MARIANA LLAQUE CUADROS

**UTILIZAÇÃO DE PIGMENTANTE NATURAL E EXTRATO VEGETAL
NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS**

Pirassununga

2019

MARIANA LLAQUE CUADROS

Utilização de pigmentante natural e extrato vegetal na dieta de poedeiras comerciais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo

De acordo: _____

Orientador

Pirassununga
2019

Obs: A versão original encontra-se disponível na Biblioteca da FMVZ/USP

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3768
FMVZ

Cuadros, Mariana Llaque
Utilização de pigmentante natural e extrato vegetal na dieta de poedeiras comerciais /
Mariana Llaque Cuadros. – 2019.
65 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2019.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo.

1. Aditivo fitogênico. 2. Estocagem. 3. Pigmentante natural. 4. Qualidade do ovo. I.
Título.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Utilização de pigmentante natural e extrato vegetal na dieta de poedeiras comerciais", protocolada sob o CEUA nº 5889040618 (ID 005473), sob a responsabilidade de **Lúcio Francellino Araújo e equipe; Mariana Llaque Cuadros** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 19/09/2018.

We certify that the proposal "Use of natural pigment and vegetable extract in the diet of commercial laying hens", utilizing 440 Birds (440 females), protocol number CEUA 5889040618 (ID 005473), under the responsibility of **Lúcio Francellino Araújo and team; Mariana Llaque Cuadros** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 09/19/2018.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **10/2017** a **07/2018**

Área: **Nutrição E Produção Animal**

Origem: **Animais provenientes de estabelecimentos comerciais**

Espécie: **Aves**

sexo: **Fêmeas**

idade: **34 a 80 semanas** N: **440**

Linhagem: **Bovans**

Peso: **1 a 2 kg**

Local do experimento: O experimento será conduzido no Laboratório de Pesquisa em Aves do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Pirassununga-SP.

São Paulo, 05 de novembro de 2018

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: CUADROS, M. L.

Título: Utilização de pigmentante natural e extrato vegetal na dieta de poedeiras comerciais

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Nutrição e Produção
Animal da Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____
Assinatura: _____

Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Assinatura: _____

Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. Dr. _____
Assinatura: _____

Instituição: _____
Julgamento: _____

“Dedico este trabalho a Deus, a minha mãe Mónica (in memoriam) por ter sido a mãe mais maravilhosa, você é meu anjo e não tem um dia que eu não pense em você, e a meu pai Ricardo que foi tanto tempo pai e mãe ao mesmo tempo, eu sei que não foi fácil para você e por isso e muitas outras coisas eu te amo mais do que tudo nessa vida, a pessoa que eu sou hoje é reflexo de teus ensinamentos, o amor que eu sinto pelos animais é por você, só quero agradecer à vida por ter me dado um pai tão maravilhoso, tomara que algum dia eu possa ser pelo menos a metade da pessoa incrível que você é, papi tu eres único en el mundo”.

“A meus irmãos Ricardo e Ignacio, sem eles na minha vida eu não seria a pessoa que eu sou hoje (sou um pouco de cada um de vocês só que em versão feminina) e não estaria aqui cumprindo esse sonho, vocês me ensinaram a ser forte, paciente e eu sei que posso contar com vocês sempre, a família sempre vai primeiro”.

“A minha sobrinha favorita, Alessandra Mónica Llaque Hidalgo, quando você nasceu me ensinastes que meu coração não é tão grande para demonstrar todo o amor que eu sinto por você, sempre vou estar a teu lado”.

“A minhas avós Gaby e Isabel (Kiki) (In memoriam) porque não conheci pessoas tão doces como vocês, são meus anjos da guarda, a minhas tias e tios, Carmen, Úrsula, Roberto, Adolfo, Anita, Maria Isabel (in memoriam), Carmencita, Maria Jesús, Fico, Iván (in memoriam)”.

“A Hugo, meu namorado, sem você eu não houvesse contado com a força necessária para terminar essa meta, obrigada amor por ter ficado do meu lado em todo momento.”

AGRADECIMENTOS

Aos professores Lúcio e Cristiane pelo apoio brindado todo esse tempo, por ter me aceitado na sua equipe de trabalho, por ter me orientado, pela paciência e pela confiança nessa caminhada, muito obrigada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

À empresa Prophytus, pela oportunidade de ter conduzido os experimentos, obrigada pela confiança.

A todos os funcionários do Departamento de Produção e Nutrição Animal (VNP) e em especial a todos os funcionários do aviário e da fábrica de ração Sr. Pedro, Edinho, China, Diego, Paulo, Pedro, Claudio, Rosa e Claudinho pela ajuda e pela amizade.

Ao grupo Piraves pela parceria e amizade, sem cada um de vocês eu não teria conseguido, obrigada a Sara, Yasmin, Fabricia, Brunna, Mylena, Paulo, Carlos, José, Rafael e aos estagiários Paty, Caio, Henrique, Laura, Monica, Naty e Vinicius.

A minhas irmãs da República das Latinas Naty, Kary, Bruna, Carol, Mel por ter sido minha família no Brasil, morar com cada uma de vocês foi uma experiência única e inolvidável que sempre levarei comigo no meu coração.

A minhas lindas 440 poedeiras que formaram parte desse experimento, obrigada por ter sido tão boazinhas e dóceis comigo.

Por todas as amigas que eu fiz por enquanto morei nesse lindo país, obrigada todos e muito obrigada ao Brasil que sempre será meu segundo lar.

RESUMO

CUADROS, M. L. **Utilização de pigmentante natural e extrato vegetal na dieta de poedeiras comerciais.** [Use of natural pigment and vegetal extract in the diet of commercial laying hens]. 2019. 65 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

O objetivo desse estudo foi avaliar os diferentes níveis de adição de um pigmentante natural composto pelo extrato oleoso de urucum (*Bixa orellana* L.) e oleoresina de páprica (*Capsicum annum*) e o uso de um aditivo fitogênico a base de óleo de caju, óleo de mamona e óleo de copaíba, sobre o desempenho produtivo, qualidade do ovo, e o efeito na estocagem, em poedeiras de 34 a 80 semanas de idade. No primeiro estudo onde se avaliou o pigmentante natural foram utilizadas 440 poedeiras da linhagem *Bovans White*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com onze repetições de oito aves por cada unidade experimental, com duas aves per gaiola e alimento e água a vontade. Os tratamentos consistiram em uma ração controle (0 % - T1) e quatro com adição do pigmentante natural (0.015% - T2; 0.03% - T3; 0.045% - T4 e 0.06% - T5) por tonelada. O período experimental foi das 34^a até a 46^a semanas de idade das aves, totalizando três ciclos de 28 dias cada. A inclusão de 0.06 % do pigmentante na ração foi a que teve melhor resposta para a pigmentação da gema dos ovos, porém observou se um efeito menor ao esperado. No segundo estudo com o aditivo fitogênico a base de óleos funcionais foram utilizadas 288 poedeiras da linhagem *Bovans White*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições de oito aves por cada unidade experimental, com duas aves per gaiola e alimento e água a vontade. Os tratamentos consistiram em uma ração controle (0 % - T1) e duas com adição do aditivo fitogênico (0.015% - T2; 0.03% - T3/ton), o período experimental foi das 64^a até a 80^a semanas de idade das aves, totalizando quatro ciclos de 28 dias cada. Com a inclusão de 0.015 % e 0.03 % do aditivo fitogênico na ração se teve um efeito significativo favorável para as características de peso dos ovos, conversão alimentar por massa de ovos e altura de albúmen, sem alteração de outras características, o tratamento três com 0.03 % do aditivo foi a de melhor resposta no experimento.

Palavras-chave: aditivo fitogênico, estocagem, pigmentante natural, qualidade do ovo.

ABSTRACT

CUADROS, M. L. **Utilização de pigmentante natural e extrato vegetal na dieta de poedeiras comerciais.** [Use of natural pigment and vegetal extract in the diet of commercial laying hens]. 2019. 65 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

The objective of this study was to evaluate the different levels of addition of a natural pigment composed of the oil extract of annatto (*Bixa orellana* L.) and oleoresin of paprika (*Capsicum annum*) and the use of a phytogenic additive based on cashew oil, castor oil and copaiba oil, on yield performance, egg quality, and the effect on storage in laying hens from 34 to 80 weeks of age. In the first study where the natural pigment was evaluated, 440 hens of the Bovans White lineage were used, in a completely randomized design, with eleven replicates of eight birds per experimental unit, with two birds per cage and food and water at will. The treatments consisted of a control diet (0% - T1) and four with addition of the natural pigment (0.015% - T2, 0.03% - T3, 0.045% - T4 and 0.06% - T5) per ton. The experimental period was from the 34th to the 46th weeks of age of the birds, totaling three cycles of 28 days each. The inclusion of 0.06% of the pigment in the feed was the one that had the best response to egg yolk pigmentation, however a lower effect than expected was observed. In the second study with the phytogenic additive based on functional oils were used 288 laying hens of the Bovans White lineage, distributed in a completely randomized design, with 12 replicates of eight birds per experimental unit, with two birds per cage and food and water at will. The treatments consisted of a control diet (0% - T1) and two with addition of the phytogenic additive (0.015% - T2, 0.03% - T3 / ton); the experimental period was from 64th to the 80th weeks of age, totaling four cycles of 28 days each. With the inclusion of 0.015% and 0.03% of the phytogenic additive in the feed, it had a significant favorable effect on egg weight, feed conversion ratio by egg mass and albumen height, without alteration of other characteristics, treatment three with 0.03 % of the additive was in which a better response was observed in the experiment.

Key words: egg quality, natural pigment, phytogenic additive, storage.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição percentual de ingredientes e nutrientes da ração basal fornecida entre a 34^a até a 46^a semanas de idade das aves 43
- Tabela 2.** Parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de pigmentante natural sobre as características de produção de ovos (PO), massa do ovo (MO), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia (CA/dúzia) e conversão alimentar por massa de ovo (CA/MO) 45
- Tabela 3.** Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com pigmentante natural a base de urucum e páprica sobre as características de peso (P); resistência da casca (RC, kgf) e espessura da casca (EC, mm); altura de albúmen (AA, mm); unidade Haugh (UH); coloração da gema (CG); coloração da gema de ovos estocados (CGE) 47
- Tabela 4.** Composição percentual de ingredientes e nutrientes da ração basal fornecida entre a 64^a até a 80^a semanas de idade das aves 57
- Tabela 5.** Contraste dos parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de aditivo fitogênico sobre as características de produção de ovos (PO), consumo de ração (CR), massa do ovo (MO), conversão alimentar por dúzia (CA/dúzia) e conversão alimentar por massa de ovo (CA/MO) 61
- Tabela 6.** Qualidade de ovos frescos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) 61
- Tabela 7.** Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 7 dias a temperatura ambiente 62
- Tabela 8.** Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P);

coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 7 dias em refrigeração 62

Tabela 9. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 14 dias a temperatura ambiente 63

Tabela 10. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 14 dias em refrigeração 63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão externa do galpão experimental da FMVZ	41
Figura 2 – Visão interna do galpão experimental da FMVZ	42
Figura 3 – Aparelho Digital Egg Tester	44
Figura 4 – Visão interna do galpão experimental da FMVZ	56
Figura 5 – Procedimento de coleta e pesagem dos ovos por tratamento e repetição.	59

Sumário

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
1.1 Introdução	13
1.2 Revisão bibliográfica.....	14
1.2.1 Qualidade nutricional do ovo	14
1.2.2 Importância da cor	15
1.2.3 Páprica	17
1.2.4 Urucum.....	18
1.2.5 Aditivos fitogênicos.....	20
1.2.6 Óleos essenciais e óleos funcionais	22
1.2.7 Caju	24
1.2.8 Mamona	25
1.2.9 Copaíba.....	27
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	29
CAPÍTULO II – UTILIZAÇÃO DE PIGMENTANTE NATURAL A BASE DE URUCUM E PÁPRICA NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS.....	37
2.1 Introdução	39
2.2 Material e métodos	40
2.3 Resultados e discussão.....	45
2.4 Conclusão	49
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	50
CAPÍTULO III – UTILIZAÇÃO DE EXTRATO VEGETAL A BASE DE ÓLEOS FUNCIONAIS NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS	52
3.1 Introdução	54
3.2 Materiais e métodos	55
3.3 Resultados e discussão.....	60
3.4 Conclusão	64
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	65

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

O Brasil acumula aproximadamente 3% da produção mundial de ovos, sendo o sétimo no ranking de acordo com a “International Egg Commission; 2011 FAO” com 1.364.256 toneladas de ovos. O relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) mostra que em 2017 foram produzidos 39,9 bilhões de unidades de ovos, e desses, 99,74 % está destinado ao mercado interno com um consumo per capita de 192 unidades/ano/habitante e somente 0,26 % destina-se às exportações.

