

SANDESKI, L. M. **Otimização da pigmentação da gema do ovo.** [Dissertação]. Araçatuba (SP): Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba; 2013.

SASTRY, M. S.; SINGH, R. **Toxic effects of subabul (*Leucaena leucocephala*) on the thyroid and reproduction of female goats.** *Indian J. Anim. Sci.* 78: 251-253. 2008.

SATYANARAYANA, A.; RAO, P. G. P.; RAO, D. G. **Chemistry, processing and toxicology of annatto (*Bixa orellana* L.).** *J Food Sci Technol*, v. 40, n. 2, p. 131-141, 2003.

SEKHAR M.R.; REDDY P.S.; REDDY P.V.V.; VENKATARAMAIAH A.; RAO D.S. **UTILIZAÇÃO da farinha de folhas de Subabul (*Leucaena teucocephala*) em rações de poedeiras.** *Indian Journal of Animal Nutrition* , v. 15, n. 3, pág. 194-197, 1998.

SHAHSAVARI, K. **Influência de diferentes fontes de pigmentação natural na qualidade de ovos e desempenho de poedeiras.** *Jordan Journal of Agricultural Sciences* , v. 10, n. 4, 2014.

SHARMIN, F.; SARKER, M. S. K.; SARKER, N. R.; FARUQUE, S. **Efeito da dieta de Moringa oleifera na qualidade de ovos de poedeiras nativas, colesterol e perfil de ácidos**

**graxos.** Revista Italiana de Ciência Animal , v. 20, n. 1, pág. 1544-1553, 2021.

SHELTON, H. M.; BREWBAKER, J. L. **Leucaena leucocephala - a leguminosa arbórea forrageira mais utilizada.** Leguminosas arbóreas forrageiras na agricultura tropical. (Eds. RC Gutteridge e HM Shelton). CAB Internacional. Wallingford, Reino Unido , v. 15, 1994.

SILVA, M. G.; CARVALHO, P. R.; TAVARE, P. E. ROCHA et al. **Potential of annatto in agroindustries and animal feed: fragrance, flavor, taste and color of bixa orellana L. Derivatives.** Journal of Applied Sciences Research, v. 5, n.12, p 2482-2488, 2009.

SINGH, B. N.; SINGH, B. R.; SINGH, R. L.; PRAKASH, D.; DHAKAREY, R.; UPADHYAY, G.; SINGH, H. B. **Atividade protetora de dano oxidativo ao DNA, potencial antioxidante e antiquorum sensing de Moringa oleifera.** Toxicologia alimentar e química , v. 47, n. 6, pág. 1109-1116, 2009.

SOUSA, T. O.; SILVA, R. A. C.; CASTRO, L.M.; ANDRADE, T. J. A. S. R. **Caracterização fitoquímica das folhas de Moringa oleifera Lam.** IV Congresso De Pesquisa E Inovação Da Rede Norte E Nordeste De Educação Tecnológica. Belém. 2009.

SPADA, F. P.; BRAZACA, S. G. C.; COELHO, A. D.; SAVINO, V. J. M.; FRANÇA, L. C.; CORRER, E.; LEMES, D. E. A. **Adição de carotenóides naturais e artificiais na alimentação de galinhas poedeiras: efeitos na qualidade de ovos frescos e armazenados.** Ciência Rural, v.42, n.2, fev, 2012.

SPASEVSKI, N.; ČOLOVIĆ, D.; RAKITA, S.; IKONIĆ, P.; ĐURAGIĆ, O.; BANJAC, V.; VUKMIROVIĆ, D. **Composição de ácidos graxos e teor de  $\beta$ -caroteno em gema de ovo de poedeiras alimentadas com linhaça, páprica e calêndula.** Agricultura Contemporânea , v. 65, n. 1-2, pág. 15-22, 2016.

SPASEVSKI, N.; PUVAČA, N.; PEZO, L.; TASIĆ, T.; VUKMIROVIĆ, D.; BANJAC, V.; DŽINIĆ, N. **Otimização da cor da gema de ovo com corantes naturais.** European Poultry Science , v. 82, 2018.

SREELATHA, S.; PADMA, P. R **Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais de folhas de Moringa oleifera em dois estádios de maturação.** Alimentos vegetais para nutrição humana , v. 64, n. 4, pág. 303-311, 2009.

TESFAYE, E. B.; ANIMUT, G. M.; URGE, M. L.; DESSIE, T. A. **Chips de raiz de mandioca e farinha de folhas de Moringa oleifera como ingredientes alternativos na ração de poedeiras.** Journal of Applied Poultry Research, 23(4), 614-624. 2014.

TULI, H. S.; CHAUDHARY, P.; BENIWAL, V.; SHARMA, A. K.; **Pigmentos microbianos como fontes naturais de cor: tendências atuais e perspectivas futuras.** Revista de ciência e tecnologia de alimentos , v. 52, n. 8, pág. 4669-4678, 2015.

VALDIVIÉ, M.; MESA, O.; RODRÍGUEZ, B. **Use of diets with Moringa oleifera (stems + leaves) meals in laying hens.** Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 50, núm. 3, pp. 445-454 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. 2016.

VALENTIM J. K.; BITTENCOURT T. M.; LIMA H. J. D.; MORALECO D. D.; TOSSUÊ

F. J. M.; SILVA N. E. M.; SILVA L. G. **Pigmentantes vegetais e sintéticos em dietas de galinhas poedeiras negras.** Boletim de Indústria Animal, v. 76, p. 1-9, 2019.

VERMA, A. R.; VIJAYAKUMAR, M.; MATHELA, C. S.; RAO, C. V. **Propriedades antioxidantes in vitro e in vivo de diferentes frações de folhas de Moringa oleifera.** Food and Chemical Toxicology , v. 47, n. 9, pág. 2196-2201, 2009.

WOOD, J. F.; CARTER, P. M.; SAVORY, R. **Investigations into the effects of processing on the retention of the carotenoid fractions of Leucaena leucocephala during storage, and the effects of processing on mimosine concentration.** Animal Feed Science and Technology, v. 9, n. 4, p. 307-317, 1983.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Sixty-first Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.** Geneva: Joint Fao/Who Expert Committee On Food Additives, 2004.

XU, Y.; TAO, Z.; JIN, Y.; YUAN, Y.; DONG, T. T.; TSIM, K. W.; ZHOU, Z. **Flavonoids, a potential new insight of leucaena leucocephala foliage in ruminant health.** Journal of agricultural and food chemistry, v. 66, n. 29, p. 7616-7626, 2018.

YAMÉOGO, C. W.; BENGALY, M.D.; SAVADOGO, A.; NIKIEMA, P. A.; TRAORE, A. S. **Determinação da composição química e valores nutricionais de folhas de Moringa oleifera.** Jornal de nutrição do Paquistão, v. 10, n. 3, pág. 264-268, 2011.

ZIGGERS D. **Astaxantina: Un corante y ademas saludable.** Avicultura Professional, 2000, 20(8): 12-13. Saúde e produção animal tropical , v. 44, n. 5, pág. 1035-1040, 2012.