O ovo é um alimento que possui qualidades altamente nutritivas, é considerado um alimento completo, rico em vitaminas, minerais e aminoácidos (ENGLERT, 1998). Vale ressaltar que as aves só conseguem desempenhar todo seu potencial produtivo por meio de um fator muito importante que é a alimentação a qual representa certa de 75% do custo de produção (TADELLE et al., 2002). Além disso, vários fatores devem ser levados em consideração como, a qualidade da ração, a quantidade que deve ser fornecida e os custos, pois destes depende a eficiência alimentar das aves. A dieta de aves de produção é constituída principalmente por dois alimentos que são considerados convencionais, o milho e a soja, além desses pode-se buscar fontes minerais e vitamínicas como a, farinha de osso, calcário etc. (MATTHEWS; SUMNER, 2015).

O consumidor de produtos de origem animal está cada vez mais preocupado com os aditivos utilizados na nutrição animal. Após a adoção do chamado princípio de precaução pela União Europeia, banindo a utilização de antibióticos como promotores de crescimento, essa prática tornou-se uma tendência global e irreversível. Por isso, em países onde ocorreu a restrição dos promotores de crescimento, houve incremento na incidência de doenças, principalmente entéricas, tais como enterite necrótica e coccidiose. Em consequência pelo menor controle de patógenos, pode aumentar o risco de infecções de origem alimentar em humanos como Salmonella, Campylobacter e E. Coli (SALEHA et al., 2009).

Os óleos funcionais têm sido definidos como aqueles óleos que possuem atividades além do seu conteúdo energético, as quais vão depender do tipo de óleo, podendo ter atividade antioxidante, antimicrobiana ou anti-inflamatória. O óleo de

mamona e o líquido da casca de castanha do caju são considerados óleos funcionais devido a sua ação antimicrobiana (NOVAK; CLARK; ROUGE, 1961)(KUBO; NIHEI; TSUJIMOTO, 2003), além disso, o óleo de mamona também tem função anti-inflamatória (VIEIRA et al., 2001); a mistura de ambos tem função sinérgica e já tem sido comprovada a sua eficiência melhorando o desempenho de frangos por sua atuação na microbiota e no sistema imune dos animais. Também são ingredientes naturais, os quais a população está tendo preferência.

Por outro lado, a cor é um dos fatores que mais influencia na decisão do consumidor ao momento de adquirir um produto, e a população tem mudado sua preferência pelo uso de antibióticos ao uso de aditivos naturais, geralmente esta característica é muito associada com a qualidade dos alimentos, é por isso que para o caso do ovo terão preferência por cores fortes e brilhantes, assumindo que possuem maior valor nutricional.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição na ração de poedeiras um pigmentante natural composto pelo extrato oleoso de urucum e oleoresina de páprica, e avaliar o uso de um aditivo fitogênico a base de óleos funcionais (óleo de caju, mamona e copaíba), sobre o desempenho produtivo, qualidade interna e externa dos ovos, pigmentação da gema, o efeito na estocagem e a vida de prateleira de ovos de poedeiras comerciais.

1.2 Revisão bibliográfica

1.2.1 Qualidade nutricional do ovo

Entre todos os alimentos de origem animal disponíveis no mercado, o ovo é um dos mais completos nutricionalmente, é de fácil acesso e sua inclusão na dieta de pessoas de qualquer faixa etária é extremamente importante. É uma fonte proteica de alta qualidade devido a sua alta digestibilidade, sendo que cada ovo tem 13 nutrientes essenciais necessários para o bom funcionamento do organismo, dentro desses temos proteínas de alto valor biológico (aminoácidos essenciais), ácido fólico, colina, ferro, fósforo, zinco entre outros. O conteúdo nutritivo médio de um ovo grande com 50 gramas é 75 calorias dos quais 80 % estão na gema, seis gramas de proteína, 4,5 gramas de gordura e somente um terço é gordura saturada, não contém gordura trans (COUTTS; WILSON, 2007).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) considera há muito tempo a proteína do ovo como uma proteína ideal. Além disso, é um alimento com baixo valor calórico, e rico em nutrientes como colina, riboflavina, folato, selênio e vitaminas A e B12. São uma das poucas fontes exógenas de vitaminas K e D, e a matriz da gema serve para melhorar a biodisponibilidade de nutrientes, como a luteína e zeaxantina (HERRON; FERNANDEZ, 2004), que são carotenoides que se acumulam na região macular da retina com a função de proteger a mácula e a retina da ação oxidante da luz, também podem reduzir o risco de catarata e a degeneração da mácula causada pela idade. Um estudo demonstrou que consumindo 1,3 unidades de gema de ovo por dia durante 4 a 5 semanas, aumentou as concentrações de luteína no plasma de 28 para 50 % e de zeaxantina de 114 para 142 % (HANDELMAN et al., 1999) (LANDRUM; BONE, 2001).

Os ovos também são uma excelente fonte de colina com um conteúdo aproximado de 300 mg de colina/ovo sobre a forma de fosfatidilcolina (ZEISEL, 2000), também foram realizados estudos para se determinar os efeitos da fosfatidilcolina na absorção do colesterol, concluindo-se que a absorção intestinal do colesterol do ovo era reduzida pela presença da fosfatidilcolina na gema (JIANG et al., 2001).

1.2.2 Importância da cor

Graças aos carotenóides e a alguns extratos de corantes alimentares de fontes naturais como a páprica e o urucum, uma grande variedade de alimentos, como a gema dos ovos e o frango, podem adquirir sua cor. A natureza produz por ano aproximadamente 100 milhões de toneladas de pigmentos carotenóides (BAUERNFEIND, 1972). A cor da gema dos ovos pode depender da presença de carotenóides na dieta das aves, quanto maior o consumo desses alimentos, maior será sua deposição na gema e na intensidade da coloração (HENCKEN, 1989).

Além de serem utilizados como pigmentantes, os carotenoides possuem importantes propriedades biológicas como funções antioxidantes e também como eliminadores de radicais livres reduzindo assim o risco de câncer (MAOKA et al., 2001).

Alguns dos fatores de qualidade do ovo que são importantes para os consumidores são segurança alimentar, frescor, valor nutricional e características

sensoriais, entre alguns exemplos temos características tangíveis como resistência da casca, consistência do albúmen e cor da gema. A cor é um critério importante na aceitação ou rejeição de um produto pelo consumidor, é também um parâmetro que se utiliza a fim de julgar a qualidade dos ovos. Estudos realizados na Europa para determinar as preferências do consumidor em relação às características sensoriais de ovos de granja revelaram uma maior preferência às gemas com uma coloração mais acentuada, já que intuitivamente eles associam a cor a um maior valor nutritivo do produto (COUTTS; WILSON, 2007).

Uma das características organolépticas mais importantes na avaliação da qualidade dos ovos é a pigmentação da gema (HERNANDEZ, 2001). Em outras pesquisas, os consumidores têm preferência pelas gemas amarelo-alaranjada e também pela pele pigmentada dos frangos (MARINO E BISCARO; CANNIATTI-BRAZACA, 2006), por associarem a cor das gemas com o valor nutricional do ovo e o estado de saúde das aves (GARCIA et al., 2002)(SILVA; ALBINO; GODÓI, 2000) e a coloração da carne de frango a produtos frescos e de qualidade (BARBUT, 2009).

Desse modo, associar o estado de saúde do animal com a pigmentação da gema é muito comum, e define se o consumidor irá ou não adquirir o produto. É importante saber como ocorre a pigmentação, ela é resultado da deposição de xantofilas na gema do ovo, os quais são carotenoides que podem ser naturais como por exemplo o milho, o pimentão vermelho, o urucum, como também podem ser utilizados carotenoides sintéticos, como por exemplo o etil éster beta apo-8caroteno (pigmento amarelo), cantaxantina 10 % (pigmento vermelho) (GARCIA et al., 2002). No caso das aves, para metabolizar os pigmentos como os carotenoides que podem estar presentes nos alimentos se dá através da absorção à luz do lúmen intestinal, e serão transportados junto com os lipídeos para depois entrar nas células através das lipoproteínas da membrana celular, permitindo a sua acumulação na célula de diferentes tecidos, sendo o caso da gema do ovo (FAEHNRIK et al., 2015).

Devido às exigências de mercado, e à crescente preocupação pela qualidade dos alimentos, as restrições do consumidor e a legislação de países que proíbem a adição de corantes sintéticos para rações de animais e para os alimentos humanos, a escolha pelos pigmentantes naturais é cada vez maior na indústria alimentar, como por exemplo, para potencializar a cor das gemas dos ovos. Dentro dos pigmentantes naturais mais utilizados temos: urucum, açafrão, páprica (MOURA et al., 2011). Na Itália, por exemplo, o pigmento bixina que é extraído do urucum era

muito utilizado nas rações de poedeiras para a coloração da gema do ovo porque o uso de pigmentantes artificiais nos alimentos foi proibido (DAMASCENO, 1988).

1.2.3 Páprica

A páprica, considerado um pigmento natural é um pó de coloração vermelha que é obtido após o processo de moagem do pimentão (*Capsicum annuum*), o pimentão é uma espécie doméstica do gênero vegetal *Capsicum* que pertence à família Solanaceae, é originária do novo mundo, nativa do sul da América do Norte e do norte da América do Sul. Dentro das cinco espécies do pimentão, a *Capsicum annuum* L. tem sido a mais difundida graças a suas propriedades de pigmentação (FÁRI, 1986)(GRUBBEN; DENTON, 2004).

É um dos pigmentantes mais antigos e amplamente utilizados por causa de seu alto conteúdo de carotenoides (REEVES, 1987). Dentro das xantofilas presentes na páprica temos as capsantinas, capsorubina, capsoluteína, zeaxantina, violaxantina, beta-caroteno e beta-criptoxantina, dentre estes o capsantim e capsorubim são os responsáveis pela coloração vermelha (TOPUZ; OZDEMIR, 2003)

Por outro lado, a oleoresina de páprica, é um aditivo natural obtido do pimentão vermelho (dos frutos de *Capsicum annum linn*), mas na forma seca, é um extrato solúvel em óleo que é usado principalmente como pigmentante, flavorizante e/ou aromatizante em produtos alimentares devido ao conteúdo de pigmentos carotenóides, principalmente capsantina e capsorubina (ABEROUMAND, 2011). A produção mundial de páprica da União Europeia variou entre 48 e 108 mil toneladas métricas por ano entre 2002 e 2011 (KÓNYA et al., 2016).

A oleoresina de páprica é a base de carotenóides, sua utilização como pigmentante é problema sério para os produtores e consumidores, já que os produtos perdem a cor com um período de armazenamento muito curto, pois são susceptíveis a oxidação e é por isso que devemos protegê-la dos fatores que podem contribuir para a ocorrência deste processo, como por exemplo, o oxigênio, luz e umidade (MORAIS et al., 2002). Embora tenha sido demonstrado que quando existe uma mudança radical na cor do produto há rejeição por parte do consumidor final (BIACS et al., 1993).

O processamento do pimentão para transformá-lo em páprica consiste de duas etapas principais, secagem e moagem. A moagem seria o processo mais destrutivo levando a uma perda de 42,7 a 55,2 % do conteúdo total dos carotenóides e em relação à vitamina A pode levar a uma perda de 65,2 a 81,4 %. A secagem seria menos destrutiva, mas os efeitos finais que afetam os carotenóides da páprica dependem de muitos fatores condicionais, como por exemplo, a maturidade, a variedade e diversidade genética do pimentão vermelho (MÍNGUEZ-MOSQUERA; HORNERO-MÉNDEZ, 1997).

Os pigmentos carotenóides podem ser bastante estáveis no seu meio natural, o problema é quando passam por processos, como quando são extraídos com óleo ou solventes orgânicos ou passam por processos de aquecimento, lembrando que o calor aumenta a taxa das reações termo-oxidativas que justamente são efetivas para a degradação térmica de carotenóides. Também durante o armazenamento e processamento pode haver variação na estabilidade do produto final (MÍNGUEZ-MOSQUERA; HORNERO-MÉNDEZ, 1994)

Como a páprica é um produto que sofre variações quanto à qualidade, estão sendo realizados vários estudos para sua melhoria e dentro das tecnologias que temos agora, a principal é a microencapsulação, que tem como função prevenir ou diminuir a oxidação dos carotenoides que podem estar presentes na oleoresina e mais uma vantagem é que possibilita a dispersão do pó na água (MATIOLI; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

1.2.4 Urucum

O urucum é uma planta que pertence à família *Bixaceae* que se produz em Brasil e é nativo da América Tropical, tem seu cultivo em diversas regiões principalmente no Brasil, Perú e Quênia. Estudos com poedeiras já demonstraram a possibilidade do urucum ser usado como forma de farinha para melhorar a pigmentação da gema dos ovos (SILVA; ALBINO; GODÓI, 2000) (RUSSOMANNO; KRUPPA; FABRI, 2012). Sendo conhecido há muito tempo como pigmento, foi utilizado pelos índios sul-americanos na coloração de seus corpos, artesanatos e instrumentos de caça, pesca e como repelente de insetos (LORENZI; MATTOS, 2002).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de grãos de urucum, aproximadamente 70 % dos grãos produzidos estão destinados ao processamento do colorau, 20 % são usados na área de produção do corante e 10 % são exportados (BATISTA, 1994). Do urucum são fabricados os corantes naturais mais utilizados na indústria e é importante falar que os produtos do urucum representam 70 % aproximadamente de todos os corantes naturais e 50 % de todos os ingredientes naturais que tem função corante nos alimentos. A partir dele são produzidos corantes hidrossolúveis a base de norbixina e corantes lipossolúveis a base de bixina (GHIRALDINI, 1994).

O extrato de urucum é um produto obtido pela remoção dos pigmentos da semente de urucum diluídos em solução oleosa que pode conter vários tipos de pigmentos, mas a bixina é o principal. Nas sementes encontra-se carotenóides expressados como provitamina A (1000 – 2000 U.I./grama de semente seca), os principais são bixina, betabixina, metilbixina, norbixina, orelina, zeaxantina, β -caroteno, luteína e criptoxantina (DAMASCENO, 1988).

Das sementes do urucum podem-se obter corantes com grande variação de tons, que podem variar desde o amarelo-laranja até o vermelho, sendo um dos corantes naturais mais utilizados pelas indústrias de alimentos mundialmente (COSTA; CHAVES, 2005). Sendo América Latina o principal produtor mundial de urucum, produzem anualmente aproximadamente 17 mil toneladas, das quais 12 mil são originárias do Brasil (GARCIA et al., 2012).

O urucum possui as sementes ricas em bixina e norbixina, que podem ter uma relação variável de acordo com a forma de cultivar. A bixina é a parcela majoritária que encontramos, é atóxica e pode ser extraída da semente e utilizada em muitos produtos tanto como para a alimentação humana como animal. Por outro lado, a norbixina é encontrada em menores quantidades nas sementes (GARCIA et al., 2015).

Os compostos de urucum podem sofrer alterações que afetam os teores de bixina, essas alterações são provocadas pelo calor, luz e oxidação, também podem ser suscetíveis a determinados solventes, então uma vez que isolamos a bixina da semente torna-se muito vulnerável à degradação (FRANCO et al., 2013).

Também tem se realizado estudos com o urucum onde se conclui que as linhagens diferem na capacidade de pigmentar a gema, sendo que as poedeiras semi-pesadas são mais eficientes (SILVA; ALBINO; GODÓI, 2000).

1.2.5 Aditivos fitogênicos

Os aditivos fitogênicos são compostos derivados de plantas que são adicionados à dieta dos animais, visando melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos destes animais; esta classe de aditivos tem ganhado maior interesse recentemente devido à proibição do uso da maioria de antibióticos utilizados como promotores de crescimento pela preocupação de ocasionar resistência (WINDISCH et al., 2008). Quando são incluídos à dieta dos animais podem incrementar a produtividade, melhorar a qualidade da ração e melhorar a qualidade dos alimentos derivados desses animais (MARCINČÁK et al., 2011), além disso, podem proporcionar o aumento das secreções digestivas, atividades antioxidantes e a eubiose que seria o equilíbrio da flora saudável do trato gastrointestinal (GONZÁLES, 2008). O fator mais importante que contribuiu para o surgimento desse interesse no uso de plantas na produção animal é o rigor das legislações em torno dos aditivos convencionais, como os antibióticos, anticoccidianos e anti-helmínticos (GREATHEAD, 2003).

São um tipo de aditivos relativamente novos para a ração, e o conhecimento que temos ainda é bastante limitado em relação aos modos de ação e aspectos da sua aplicação. As complicações surgem porque os aditivos fitogênicos podem variar muito em relação a sua origem botânica, processamento e composição. A maioria dos estudos investiga as misturas de vários compostos ativos para relatar os efeitos no desempenho produtivo (WINDISCH et al., 2008).

Apesar de que esta definição seja por a finalidade do uso, outros termos são empregados para classificar a grande variedade de compostos fitogênicos, principalmente referindo-se a origem ou processamento, tais como ervas, especiarias, óleos essenciais ou oleoresinas. Dentro do grupo dos aditivos fitogênicos, o teor de substâncias ativas pode variar amplamente, dependendo da parte da planta utilizada (semente, folha, raiz, casca), estação da colheita, origem geográfica e técnica de extração (WINDISCH et al., 2008).

Embora seja uma área pouco investigada, nos últimos anos tem ganhado interesse pelos produtores devido à procura de alternativas para substituir os antibióticos como promotores de crescimento, sendo considerados como uma abordagem complementar ou alternativa à medicina convencional (CRAVOTTO et al., 2010).

Os aditivos fitogênicos são empregados também nas dietas animais com o objetivo de melhorar a palatabilidade e desempenho produtivo. Porém, estudos demonstrando os efeitos da inclusão de fitogênicos sobre a palatabilidade são muito escassos, o que mais tem sido pesquisado é a sua influência sobre o consumo de ração e ganho de peso dos animais (COSTA, 2009). Apresentam também benefícios no trato digestivo principalmente, efeitos laxativos e na prevenção de flatulências, estimulação de secreções digestivas, bile e mucos (PLATEL; SRINIVASAN, 1996).

Os aditivos fitogênicos podem apresentar diferentes benefícios para os animais, entre os quais temos a modulação da microbiota intestinal controlando o crescimento de micro-organismos patogênicos por meio da sua atividade antimicrobiana, atividade antioxidante, estimulação da atividade enzimática e absorção de nutrientes, reduzindo a produção de amônia, proporcionando maior produção de muco no intestino, alterações morfológicas no epitélio intestinal e melhora da resposta imune. Ainda que os mecanismos de ação destes aditivos não tenham sido completamente elucidados, a pesquisa nessa área fornecerá o seu modo de uso em dietas para as diferentes espécies (BRUGALLI, 2003) (OETTING, 2005).

Referindo-nos aos mecanismos de ação dos aditivos fitogênicos, podemos agrupá-los em quatro categorias: sensorial, antioxidante, metabólico e antimicrobiano (BRENES; ROURA, 2010). Na parte sensorial, se dá a ativação de três mecanismos de sensores periféricos localizados na cavidade oronasal: somatossensibilidade, cheiro e gosto (DULAC, 2000). O sensor oronasal prepara o trato gastrointestinal para a recepção de alimentos desencadeando o aumento da motilidade gastrointestinal e estimulando as secreções digestivas (HIRAOKA et al., 2003). Passando ao segundo mecanismo, temos que as fontes antioxidantes de origem vegetal ou de diferentes plantas aromáticas e especiarias demonstraram a capacidade de retardar o processo de peroxidação lipídica em óleos e alimentos gordurosos, ganhando interesse pelos pesquisadores na procura de aditivos naturais como potenciais antioxidantes, devido à rejeição atual do consumidor aos aditivos alimentares sintéticos (REISCHE; LILLARD; EITENMILLER, 1998)(BRENES; ROURA, 2010). Quando nos referimos ao mecanismo metabólico, estamos falando que a inclusão dos aditivos fitogênicos no alimento das aves pode atuar benéficamente na absorção de nutrientes e sobre a digestibilidade, acrescentando a ação das enzimas digestivas (JANG et al., 2007), também se tem realizado estudos

das vias metabólicas de vários componentes usados na fitoterapia concluindo que as substâncias bioativas são absorvidas rapidamente após ser administradas via oral, pulmonar ou dérmica e por último são metabolizadas e eliminadas pelos rins ou como CO_2 , confirmando que devido a sua rápida eliminação, o depósito nos tecidos ou qualquer outro órgão é improvável (KOHLETT et al., 2000). Por último, a função antimicrobiana dos aditivos fitogênicos tem sido o alvo das pesquisas nos últimos tempos, tendo um grande número de autores que conferem sua ação antifúngica e antibacteriana (BASÍLICO; BASÍLICO, 1999). No entanto, os resultados têm sido significativos, demonstrando que os aditivos fitogênicos podem atuar sobre os microrganismos patogênicos encontrados no intestino das aves.

1.2.6 Óleos essenciais e óleos funcionais

Os óleos essenciais são óleos voláteis à base de plantas que contêm uma mistura de compostos químicos e possuem um aroma característico da planta, são misturas variáveis principalmente de terpenóides (linalol, geraniol, thujanol, borneol, mentol, citronellol, -terpineol), e uma variedade de hidrocarbonetos alifáticos de baixo peso molecular (como, fenóis como timol, carvacrol, eugenol, gaiacol e aldeídos aromáticos como cinamaldeído, cuminal e felandral) (DORMAN; DEANS, 2000).

Usualmente estes compostos são extraídos de plantas por destilação a vapor ou por extração por solventes voláteis (folhas, flores, cascas, madeiras, raízes, etc.). Os óleos essenciais são misturas complexas de muitos compostos, as composições químicas e as concentrações de compostos individuais são variáveis. Por exemplo, as concentrações de dois componentes predominantes de óleos essenciais do tomilho, timol e carvacrol têm sido relatados que podem variar desde baixo com 3% a elevada como 60% do total de óleos essenciais (LAWRENCE, 1997).

Eles serão absorvidos no intestino e seguidamente metabolizados através dos enterócitos (KOHLETT et al., 2000), depois biotransformados via fígado e excretados através da urina e a respiração (CO_2), evitando o risco de ficar acumulado nos tecidos a diferença dos antibióticos ou antimicrobianos (BHAT; CHANDRASEKHARA, 1986).

Os óleos essenciais tem um rol importante na imunidade, uma característica importante sobre as células bacterianas é sua hidrofobicidade, fazendo semelhante

sua ação aos de alguns antimicrobianos. A extremidade hidrofóbica destes, lhes permite interagir com a membrana celular das bactérias, alterando a sua permeabilidade para cátions como hidrogênio (H^+) e potássio (K^+), ao perturbar a estrutura celular dos microrganismos, ocorre extravazamento do seu conteúdo e inibição da atividade da ATPase (BURT, 2004).

Devido às novas pressões regulatórias com o uso de antibióticos, na busca de alternativas de promotores de crescimento que não interfiram com a resistência bacteriana em produtos derivados de animais, surgiu o interesse tanto pelos óleos essenciais e os funcionais que tem propriedades similares e são de origem natural.

Nos Estados Unidos de América o grupo dos óleos essenciais é reconhecido pela *Food and Drug Administration*, como substâncias seguras para uso na alimentação dos animais e seres humanos (Code of Federal Regulations, Title 21, v.6; Part 582) (JANG et al., 2007)(LEE; EVERTS; BEYNEN, 2004), e na Europa tem o seu uso em rações autorizados pela Diretiva do Conselho 70/524/EEC Cap. III, que se refere a substâncias aromáticas e apetentes (SUZUKI; FLEMMING; SILVA, 2008).

Tanto os óleos vegetais e extratos foram geralmente associados a óleos essenciais. Porém, alguns dos óleos usados como substitutos de antibióticos não podem ser classificados como óleos essenciais porque não são derivados nem de especiarias nem de essências. Em vez disso, esses óleos são referidos como óleos funcionais (MURAKAMI et al., 2009), porque têm funções além do seu valor energético. O óleo de mamona e o líquido da casca da castanha de caju (LCC) são considerados óleos funcionais porque ambos demonstraram ter atividade antimicrobiana, mas não são nem especiarias nem essências (NOVAK; CLARK; ROUGE, 1961).

Os óleos funcionais são definidos como aqueles óleos que possuem atividades além de seu conteúdo energético, as quais vão depender do tipo de óleo. Como essas substâncias tem funções, são definidas como “óleos funcionais” (MCINTOSH et al., 2003). Entre as principais atividades temos a antimicrobiana, a qual atua de forma semelhante aos ionóforos inibindo enzimas que dão resistência às bactérias quando se usam os antibióticos (SMITH-PALMER; STEWART; FYFE, 1998), antioxidante ou anti-inflamatória. Podem ser obtidos por destilação a vapor ou extração por solvente a partir de folhas, flores, caules e sementes de plantas. Classificam-se de formas muito diversas, por exemplo, se essas substâncias tiverem

o cheiro característico da planta da qual foram obtidos seriam óleos essenciais, ou se forem pigmentos orgânicos tetraterpenoides, são carotenóides. Por isso, dependendo da classificação, seja por função ou por estrutura química, existem muitos tipos de óleos funcionais. Lembrando que, todos os óleos essenciais são óleos funcionais, mas não todos os óleos funcionais são óleos essenciais (MCINTOSH et al., 2003).

1.2.7 Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical, nativa do Brasil, espalhada em quase todo o seu território, também cultivada na Índia e na África. O Brasil é o maior exportador de castanha de caju, o fruto da árvore consiste de uma casca exterior (epicarpo), um revestimento interno (endocarpo) e um líquido de casca de castanha de caju (LCC). O líquido de casca de castanha de caju é uma fonte natural única para fenóis insaturados de cadeia longa (KUMAR et al., 2002), além disso, é um importante subproduto agrícola da produção de castanha de caju, é obtido por torrefação da casca, é um líquido viscoso e escuro.

O LCC contém principalmente cardanol (3-n-pentadecilfenol, 60-65%), cardol (5-n-pentadecilresorcinol, 15-20%), material polimérico (10%) e vestígios de metilcardol (2-metil-5-n-pentadecilresorcinol). Entre esses, o ácido anacárdico possui efeitos antimicrobiano, antioxidante, antiacne, tem demonstrado funções antitumorais e muitas outras propriedades medicinais (KUBO; NIHEI; TSUJIMOTO, 2003) (CORREIA; DAVID; DAVID, 2006). Este óleo é composto principalmente de ácido anacárdico (ácido 3-n-pentadecilsalicílico), cardanol (3-n-pentadecilfenol), cardol (5-n-pentadecilresorcinol) e metilcardol (2-metil-5-n-pentadecilresorcinol).

Quando foram analisados os ácidos que possui o caju, se encontrou que os ácidos anacárdicos são os que possuem maior capacidade antioxidante (TREVISAN et al., 2006), além disso, observaram que o mesmo ácido possui propriedades similares aos ionóforos na mitocôndria dos micro-organismos tendo capacidade antimicrobiana (TOYOMIZU et al., 2000). Também, concluíram que a inclusão do farelo de castanha de caju na ração para frangos de corte, a partir de 10%, melhora o ganho de peso e a conversão alimentar (FREITAS et al., 2006).

O extrato da castanha do caju, conhecido também como líquido da casca da castanha do caju que constitui quase 25% do peso total da castanha, é extraído do

fruto da cajueira *Anacardium occidentale* e seu princípio ativo é o ácido anacárdico, cardanol e cardol os quais tem propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014). Em vista disso, ambos poderiam ser usados como promotores de crescimento tendo a vantagem que são produtos naturais e não teria se o problema de proibição pela união europeia, facilitando assim seu uso nos animais para a obtenção de produtos e subprodutos para o consumo da população.

Tem se realizado pesquisas que confirmam os benefícios da inclusão do LCC no alimento das aves, por exemplo, confirmou-se que a adição de LCC no alimento das aves reduz a concentração de *Escherichia Coli* no intestino. Embora que, os efeitos positivos observados in vitro motivam pesquisas adicionais nessa área para determinar o nível ideal de inclusão alimentar e o modo de ação desses produtos vegetais para alcançar um desempenho ideal de crescimento (LÓPEZ et al., 2012).

1.2.8 Mamona

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa que forma parte da família Euphorbiaceae, sendo originária do continente Africano, provavelmente na Etiópia. Foi trazida para o Brasil na época da colonização e encontra-se disseminada em diversas partes, no Brasil principalmente nos estados da região do Nordeste e no estado da Bahia que é o principal produtor de mamona no país (JOLY, 2002). A mamona também produz sementes ricas em óleo glicídico que é solúvel em álcool. O óleo de mamona ou rícino é obtido através do método de prensagem tanto frio como quente, ou extração por solvente (SCHNEIDER, 2003), é um óleo funcional originado do *rinicus communis*, onde seu princípio ativo é o ácido ricinoleico o qual tem demonstrado ter propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014). Composto majoritariamente (90%) de ácido ricinoleico conhecido por sua ação laxativa (VIEIRA et al., 2001). O ácido ricinoleico exerce efeito antimicrobiano desnaturando e coagulando as proteínas da parede celular bacteriana, alterando a permeabilidade da membrana citoplasmática através dos íons de hidrogênio e potássio. Ocasionalmente à deterioração dos processos principais da célula, levando à morte bacteriana (DORMAN; DEANS, 2000). Assim o óleo de mamona pode atuar como um inibidor da síntese da membrana celular.

O ácido graxo ricinoleico possui uma hidroxila (OH) que está ligada à cadeia de carbono, é um ácido graxo semelhante ao ácido oleico, sendo chamado também de ácido hidroxioleico (CONTINI, 2016). Pode funcionar e ser utilizado como um ionóforo (MAENZ; FORSYTH, 1982) e também tem se comprovado que o óleo de caju pode incrementar a atividade antimicrobiana do óleo de mamona, permitindo uma redução da dose deste para níveis não laxantes, por outro lado avaliaram essa mistura de ambos com aves desafiadas com coccidiosis e observaram que as aves que foram suplementadas antes do desafio apresentaram maior peso e melhor conversão alimentar (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014).

Pode-se considerar que a atividade antimicrobiana do óleo de mamona e do LCC diminuiu o desafio microbiano a nível intestinal, o que resultaria em melhor desempenho para as aves. Os óleos funcionais podem atuar de forma semelhante aos antibióticos usados como promotores de crescimento, que modificam a espessura da parede intestinal e alteram a estrutura física do intestino, eliminando assim, alguns tipos de bactérias. Outra vantagem dessa modificação de redução da massa intestinal pode ter um efeito poupador de nutrientes, economizando os nutrientes que serão absorvidos pelos animais (BESS et al., 2012).

Um experimento avaliou a adição de farinha de óleo de mamona na ração de codornas japonesas, apresentando resultados satisfatórios para as aves, demonstrando que pode ser inclusa na dieta sem alterar as características de desempenho e sem mostrar toxicidade para as mesmas (SANTOS et al., 2015). Também teve se um experimento que avaliou a utilização de farelo de sementes de mamona como suplemento proteico em dietas avícolas, explicando que a partir da composição nutricional da mamona, essa poderia ser uma nova opção para a alimentação reduzindo o custo de produção, sempre e quando os fatores antinutricionais que estão presentes na planta sejam analisados (DIARRA; SEIDAVI, 2018). Outro experimento teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de torta de mamona desintoxicada na dieta sobre o desempenho de frangos de corte e características de carcaça, onde essas características não foram afetadas pela inclusão de torta de mamona na dieta, concluindo que a adição de até 1,25% nas dietas não prejudica o desempenho ou as características de carcaça (FARIA FILHO et al., 2016).

1.2.9 Copaíba

A copaíba (*Copaifera* sp) ou copaibera é uma árvore de grande porte que pode atingir aos 36 metros de altura, seu nome está relacionado com a língua indígena tupi “cupa-yba” a qual significa a árvore que tem depósito, devido ao óleo que guarda no interior de seu tronco. As árvores são encontradas em todos os trópicos, o Brasil tem 16 espécies de ampla distribuição e é o maior produtor e exportador do óleo de copaíba. O óleo de copaíba é um produto do metabolismo próprio da árvore que é obtido através do tronco e têm diferentes funções, pode ser usado como antibiótico, anti-inflamatório, cicatrizante e até como combustível para iluminação. Sua extração é feita mediante furos feitos no tronco da árvore e vai se deixando escorrer o óleo (SHANLEY; MEDINA, 2005).

O óleo de copaíba tem a designação de oleoresina, pois é um exsudado que consiste de ácidos resínicos e compostos voláteis, sendo encontrado em canais secretores localizados em todas as partes da árvore (VEIGA-JUNIOR; PINTO, 2002). O óleo se acumula em cavidades formando sacos dentro do tronco da árvore, a composição química, cor, odor e viscosidade podem variar entre as espécies, é um líquido transparente e consistente, sua coloração varia de amarelo translúcido a marrom escuro, tem odor aromático, é insolúvel em água e parcialmente solúvel em álcool (DA SILVA MEDEIROS; VIEIRA, 2008).

Pela outra parte, afirmam que o óleo de copaíba contém vários constituintes químicos voláteis e resinosos, sendo dos mais importantes o β -carofileno, que seria o seu princípio ativo de ação antimicrobiana, e com isso tem se demonstrado efetivo contra bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Bacillus subtilis* (LORENZI; MATTOS, 2002). Tem pesquisas da ação antimicrobiana tanto como para bactérias gram positivas (MASSON, 2011) assim como para bactérias gram negativas (PIERI et al., 2012).

O seu uso interno possui uma grão variedade de benefícios para a saúde, dentro dos quais está como tratamento para problemas relacionados com as membranas mucosas, bronquite, asma, problemas geniturinárias como cistite, incontinência urinária e pode ser usado também como antisséptico e para problemas odontológicos pode ser usado como antibacteriano (MASSON, 2011). Um experimento demonstrou resultados benéficos, onde se comprovou que os óleos de copaíba possuem atividades anti-inflamatórias. Eles representariam assim uma

alternativa como fontes de agentes anti-inflamatórios no desenvolvimento de novas drogas (VEIGA JUNIOR et al., 2007)

AGUILAR et al. 2013 incluíram na dieta de frangos de corte diferentes níveis de óleo de copaíba, onde encontrou que ao usar níveis baixos na dieta dos animais pode ser um aditivo com o potencial de melhorar o desempenho do animal sem alterar os outros desempenhos zootécnicos. OLIVEIRA et al. 2018 também utilizou óleo de copaíba na dieta de aves de postura, concluindo que a adição do óleo pode ajudar na preservação da qualidade do albúmen dos ovos mantidos a temperatura ambiente e em refrigeração.

Outro experimento foi desenvolvido para avaliar o efeito de diferentes níveis de copaíba na dieta de galinhas de postura, tendo como resultado que o óleo de copaíba pode ser utilizado como aditivo nas dietas de poedeiras no segundo ciclo de produção. A partir do aumento dos níveis de inclusão de óleo de copaíba na ração, a porcentagem de casca e a gravidade específica melhoraram indicando uma possível relação do óleo de copaíba com o metabolismo do cálcio (HANNA et al., 2013).

REFERÊNCIAS

- ABEROUMAND, A. A Review Article on Edible Pigments Properties and Sources as Natural Biocolorants in Foodstuff and Food Industry. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, v. 6, n. 1, p. 71–78, 2011.
- AGUILAR, C. A. L. et al. Efeito do óleo essencial de copaíba sobre o desempenho de frangos de corte. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 35, n. 2, p. 145–151, 2013.
- AZEREDO, H. M. C. Encapsulação: Aplicação à Tecnologia de Alimentos. **Alim. Nutr.**, v. 16, n. 1, p. 89–97, 2005.
- BARBUT, S. Pale , soft , and exudative poultry meat — Reviewing ways to manage at the processing plant. **Poultry Science**, v. 88, n. 700, p. 1506–1512, 2009.
- BASÍLICO, M. Z.; BASÍLICO, J. C. Inhibitory effects of some spice essential oils on *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 growth and ochratoxin A production. **Letters in Applied Microbiology**, v. 29, n. 4, p. 238–241, 1999.
- BATISTA, C. L. L. C. **Producao e avaliacao da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum**. 1994. Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- BAUERNFEIND, J. C. Carotenoid Vitamin A Precursors and Analogs in Foods and Feeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 20, n. 3, p. 455–473, 1972.
- BESS, F. et al. The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 3, p. 567–578, 2012.
- BHAT, B. G.; CHANDRASEKHARA, N. STUDIES ON THE METABOLISM OF PIPERINE: ABSORPTION, TISSUE, DISTRIBUTION AND EXCRETION OF URINARY CONJUGATES IN RATS. v. 40, p. 83–92, 1986.
- BIACS, P. A. et al. Carotenoids and Carotenoid Esters from New Cross-Cultivars of Paprika. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 41, p. 1864–1867, 1993.
- BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, n. 1–2, p. 1–14, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>>.
- BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas, **Anais...**2003.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potencial applications in foods - a review. **International journal of food microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223–253, 2004.
- CONTINI, J. P. **ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE**,

MATRIZES E PROGÊNIE. 2016. Universidade Federal do Paraná, 2016.

CORREIA, S. J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Metabólitos secundários de espécies de anacardiaceae. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1287–1300, 2006.

COSTA, C. L. S.; CHAVES, M. H. Educação. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 149–152, 2005.

COSTA, L. **Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como potenciais promotores de crescimento de leitões recém-desmamados.** 2009. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Aditivos, 2009.

COUTTS, J. A.; WILSON, G. C. **Ovos de Ótima Qualidade: A Practical Approach.** Reino Unido: 5M Publishing, 2007.

CRAVOTTO, G. et al. Phytotherapeutics: An evaluation of the potential of 1000 plants. **Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics**, v. 35, n. 1, p. 11–48, 2010.

DA SILVA MEDEIROS, R.; VIEIRA, G. Sustainability of extraction and production of copaiba (*Copaifera multijuga* Hayne) oleoresin in Manaus, AM, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 3, p. 282–288, 2008.

DAMASCENO, V. Guerra dos corantes sintéticos ressuscita os naturais. **Química e Derivados**, v. 3, p. 10–20, 1988.

DIARRA, S. S.; SEIDAVI, A. Advances in the utilisation of castor (*Ricinus communis* Linneo) seed meal as protein supplement in poultry diets. **Agroforestry Systems**, v. 4, p. 1–9, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10457-018-0317-4>>.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v. 88, n. 2, p. 308–316, 2000.

DULAC, C. The physiology of taste, vintage 2000. **Cell**, v. 100, n. 6, p. 607–610, 2000.

ENGLERT, S. I. **Avicultura: tudo sobre raças, manejo e nutrição.** 7. ed. ed. Guaíba: Agropecuária Ltda, 1998.

FAEHNRIKH, B. et al. Phytogetic pigments in animal nutrition : potentials and risks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 5, p. 2015, 2015.

FÁRI, M. Pepper (*Capsicum annum* L.). In: BAJAJ, Y. P. S. (Ed.). **Biotechnology in Agriculture and Forestry 2.** [s.l: s.n.]p. 345–362.

FARIA FILHO, D. E. et al. Detoxified castor seed cake for broilers. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, v. 18, n. 1, p. 69–72, 2016.

FRANCO, C. F. D. O. et al. Quebra de dormência e influência nos teores de bixina

em sementes de urucum submetidas à radiação gama. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 5, p. 13–18, 2013.

FREITAS, E. R. et al. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1001–1006, 2006.

GARCIA, C. E. R. et al. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L .) como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1510–1517, 2012.

GARCIA, E. A. et al. Efeito dos Níveis de Cantaxantina na Dieta Sobre o Desempenho e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Comerciais. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, v. 4, n. 1, p. 00–00, 2002.

GARCIA, E. R. de M. et al. DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS ALIMENTADAS COM SEMENTE DE URUCUM. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.**, v. 18, n. 1, p. 17–20, 2015.

GHARSALLAOUI, A. et al. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. **Food Research International**, v. 40, n. 9, p. 1107–1121, 2007.

GHIRALDINI, E. Corantes naturais mais comumente usados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 2, n. 1, p. 83–87, 1994.

GHOSH, S. K. **Functional Coatings: by Polymer Microencapsulation**. Weinheim: Wiley-VCH, 2006.

GONZÁLES, E. Uso de extratos vegetais e óleos essenciais na produção de frangos de corte. In: VII SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS-AVESUI, 2008, FLORIANÓPOLIS, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: 2008.

GREATHEAD, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. **Proceedings of the Nutrition Society**, n. 62, p. 279–290, 2003.

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

HANDELMAN, G. J. et al. Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk 1 – 3. **Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, p. 247–251, 1999.

HANNA, A. C. de S. et al. Bioefficacy of the Copaiba Oil (*Copaifera* sp.) In Diets of Laying Hens in the Second Production Cycle in Humid Tropical Climate. **International Journal of Poultry Science**, v. 12, n. 11, p. 647–652, 2013.

HENCKEN, H. Chemical and Physiological Behavior of Feed Carotenoids and Their Effects on Pigmentation. **Poultry Science**, v. 71, n. 4, p. 711–717, 1989.

HERNANDEZ, J.-M. Egg quality – meeting consumer expectations. **International Poultry Production**, v. 13, n. 3, p. 20–23, 2001.

HERRON, K. L.; FERNANDEZ, M. L. Issues and Opinions Are the Current Dietary Guidelines Regarding Egg Consumption Appropriate ? **The Journal of Nutrition**, v. 134, n. 1, p. 187–190, 2004.

HIRAOKA, T. et al. Effects of oral stimulation with fats on the cephalic phase of pancreatic enzyme secretion in esophagostomized rats. **Physiology and Behavior**, v. 79, n. 4–5, p. 713–717, 2003.

JANG, I. S. et al. Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 134, n. 3–4, p. 304–315, 2007.

JIANG, Y. et al. Egg Phosphatidylcholine Decreases the Lymphatic Absorption of Cholesterol in Rats. **The Journal of Nutrition**, v. 131, n. 9, p. 2358–2363, 2001.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed. [s.l: s.n.]
 KOHLERT, C. et al. Bioavailability and Pharmacokinetics of Natural Volatile Terpenes in Animals and Humans. **Planta medica**, v. 66, n. 6, p. 495–505, 2000.
 Disponível em: <<http://dabamirror.sci-hub.cc/abec99194c406ad266ba1a7fdb7467f/kohlert2000.pdf>>.

KÓNYA, É. et al. Quality Management in Spice Paprika Production as a Synergy of Internal and External Quality Measures. **International journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, v. 10, n. 3, p. 2016, 2016.

KUBO, I.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial Action of Anacardic Acids against Methicillin Resistant Staphylococcus aureus (MRSA). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 7624–7628, 2003.

KUMAR, P. P. et al. Process for Isolation of Cardanol from Technical Cashew (Anacardium occidentale L.) Nut Shell Liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 4705–4708, 2002.

LANDRUM, J. T.; BONE, R. A. Lutein , Zeaxanthin , and the Macular Pigment. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 385, n. 1, p. 28–40, 2001.

LAWRENCE, B. M. Progress in essential oils. **Perfumer & Flavorist**, v. 22, n. 5, p. 71–83, 1997.

LEE, K.-W.; EVERTS, H.; BEYNEN, A. C. Essential Oils in Broiler Nutrition. **International journal of Poultry Science**, v. 3, n. 12, p. 738–752, 2004.

LÓPEZ, C. A. A. et al. Effects of cashew nut shell liquid (CNSL) on the performance of broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 4, p. 1027–1035, 2012.

LORENZI, H.; MATTOS, F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil: Nativas e Exóticas**. Instituto ed. [s.l: s.n.]

MAENZ, D. D.; FORSYTH, G. W. Ricinoleate and deoxycholate are calcium ionophores in jejunal brush border vesicles. **The Journal of membrane biology**, v. 70, n. 2, p. 125–33, 1982. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7186938>>.

MAOKA, T. et al. Cancer chemopreventive activity of carotenoids in the fruits of red paprika *Capsicum annuum* L. **Cancer Letters**, v. 172, p. 103–109, 2001.

MARCINČÁK, S. et al. No Title. **Slovenian Veterinary Research**, v. 48, n. 1, p. 27–34, 2011.

MARINO E BISCARO, L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. COR, BETACAROTENO E COLESTEROL EM GEMA DE OVOS OBTIDOS DE POEDEIRAS QUE RECEBERAM DIFERENTES DIETAS. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 6, p. 1130–1134, 2006.

MASSON, D. D. S. **Atividades cicatrizante e antimicrobiana do óleo-resina de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) em úlceras cutâneas**. 2011. 2011.

MATIOLI, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. MICROENCAPSULAÇÃO DO LICOPENO COM CICLODEXTRINAS. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, v. 23, p. 102–105, 2003.

MATTHEWS, W. A.; SUMNER, D. A. Effects of housing system on the costs of commercial egg production. **Poultry Science**, v. 94, n. 1, p. 552–557, 2015.

MCINTOSH, F. M. et al. Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and Their Protein Metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 8, p. 5011, 2003.

MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Comparative Study of the Effect of Paprika Processing on the Carotenoids in Peppers (*Capsicum annuum*) of the Bola and Agridulce Varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 7, p. 1555–1560, 1994.

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

MORAIS, H. et al. Effect of ascorbic acid on the stability of β -carotene and capsanthin in paprika (*Capsicum annuum*) powder. **Nahrung/Food**, v. 46, n. 5, p. 308–310, 2002.

MOURA, A. M. A. et al. Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura Natural pigments on sorghum-based rations for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2443–2449, 2011.

MURAKAMI, A. E. et al. Effects of functional oils on chickens challenged with coccidiosis. **Poultry Science**, v. 81, n. 1, p. 39, 2009.

MURAKAMI, A. E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7, p. 981–989, 2014.

NOVAK, A. F.; CLARK, G. C.; ROUGE, B. Antimicrobial Activity of Some Ricinoleic and Oleic Acid Derivatives. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 38, n. 9, p. 321–324, 1961.

OETTING, L. L. Extratos Vegetais Como Promotores Do Crescimento De Leitões Recém-Desmamados. p. 1–81, 2005. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/.../tde.../LilianaOetting.pdf%0A>.

OLIVEIRA, G. R. de et al. ADIÇÃO DE ÓLEO DE COPAÍBA (*Copaifera langsdorffii*) E SUCUPIRA (*Pterodon emarginatus*) NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS: QUALIDADE FÍSICA DE OVOS ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, n. 0, p. 1–12, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68912018000100208&lng=pt&tlng=pt>.

PIERI, F. A. et al. Antimicrobial profile screening of two oils of copaifera genus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 241–244, 2012.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Influence of dietary spices or their active principles on digestive enzymes of small intestinal mucosa in rats. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 47, n. 1, p. 55–59, 1996.

REEVES, M. J. Re-evaluation of Capsicum. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 4, p. 1047–1049, 1987.

REISCHE, D. W.; LILLARD, D. A.; EITENMILLER, R. R. Antioxidants in food lipids. (Marcel Dekker, Ed.) In: Chemistry, Nutrition and Biotechnology; Eds.; Marcel Dekker: New York, 1998, **Anais...**1998.

RUSSOMANNO, O. M. R.; KRUPPA, P. C.; FABRI, E. G. Doenças Fúngicas do Urucum. **Biológico**, v. 74, n. 1, p. 45–49, 2012.

SALEHA, A. A. et al. Possible Effect of Antibiotic-Supplemented Feed and Environment on the Occurrence of Multiple Antibiotic Resistant *Escherichia coli* in Chickens. **International journal of Poultry Science**, v. 8, n. 1, p. 28–31, 2009.

SANTOS, P. A. et al. Characterization and Digestibility of Detoxified Castor Oil Meal for Japanese Quails. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, v. 17, p. 65–71, 2015.

SCHNEIDER, R. C. S. **Extração, caracterização e transformação do óleo de rícino**. 2003. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, 2003. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17513?locale=pt_BR%5Cnhttp://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17513>.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. [s.l.: s.n.]

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; GODÓI, M. J. D. S. Efeito do Extrato de Urucum na Pigmentação da Gema dos Ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1435–1439, 2000.

SMITH-PALMER, A.; STEWART, J.; FYFE, L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. **The society for Applied Microbiology**, v. 26, p. 118–122, 1998.

SUAVE, J. et al. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 2, 2006.

SUZUKI, O. H.; FLEMMING, J. S.; SILVA, M. E. T. Uso de óleos essenciais® 1 na alimentação de leitões. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 6, n. 4, p. 519–526, 2008.

TADELLE, D. et al. The feed resource base and its potentials for increased poultry production in Ethiopia. **World's Poultry Science Journal**, v. 58, n. 1, p. 77–87, 2002.

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

TOYOMIZU, M. et al. UNCOUPLING EFFECT OF ANACARDIC ACIDS FROM CASHEW NUT SHELL OIL ON OXIDATIVE PHOSPHORYLATION OF RAT LIVER MITOCHONDRIA. **Life Sciences**, v. 66, n. 3, p. 229–234, 2000.

TREVISAN, M. T. S. et al. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 188–197, 2006.

VEIGA-JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. The *Copaifera* L. genus. **Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 273–286, 2002.

VEIGA JUNIOR, V. F. et al. Chemical composition and anti-inflammatory activity of copaiba oils from *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke , *Copaifera reticulata* Ducke and *Copaifera multijuga* Hayne — A comparative study. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 112, n. 2, p. 248–254, 2007.

VIEIRA, C. et al. Pro- and anti-inflammatory actions of ricinoleic acid : similarities and differences with capsaicin. **Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol**, v. 364, p. 87–95, 2001.

WINDISCH, W. et al. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 14, p. E140–E148, 2008.

YABIKU, H. Corantes sintéticos resistem ao ataque. **Química e Derivados**, v. 26, n. 229, p. 28–30, 1992.

ZEISEL, S. H. Choline : Needed for Normal Development of Memory. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n. 5, p. 528–531, 2000.

CAPÍTULO II – UTILIZAÇÃO DE PIGMENTANTE NATURAL A BASE DE URUCUM E PÁPRICA NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de um pigmento natural composto de extrato oleoso de urucum (*Bixa orellana* L.) e oleoresina de páprica (*Capsicum annum*) no desempenho produtivo, qualidade de ovos no dia da coleta e após 21 dias de armazenamento em poedeiras de 34 semanas de idade. Um total de 440 galinhas poedeiras *Bovans White* foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, 11 repetições de oito aves cada, e alimentação e água à vontade. Os tratamentos consistiram de uma dieta controle (0% - T1) e quatro dietas com adição do pigmentante natural (0,015% - T2, 0,03% - T3, 0,045% - T4 e 0,06% - T5). O período experimental foi das 34^a à 46^a semanas de idade das poedeiras, totalizando três ciclos de 28 dias cada. Os parâmetros de desempenho de consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e conversão alimentar por massa de ovos, bem como a qualidade do ovo, peso, altura do albúmen, cor da gema, unidade Haugh, resistência e espessura da casca e o efeito após armazenamento foram avaliados no final de cada ciclo. Os dados foram submetidos à análise de regressão por polinômios ortogonais, tendo sido verificado uma diferença significativa nos parâmetros de pigmentação da gema, altura do albúmen e unidade Haugh ($P < 0,05$), relacionado à adição do pigmento natural na dieta. Observou-se também que o efeito do pigmento nos ovos armazenados até os 21 dias, foi significativo ($P < 0,05$) e permaneceu apesar do tempo. Os melhores resultados foram encontrados quando foi utilizado 0,06% do pigmento natural (T5) porque a gema foi pigmentada com maior intensidade. O uso do pigmento natural mostrou um aumento na pigmentação da gema de ovo, mas observamos que a diferença visual não teve o efeito esperado, a qual para os olhos do consumidor não seria tão marcante.

Palavra-chave: estocagem, extrato oleoso, oleoresina, pigmentante natural, qualidade do ovo.

USE OF NATURAL PIGMENT BASED IN ANNATTO AND PAPRIKA IN THE DIET OF COMMERCIAL LAYING HENS

ABSTRACT - The experiment was conducted with the objective of evaluating the effects of natural pigmentation of the oil extract of annatto (*Bixa orellana* L.) and oleoresin of paprika (*Capsicum annum*) on yield performance, egg quality of the day and after 21 days of storage in laying hens at 34 weeks of age. A total of 440 *Bovans White* laying hens were distributed in completely randomized design with five treatments, 11 replicates of eight birds each, and feed and water at will. The treatments consisted of a control diet (0% - T1) and four diets with natural pigment (0.015% - T2, 0.03% - T3, 0.045% - T4 and 0.06% - T5). The experimental period was from the 34th to 46th weeks of age of the birds, totaling three cycles of 28 days each. The performance parameters of feed intake, egg production, egg mass, feed conversion per dozen and feed conversion per egg mass, as well as egg quality, weight, albumen height, yolk color, Haugh unit, resistance and shell thickness and storage effect were evaluated at the end of each cycle. The data were submitted to regression analysis by orthogonal polynomials, finding a significant difference in the parameters of the yolk pigmentation, albumen height and Haugh unit ($P < 0.05$), related to the addition of the natural pigment in the diet. It was also observed that the effect of the pigment on the eggs stored up to 21 days was significant ($P < 0.05$) and remained in spite of the time. The best results were found when we used 0.06% of the natural pigment (T5) because the yolk was pigmented with higher intensity. The use of the natural pigment showed an increase in pigmentation of the egg yolk, but we observed that the visual difference did not have the expected effect, which for the eyes of the consumer would not be so marked.

Key words: egg quality, natural pigment, oily extract, oleoresin, storage.

2.1 Introdução

A coloração dos subprodutos alimentares como é o caso da gema dos ovos, é muito importante para o consumidor sendo um parâmetro pela qual associam como indicador de boa qualidade dos alimentos (HERNANDEZ, 2001).

Os critérios para avaliar a qualidade do ovo podem mudar com as necessidades, dependendo dos produtores, consumidores ou fabricantes. Para os produtores, a qualidade esta relacionada com peso do ovo, resistência da casca e também fatores como sujeira, trincas e pontos de sangue. Para os consumidores, a qualidade esta diretamente relacionada com as características sensoriais e organolépticas, como as cores da casca e da gema. Para processadores de ovos e fabricantes de alimentos, a qualidade esta relacionada com a facilidade de separação de gema da albumina, propriedades funcionais e cor da gema (ROSSI & POMPEI, 1995).

Devido às exigências de mercado e a uma crescente preocupação pela qualidade dos alimentos e às restrições do consumidor junto com a legislação de países que proíbem a adição de corantes sintéticos para rações de animais e para os alimentos humanos, a escolha pelos pigmentantes naturais têm sido cada vez mais utilizados na indústria alimentar, como por exemplo, para potencializar a cor das gemas dos ovos. Dentro dos pigmentantes naturais mais utilizados temos: urucum, açafrão e a páprica (YABIKU, 1992).

Os carotenoides que são usados nas aves como corantes naturais em substituição aos corantes sintéticos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2006), podem se fixar na pele, na gordura, e também na gema do ovo, no bico e nos pés. Nem todos os carotenoides são eficazes para pigmentar, às xantofilas são os carotenoides que contribuem mais na pigmentação, e podem ser vermelhos e amarelos, estão presentes em alguns vegetais, sendo o mais conhecido, o milho (ENGLERT, 1998; MORENO et al., 2007).

Os pigmentos carotenóides podem ser bastante estáveis quando estão no seu meio natural, o problema é quando passam por processos, como quando são extraídos com óleo ou solventes orgânicos ou passam por processos de aquecimento, pois o calor aumenta a taxa das reações termo-oxidativas que justamente são efetivas para a degradação térmica de carotenóides. Também

durante o armazenamento e processamento pode ocasionar variedades na estabilidade do produto final (MÍNGUEZ-MOSQUERA; HORNERO-MÉNDEZ, 1994).

A microencapsulação é uma das técnicas de preservação da qualidade de substâncias sensíveis, que consiste em finos revestimentos poliméricos a qual formaram partículas com o nome de microcápsulas (GHARSALLAOUI et al., 2007), que isola e protege essas substâncias do ambiente externo (GHOSH, 2006) atuando como uma película protetora que se dissolve depois de um estímulo específico, liberando o núcleo no lugar e no momento ideal (SUAVE et al., 2006). A microencapsulação tem atuação em diferentes áreas como a farmacêutica, agrícola, alimentícia, sendo amplamente utilizadas no encapsulamento de óleos essenciais, corantes, aromatizantes, micro-organismos, entre outros (AZEREDO, 2005).

O presente trabalho visa avaliar o efeito da adição, na ração de poedeiras, de um pó microencapsulado de extrato oleoso de urucum e oleoresina de páprica, na qualidade física dos ovos, principalmente no desempenho da alteração da cor e o efeito no tempo.

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Aves do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus Fernando Costa em Pirassununga - São Paulo, com localização geográfica latitude sul 21°57', longitude oeste 47°27' e a 627 metros de altitude.

Foram usadas nesse experimento 440 poedeiras da linhagem *Bovans White* as quais, antes de começar o experimento, passaram por um período de adaptação onde todas receberam a mesma dieta. Após esse período foram pesadas individualmente tendo sido usado esse parâmetro na sua distribuição. Foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e onze repetições com oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em uma dieta controle (0 % - T1) e quatro com adição do pigmentante natural (0.015% - T2; 0.03% - T3; 0.045% - T4 e 0.06% - T5) por tonelada.

O período experimental foi das 34^a até a 46^a semanas de idade das aves, totalizando três ciclos de 28 dias cada. O programa de luz utilizado para todo o experimento foi de 17 horas luz e 7 horas de escuro, conforme o recomendado pelo

manual do manejo da linhagem. As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria, onde as laterais são telas de arame galvanizado com cortinas e oitões fechados que tem de cobertura telha de barro com lanternins (Figura 1). A dimensão do galpão é de 2,50 m de altura, as gaiolas são metálicas em sistema piramidal (duas fileiras sobrepostas), com dimensões de 1,0 m x 0,45 m x 0,45 m, tendo dois corredores laterais de 1,5 m de largura e uma central de 2,00 de largura. Todas as gaiolas estão equipadas com comedouro tipo calha e bebedouros tipo *nipple* (taça). O galpão também conta com ventiladores e nebulizadores para controlar a temperatura interna e promover o bem estar das aves (Figura 2).

Figura 1 – Visão externa do galpão experimental da FMVZ

Fonte: Autoria Própria

Figura 2 – Visão interna do galpão experimental da FMVZ

Fonte: Autoria Própria

A, B, C: Visão interna lateral e central do galpão; D: Ventilador

Os ovos foram recolhidos uma vez por dia no final da tarde especificando as seguintes informações: produção de ovos/dia, quantidade de ovos viáveis, inviáveis (quebrados, trincados), deformados (super ovo, sem casca, casca fina), sujo de sangue, sujo de fezes.

As dietas foram a base de milho e farelo de soja, com níveis nutricionais formuladas de acordo com Rostagno et al., (2017). A formulação das dietas está descrito na Tabela 1. Nos tratamentos que tinham a adição do pigmentante (T2, T3, T4 e T5), se fez uma pré-mistura do mesmo com um quilo de milho antes de misturar com o resto da ração, para favorecer a homogeneização do produto. Todas as aves tiveram água e ração a vontade.

Tabela 1. Composição percentual de ingredientes e nutrientes da ração basal fornecida entre a 34ª até a 46ª semanas de idade das aves

Ingredientes (%)	Níveis de Pigmentante (%)				
	0,0	0,015	0,03	0,045	0,06
Milho moído	52,78	52,78	52,78	52,78	52,78
Farelo de soja	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50
Calcário calcítico	9,04	9,04	9,04	9,04	9,04
Óleo de soja	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
Fosfato bicálcico	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
Sal comum	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Suplemento Vitamínico/Mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Metionina	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Pigmentante Natural	0,00	0,015	0,03	0,045	0,06
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Níveis Nutricionais Calculados					
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína Bruta (%)	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
Cálcio (%)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Aminoácidos sulfurados digestíveis (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Metionina (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Treonina (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

¹ Fornecido por kg de dieta: Ferro (mín.) 0,04 g / kg; Cobre (mín.) 10 mg / kg; Manganês (mín) 0,08 g / kg; Zinco (mín) 0,1 g / kg; Iodo (mín) 0,832 mg / kg; Selênio (mín) 0,3 mg / kg; Vitamina A (mín.) 7.000,00 UI / kg; Vitamina D3 (mín.) 2.500,00 UI / kg; Vitamina E (mín.) 8,00 UI / kg; Vitamina K3 (mín) 1,58 mg / kg; Vitamina B1 (mín) 1,00 mg / kg; Vitamina B2 (mín) 4,00 mg / kg; Niacina (mín) 20,1 mg / kg; Ido pantotico (mimo) 7,22 mg / kg; Vitamina B6 (mín) 1,00 mg / kg; Ácido fólico (mín) 0,297 mg / kg; Biotina (mín): 0,02 mg / kg; Vitamina B12 (mín) 9,6 mcg / kg; Colina (mín) 0,3 g / kg; Metionina (mín) 0,7 g / kg; Halquinol 30 mg / kg

Para a obtenção dos dados de análise de qualidade interna e externa dos ovos foram coletados aleatoriamente ao final de cada ciclo, nos dois últimos dias de cada período dos 28 dias (ou seja, no 27º e 28º dia), dois ovos por repetição, totalizando quatro ovos que foram identificados previamente com o tratamento e a repetição. Depois foram analisados individualmente com o aparelho Digital Egg Tester (DET6000) (Figura 3). As características avaliadas foram unidade Haugh, peso do ovo (gramas), altura de albúmen, resistência da casca (kgf), coloração da gema e espessura da casca (mm).

Figura 3 – Aparelho Digital Egg Tester

Fonte: Autoria Própria

Para realizar o cálculo de consumo de ração, foi pesada a ração total fornecida no ciclo e a sobra de cada período (descontando sempre as taras de cada balde de cada repetição), assim através da diferença entre ambas e dividindo o resultado pelo número de aves de cada unidade experimental obtivemos o consumo de ração expresso em gramas por ave por dia.

Para calcular a produção de ovos por ave expressada em porcentagem, se contabilizou a quantidade de ovos produzidos por ciclo e se dividiu pelo número total de aves de cada unidade experimental, depois esse resultado foi dividido por 28 (referente à duração do ciclo) e finalmente multiplicado por 100 para a conversão em porcentagem.

Para a obtenção do peso médio dos ovos, nos últimos dois dias de cada ciclo foram coletados os ovos de cada unidade experimental, os quais foram pesados em conjunto por unidade experimental. Esse resultado foi dividido pelo número de ovos coletados em cada unidade experimental, dando como resultado o parâmetro de peso médio dos ovos.

Por outro lado, a massa de ovos foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de produção de ovos e o valor obtido expresso em gramas de ovos por ave por dia.

Para o cálculo da conversão alimentar por dúzia de ovos, foi dividido o consumo de ração (expresso em gramas) pela produção de ovos em cada período e

o resultado foi multiplicado por 12. Para o caso do cálculo de conversão alimentar por massa de ovos foi obtido dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovos.

As condições de temperatura e umidade foram monitoradas todos os dias por termômetro de máxima e mínima, as leituras foram realizadas duas vezes por dia, a primeira pela manhã as 08h00 e a segunda à tarde as 14h00 ao longo dos ciclos experimentais.

Os dados foram analisados através do programa computacional *Statistical Analysis System* SAS (Versão 9.3), e foram submetidos à análise de regressão por polinômios ortogonais, onde se testou os comportamentos linear e quadrático sendo significativo ao nível de 5 %. A análise de regressão foi empregada para estabelecer a curva que melhor descreve o comportamento dos dados. Para comparar os resultados obtidos entre a dieta controle e com cada nível de inclusão do pigmentante, foi utilizado o teste de Dunnett.

2.3 Resultados e discussão

Foram obtidas as estimativas de todas as variáveis, os resultados da média dos três ciclos para os parâmetros de desempenho produtivo estão apresentados na (Tabela 2) e os parâmetros de qualidade de ovo são apresentados na (Tabela 3).

Neste experimento, não foram observadas diferenças significativas para os parâmetros de desempenho de consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa.

Tabela 2. Parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de pigmentante natural sobre as características de produção de ovos (PO), massa do ovo (MO), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia (CA/dúzia) e conversão alimentar por massa de ovo (CA/MO)

	Níveis (%)					Média	P-valor	EPM ¹	CV(%) ²
	0	0,015	0,030	0,045	0,060				
PO (%/ave/dia)	98,17	98,15	97,68	98,24	98,50	98,23	0,06	1,18	1,21
CR (g/ave/dia)	92,60	93,87	93,81	95,01	94,08	93,87	0,20	4,60	4,91
MO (g/dia)	59,90	60,80	60,15	61,33	61,02	60,64	0,33	2,80	4,62
CA/Dúzia (kg/dz)	1,14	1,15	1,17	1,16	1,14	1,15	0,39	0,05	4,84
CA/MO (kg/kg)	1,55	1,53	1,56	1,55	1,54	1,55	0,86	0,09	5,81

¹EPM = Erro padrão da média; ²CV = Coeficiente de variação;

Pode-se observar na tabela que não houve diferença significativa para as características de desempenho com a inclusão do aditivo pigmentante, esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Curvelo et al. (2009), onde utilizaram dois níveis de extrato de urucum (0,1 % e 0,2 %) e dois níveis de açafrão (0,1 % e 0,2 %) na dieta de galinhas poedeiras e não houve efeito significativo sobre a produção de ovos, consumo de ração, massa de ovos e conversão alimentar, por outro lado obteve efeito significativo para a característica coloração da gema so para o tratamento com a inclusão de 0,2 % na ração, ao igual que nesse trabalho na qual obtivemos também efeito significativo para a coloração da gema dos ovos. Os resultados também foram semelhantes aos de Silva et al. (2006) que substituiu parcialmente o milho pelo sorgo em alguns tratamentos e adicionou resíduo de semente de urucum, usando níveis de 4, 8 e 12 %. A produção de ovos e a conversão alimentar por dúzia foi maior na dieta que continha sorgo e 12% de resíduo de sementes de urucum, e nos outros tratamentos não houve diferencia estatística para o peso, massa dos ovos, produção de ovos, conversão alimentar e consumo de ração; por outro lado, o escore de cor da gema do ovo encontrado no estudo de Silva et al. foi maior que este experimento, isso pode estar relacionado ao nível de concentração do urucum na forma de extrato oleoso, outro aspecto que pode estar relacionado é a quantidade utilizada do urucum, já que os níveis que foram utilizados no trabalho de Silva et al. (4, 8 e 12 %) eram maiores que os usados no nosso experimento (0,015; 0,030; 0,045; 0,060 %).

Por outro lado, Oliveira (2016), na qual avaliou a inclusão de páprica e marigold na ração de codornas de postura, usando 0,06 % de extrato de páprica, 0,01 % de extrato de marigold e uma mistura de ambas, onde o tratamento com a mistura de ambas demonstrou uma diferença estatística positiva para o consumo de ração e a conversão alimentar. Já para porcentagem de postura e massa de ovos não houve diferença significativa. Isso poderia ser explicado pela inclusão do marigold, já que nos tratamentos contendo só a páprica não houve diferencia estatística nos parâmetros de desempenho, (como neste trabalho). Outra explicação poderia ser que os pigmentos podem ter um efeito diferente nas codornas japonesas, melhorando outros parâmetros que no caso de galinhas poedeiras não acontecem.

Em relação aos dados de qualidade de ovo, relacionada à inclusão do pigmento natural à base de extrato oleoso de urucum e oleoresina de páprica na

dieta, se obteve diferença significativa para cor da gema, altura do albúmen e unidade Haugh ($P < 0,05$). Essas características apresentaram efeito linear positivo, indicando que o extrato oleoso de urucum e a oleoresina de páprica influenciam de maneira favorável à qualidade dos ovos.

Tabela 3. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com pigmentante natural a base de urucum e páprica sobre as características de peso (P); resistência da casca (RC, kgf) e espessura da casca (EC, mm); altura de albúmen (AA, mm); unidade Haugh (UH); coloração da gema (CG); coloração da gema de ovos estocados (CGE)

	Níveis (%)					Média	EPM ²	P-valor	CV(%) ³
	0	0,015	0,030	0,045	0,060				
P, g	62,81	62,05	63,27	63,78	63,27	63,07	2,45	0,07	3,88
RC, kgf	4,34	4,36	4,41	4,52	4,28	4,38	0,36	0,10	8,26
EC, mm	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,41	0,02	0,33	5,34
AA (mm) ¹	7,38	7,47	7,49	7,58	7,89*	7,56	0,56	0,00	7,48
UH ¹	84,93	86,10	85,51	86,25	87,67*	86,10	3,50	0,03	4,06
CG ¹	4,13	4,31	4,64*	4,87	5,13*	4,62	0,49	0,00	10,78
CGE ¹	4,54	4,65	5,03*	5,45*	5,75*	5,08	0,52	0,00	10,37

¹Efeito linear ($P < 0,05$); ²EPM = Erro padrão da média; ³CV = Coeficiente de variação;

Altura de albúmen: $y = 7,3404 + 7,5183x$; $R^2 = 0,07$

Unidade Haugh: $y = 84,9478 + 37,7886x$; $R^2 = 0,05$

Cor da gema: $y = 4,1108 + 17,0349x$; $R^2 = 0,34$

Cor da gema (estocagem): $y = 4,4469 + 21,3821x$; $R^2 = 0,42$

* Diferença comparada com o controle pelo teste de Dunnett.

Esses resultados foram semelhantes aos encontrados em Lokaewmanee et al. (2011), onde eles testaram um tratamento contendo extrato de páprica (0,1 %) e no outro combinaram a páprica (0,1 %) com um probiótico, observando que ambos tratamentos tiveram diferença significativa ao controle intensificando a cor da gema, mas entre os tratamentos não detectou-se diferença. Também observamos que não houve diferença significativa para os parâmetros de desempenho de igual maneira que nesse trabalho. As únicas características que diferiram desses resultados foi que a altura do albúmen e a unidade de Haugh obtiveram efeito significativo da regressão. Neste experimento, os valores de R^2 obtidos para essas variáveis foram baixos ($R^2 = 0,07$ e $R^2 = 0,05$; respectivamente), o que significa que a variável independente (pigmentante natural) não explica grande parte da variável dependente. Quando realizado o teste de Dunnett para a comparação com o controle, observa-se que para ambas variáveis foi significativa somente para o tratamento cinco com a inclusão de 0,06 % do pigmentante natural ($P < 0,01\%$).

Também temos que há uma falta de informação sobre a relação entre essas variáveis (altura do albúmen, unidade de Haugh e o pigmentante natural composto pelo extrato oleoso de urucum e a oleoresina de páprica), sendo que esses resultados poderiam contribuir para novos estudos.

A característica pigmentação da gema foi afetada pela adição do extrato oleoso de urucum e a oleoresina de páprica na ração, expresso pela equação de regressão ($y = 4,1108 + 17,0349x$; $R^2 = 0,34$). Em conformidade estimada com isso, Carvalho et al. (2009) encontraram resultados semelhantes, quando avaliaram a utilização de sementes de urucum em níveis de 1%, 1,25%, 1,50% e 1,75%, mostrando coloração da gema entre T1 (grupo controle) - 12,09 a T5 (1,75%) - 36,42, verificaram aumento significativo entre os tratamentos e o grupo controle. Comparando esses resultados com o presente estudo, observamos que a coloração da gema não aumentou como nos outros trabalhos citados. Isso pode ser justificado pelo método de extração da planta para ser usado como pigmentante, já que no presente estudo seu utilizou em forma de extrato oleoso e em outros trabalhos foram usados diretamente das sementes, afetando assim talvez a disponibilidade dos carotenoides presentes no urucum, e ainda, a maioria de trabalhos citados utilizaram níveis de urucum maiores que no presente experimento. É importante ressaltar que neste estudo, os níveis de inclusão de 0,030; 0,045 e 0,060 (T3, T4 e T5) foram estatisticamente significativos ($P < 0,01$) quando comparados com o tratamento controle através do teste de Dunnett.

Para os ovos coletados ao final de cada ciclo e estocados após 21 dias, a característica cor da gema nos ovos também obteve-se um efeito significativo ($P < 0,05$) promovendo uma resposta linear positiva, observando uma maior pigmentação na gema e obtendo um R^2 de 0,42 (Tabela 3). Harder (2005) utilizou níveis de urucum (0,5 %; 1 %; 1,5 %; 2 %) na ração de poedeiras e observou que com o tempo de armazenamento de 21 dias a temperatura ambiente, os pigmentos migraram para algumas regiões na gema do ovo, formando manchas e diminuindo a intensidade da cor da gema, analisada com o colorímetro Minolta. Ao contrário estes resultados, nos quais observa-se uma coloração mais intensa no período de armazenamento, houve pouca frequência de manchas observadas na gema. Uma razão que poderia explicar este resultado é as diferentes formas de análise da coloração da gema. Pois utilizam-se neste estudo, a máquina Digital Egg Tester, que fornece um número de acordo com a intensidade da coloração, por meio de uma

foto automática que o aparelho realiza, e no estudo de Harder (2005) usaram o colorímetro Minolta. Outro motivo de ter dado resultados distintos são as diferentes maneiras pelas quais os carotenóides são extraídos das plantas e como o produto é oferecido para a mistura previa com o alimento do animal, ou pode ser devido ao nível de concentração de carotenóides do extrato oleoso de urucum e oleoresina de páprica no produto comercial que utilizamos. Mais um ponto para ser discutido com o trabalho de Harder (2005) é que observaram um efeito significativo na unidade Haugh, porém não mostrou uma resposta linear e por esse motivo a autora afirmou que essa melhora na unidade Haugh não estava relacionada à adição de urucum na ração, e para nosso presente estudo também observamos um efeito significativo para unidade Haugh ($R^2 = 0,07$) com um efeito linear e depois de realizado o teste de Dunnett para a comparação dos tratamentos com o controle, encontramos que o tratamento cinco com um nível de inclusão de 0,06 % do pigmentante natural foi o único que foi significativo ($P < 0,01$ %).

2.4 Conclusão

O uso do pigmentante natural à base de extrato oleoso de urucum e oleoresina de páprica neste experimento mostrou um aumento na coloração de gema de ovo, mas comparado com os resultados de outros estudos com compostos similares, observamos maior pigmentação da gema do que usando nosso produto. O tratamento cinco com uma inclusão de 0,06 do produto na ração obteve melhores resultados para pigmentação da gema e foi o único que teve uma melhora para as características de altura de albúmen e unidade de Haugh. O efeito do pigmento no armazenamento de 21 dias foi mantido, concluindo que o ovo poderia ser mantido com boas características sensoriais para os consumidores, apesar do tempo. A dose do pigmentante natural na ração poderia ser maior para obter um melhor resultado, mas a lucratividade do produto teria que ser analisada.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, H. M. C. Encapsulação: Aplicação à Tecnologia de Alimentos. **Alim. Nutr.**, v. 16, n. 1, p. 89–97, 2005.
- CARVALHO, P.R. et al. Supplementation carotenoid compounds derived from seed integral annatto (*Bixa orellana* L.) in the feed laying hens to produce eggs special. **Pakistan Journal of Nutrition**. v. 8, n. 12, p. 1906-1909, 2009.
- CURVELO, E.R., et al. Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafrão em dietas para poedeiras semipesadas e seus efeitos sobre o desempenho e coloração da gema dos ovos. In: II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG, II Jornada Científica, 2009. Bambuí. **Anais...** Minas Gerais: Bambuí, 2009.
- DA SILVA, J.H.V. et al. Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 988-994, 2006.
- ENGLERT, S.I. Avicultura: tudo sobre raças, manejo e nutrição. 7. Ed. Guaíba: Agropecuária, p. 238, 1998.
- GHARSALLAOUI, A. et al. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. **Food Research International**, v. 40, n. 9, p. 1107–1121, 2007.
- GHOSH, S. K. **Functional Coatings: by Polymer Microencapsulation**. Weinheim: Wiley-VCH, 2006.
- HARDER, M.N.C. Efeito do urucum (*Bixa orellana*) na alteração de características de ovos de galinhas poedeiras. Dissertação (Dissertação em ciências) – USP. São Paulo, p. 75. 2005.
- HERNANDEZ, J.M. Egg quality – meeting consumer expectations. **International Poultry Production**, v. 13, n. 3, p. 20–23, 2001.
- LOKAEWMANEE, K., et al. Enhancement of egg yolk color by paprika combined with a probiotic. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2011.
- MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Comparative Study of the Effect of Paprika Processing on the Carotenoids in Peppers (*Capsicum annuum*) of the Bola and Agridulce Varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 7, p. 1555–1560, 1994.
- MORENO, J.O. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo sorgo e páprica em substituição ao milho. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 29, n. 2, p. 159-163, 2007.

OLIVEIRA, H. C. Extrato de páprica e/ou marigold em rações para codornas em postura. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Medicina Veterinária, UniRV. Goiás, p. 41. 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., RODRIGUEZ E.B., AMAYA-FARFAN, J. Advances in Food Carotenoid Research: Chemical and Technological Aspects, Implications in Human Health. **Malaysian Journal of Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 101-121, 2006.

ROSSI, M. POMPEI, C. Changes in Some Egg Components and Analytical Values Due to Hen Age. **Poultry Science**, v. 74, n. 1, p. 152–16, 1995. <https://doi.org/10.3382/ps.0740152>

SUAVE, J. et al. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 2, 2006.

YABIKU, H. Corantes sintéticos resistem ao ataque. **Química e Derivados**, v. 26, n. 229, p. 28–30, 1992.

CAPÍTULO III – UTILIZAÇÃO DE EXTRATO VEGETAL A BASE DE ÓLEOS FUNCIONAIS NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – O objetivo desse estudo foi avaliar a adição de um aditivo fitogênico composto pelos óleos funcionais de caju, copaíba e mamona sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovo e efeito na estocagem dos ovos, a temperatura ambiente e em refrigeração, de poedeiras de 64 semanas de idade. Nesse experimento foram utilizadas 288 poedeiras, da linhagem *Bovans White*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições de oito aves por cada unidade experimental, com duas aves por gaiola e alimento e água a vontade. Os tratamentos consistiram em uma ração controle (0 % - T1) e duas com adição do aditivo fitogênico (0.015% - T2; 0.03% - T3/ton). O período experimental foi das 64^a até a 80^a semanas de idade das aves, totalizando quatro ciclos de 28 dias cada. Foram avaliados os parâmetros produtivos de consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e conversão alimentar por massa de ovos, e também a qualidade de ovos como peso, altura do albúmen, coloração da gema, unidade Haugh, resistência e espessura da casca e o efeito na estocagem a temperatura ambiente e em refrigeração aos sete e 14 dias ao final de cada ciclo. Com a inclusão de 0.015 % e 0.03 % do aditivo fitogênico na ração se obteve um efeito significativo favorável para as características de peso dos ovos, conversão alimentar por massa de ovos e altura de albúmen, sem alteração nas outras características, o tratamento com 0.03 % do aditivo foi que obteve melhores resultados.

Palavras-chave: aditivo fitogênico, estocagem, óleo funcional, qualidade do ovo.

USE OF VEGETAL EXTRACT BASED ON FUNCTIONAL OILS IN THE DIET OF COMMERCIAL LAYING HENS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the addition of a phytogetic additive composed of the functional oils of cashew, castor bean and copaiba on the productive performance, egg quality, and effect on egg storage at room temperature and at refrigeration on 64 weeks old laying hens. A total of 288 *Bovans White* laying hens were distributed in a completely randomized design with 12 replicates of eight birds per experimental unit, with two birds per cage and food and water at will. The treatments consisted of a control diet (0% - T1) and two treatments with addition of the phytogetic additive (0.015% - T2, 0.03% - T3 / ton). The experimental period was from 64th to the 80th weeks of age, totaling four cycles of 28 days each. The parameters of feed intake, egg production, egg mass, feed conversion per dozen and feed conversion by egg mass, as well as egg quality as weight, album height, yolk color, Haugh unit, strength and shell thickness and effect on storage at seven and 14 days were evaluated at the end of each cycle. With the inclusion of 0.015% and 0.03% of the phytogetic additive in the feed, it had a significant favorable effect on egg weight, feed conversion by egg mass and albumen height, without alteration of other characteristics, treatment three with 0.03 % of the additive was the one that obtained the best results.

Key-words: egg quality, functional oil, phytogetic additive, storage.

3.1 Introdução

Atualmente, a utilização dos antibióticos como promotores de crescimento na alimentação animal tem sido reduzida devida à preocupação mundial de resistência bacteriana em humanos. O uso de extratos vegetais, óleos funcionais e óleos essenciais demonstrou um alto nível de importância como novas alternativas naturais para substituir em parte esses antibióticos, além da preferência dos consumidores por produtos e subprodutos com a ausência de resíduos de antibióticos e dietas de animais com aditivos e ingredientes naturais. Por isso temos a necessidade de utilizar novas alternativas e testar sua eficiência especialmente para satisfazer as preferências de nossos consumidores, dos produtores e do mercado em geral (BUTAYE; DEVRIESE; HAESEBROUCK, 2003).

A importância da utilização de produtos naturais na dieta dos animais têm se incrementado com o tempo, assim mesmo o consumidor de produtos de origem animal demonstra preocupação com alguns aditivos usados da alimentação animal. Após a adoção do chamado princípio de precaução pela União Europeia, banindo a utilização de alguns antibióticos na alimentação de aves a partir de 1999 e já para o 2006 proibiram oficialmente o uso de antibióticos como promotores de crescimento na alimentação de animais domésticos, essa prática tornou-se uma tendência global e irreversível já que o uso indiscriminado dos mesmos começou a provocar impactos ao meio ambiente e incrementou o aparecimento de formas microbianas modificadas resistentes prejudiciais tanto para humanos como para animais (SUZUKI; FLEMMING; SILVA, 2008).

Por isso, em países onde ocorreu a restrição dos promotores de crescimento, houve incremento na incidência de doenças, principalmente entéricas, tais como enterite necrótica e coccidiose. Em consequência pelo menor controle de patógenos, pode-se aumentar o risco de infecções de origem alimentar em humanos como *Salmonella*, *Campylobacter* e *E. Coli* (SALEHA et al., 2009).

Tudo isso levou os pesquisadores e nutricionistas a buscar novas alternativas e foi nesse momento que surgiu a opção pelos aditivos fitogênicos, como os óleos funcionais, os quais têm sido definidos como aqueles óleos que possuem atividades além do seu conteúdo energético. Essas atividades dependem do tipo de óleo, podendo ter, por exemplo, atividade antioxidante, antimicrobiana ou anti-inflamatória (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014).

Nem sempre todos os óleos funcionais ou essenciais usados em conjunto têm efeitos como melhoradores de desempenho, às vezes, os resultados esperados não são obtidos porque as misturas de alguns óleos podem ter efeitos contrários ao sinergismo esperado, ocasionando assim efeitos negativos na produção, por isso também é importante testar o uso conjunto de óleos funcionais para comprovar que terá o efeito desejado para o produtor.

Sendo assim que, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição na ração de poedeiras um aditivo fitogênico a base de óleo de copaíba, caju e mamona na qualidade física dos ovos, no desempenho produtivo e o efeito na vida de prateleira a temperatura ambiente e em refrigeração.

3.2 Materiais e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Aves do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus Fernando Costa em Pirassununga - São Paulo, com localização geográfica latitude sul 21°57', longitude oeste 47°27' e a 627 metros de altitude.

O experimento teve como finalidade avaliar a adição de um aditivo fitogênico a base de óleos funcionais de caju, copaíba e mamona sobre o desempenho produtivo das aves, na qualidade e o efeito na estocagem fora e dentro da geladeira dos ovos.

Foram usadas nesse experimento 288 poedeiras as quais, antes de começar o experimento, os animais passaram por um período de adaptação onde todos receberam a mesma ração, depois desse período foram pesadas individualmente e avalio-se a produção para usar ambos parâmetros para sua distribuição. Foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em uma ração controle (0 % - T1) e duas com adição do aditivo fitogênico (0.015% - T2; 0.03% - T3/ton). O período experimental foi das 64^a até a 80^a semanas de idade das aves, totalizando quatro ciclos de 28 dias cada. O programa de luz utilizado foi de 17 horas e 7 horas de escuro, conforme o recomendado pelo manual do manejo da linhagem. Localizadas em um galpão de alvenaria, onde as laterais são telas de arame galvanizado com cortinas e oitões fechados que tem de cobertura telha de barro

com lanternins. A dimensão do galpão é de 2,50 m de altura, as gaiolas são metálicas em sistema piramidal (duas fileiras sobrepostas), com dimensões de 1,0 m x 0,45 m x 0,45 m, tendo dois corredores laterais de 1,5 m de largura e uma central de 2,00 de largura (Figura 4). Todas as gaiolas estão equipadas com comedouro tipo calha e bebedouros tipo nipple (taça). O galpão também conta com ventiladores e nebulizadores para controlar a temperatura interna e promover o bem estar das aves.

Figura 4 – Visão interna do galpão experimental da FMVZ

Fonte: Autoria Própria
A, B, C: Visão interna do galpão; D: Ventilador

Os ovos foram recolhidos uma vez por dia no final da tarde especificando as seguintes informações: produção de ovos/dia, quantidade de ovos viáveis, inviáveis (quebrados, trincados), deformados (super ovo, sem casca, casca fina), sujo de sangue e sujo de fezes.

As dietas foram a base de milho e farelo de soja, com níveis nutricionais formuladas de acordo com Rostagno et al., (2017). A formulação das dietas está descrito na Tabela 4. Nos tratamentos que tinham a adição do aditivo fitogênico (T2

e T3), se fez uma pré-mistura do mesmo com um quilo de milho antes de misturar com o resto da ração, para favorecer a homogeneização do produto. Todas as aves tiveram água e ração a vontade.

Tabela 4. Composição percentual de ingredientes e nutrientes da ração basal fornecida entre a 64ª até a 80ª semanas de idade das aves

Ingredientes (%)	Níveis do Aditivo fitogênico (%)		
	0,0	0,015	0,03
Milho moído	52,78	52,78	52,78
Farelo de soja	30,50	30,50	30,50
Calcário calcítico	9,04	9,04	9,04
Óleo de soja	5,03	5,03	5,03
Fosfato bicálcico	1,67	1,67	1,67
Sal comum	0,43	0,43	0,43
Suplemento Vitamínico/Mineral ¹	0,40	0,40	0,40
Metionina	0,19	0,19	0,19
Aditivo fitogênico (ProPhytus®)	0,00	0,015	0,03
Total	100,00	100,00	100,00

Níveis Nutricionais Calculados			
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	2.950	2.950	2.950
Proteína Bruta (%)	18,50	18,50	18,50
Cálcio (%)	4,00	4,00	4,00
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41
Aminoácidos sulfurados digestíveis (%)	0,70	0,70	0,70
Metionina (%)	0,45	0,45	0,45
Lisina (%)	0,88	0,88	0,88
Treonina (%)	0,62	0,62	0,62
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21

¹ Fornecido por kg de dieta: Ferro (mín.) 0,04 g / kg; Cobre (mín.) 10 mg / kg; Manganês (mín) 0,08 g / kg; Zinco (mín) 0,1 g / kg; Iodo (mín) 0,832 mg / kg; Selênio (mín) 0,3 mg / kg; Vitamina A (mín.) 7.000,00 UI / kg; Vitamina D3 (mín.) 2.500,00 UI / kg; Vitamina E (mín.) 8,00 UI / kg; Vitamina K3 (mín) 1,58 mg / kg; Vitamina B1 (mín) 1,00 mg / kg; Vitamina B2 (mín) 4,00 mg / kg; Niacina (mín) 20,1 mg / kg; Ido pantotico (mimo) 7,22 mg / kg; Vitamina B6 (mín) 1,00 mg / kg; Ácido fólico (mín) 0,297 mg / kg; Biotina (mín): 0,02 mg / kg; Vitamina B12 (mín) 9,6 mcg / kg; Colina (mín) 0,3 g / kg; Metionina (mín) 0,7 g / kg; Halquinol 30 mg / kg

Para a obtenção dos dados de análise de qualidade interna e externa dos ovos, no mesmo dia, foram coletados aleatoriamente ao final de cada ciclo, nos dois últimos dias de cada período dos 28 dias (ou seja, no 27º e 28º dia), dois ovos por repetição, totalizando quatro ovos que foram identificados previamente com o tratamento e a repetição. Depois de ser recolhidos, no mesmo dia da coleta foram analisados individualmente com o aparelho Digital Egg Tester (DET6000). As características avaliadas foram unidade Haugh, peso do ovo (gramas), altura de

albúmen (mm), resistência da casca (kgf), coloração da gema e espessura da casca (mm).

Além disso, para realizar a análise de qualidade de ovos estocados, se coletou quatro ovos nos dias 25º, 26º, 27º e 28º de cada ciclo para estocá-los e realizar a qualidade aos sete e 14 dias tanto a temperatura ambiente como em refrigeração. Totalizando assim quatro ovos para cada análise de qualidade de ovos, avaliando dois ovos por repetição.

Para realizar o cálculo de consumo de ração, foi pesada a ração total fornecida no ciclo e a sobra de cada período (descontando sempre as taras de cada balde de cada repetição), assim através da diferença entre ambas e dividindo o resultado pelo número de aves de cada unidade experimental obtivemos o consumo de ração expressado em gramas por ave por dia.

Para calcular a produção de ovos por ave expressa em porcentagem, se contabilizou a quantidade de ovos produzidos por ciclo e se dividiu pelo número total de aves de cada unidade experimental, depois esse resultado será dividido por 28 (referente à duração do ciclo) e finalmente multiplicado por 100 para a conversão em porcentagem.

Para a obtenção do peso médio dos ovos, nos últimos dois dias de cada ciclo foram coletados os ovos de cada parcela, os quais foram pesados em conjunto por unidade experimental (Figura 5). Esse resultado foi dividido pelo número de ovos coletados em cada unidade experimental, dando como resultado o parâmetro de peso médio dos ovos.

Figura 5 – Procedimento de coleta e pesagem dos ovos por tratamento e repetição

Fonte: Autoria Própria

Por outro lado, a massa de ovos foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de produção de ovos e o valor obtido expressado em gramas de ovos por ave por dia.

Para o cálculo da conversão alimentar por dúzia de ovos, se dividiu o consumo de ração (expresso em gramas) pela produção de ovos em cada período e o resultado foi multiplicado por 12. Para o caso do cálculo de conversão alimentar por massa de ovos foi obtido dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovos.

As condições de temperatura e umidade foram monitoradas todos os dias por termômetro de máxima e mínima, as leituras foram realizadas duas vezes por dia, a primeira pela manhã as 08h00 e a segunda à tarde as 14h00 ao longo dos ciclos experimentais.

Os dados foram analisados através do programa computacional *Statistical Analysis System SAS* (Versão 9.3), e foram submetidos à análise por contrastes e ao teste de Tukey (0,05 %).

3.3 Resultados e discussão

As médias dos dados de desempenho avaliados com os diferentes níveis de inclusão do aditivo fitogênico são observadas na (Tabela 5) e os de qualidade de ovo na (Tabela 6).

Em relação ao desempenho produtivo pode-se observar que a adição do aditivo fitogênico na ração melhorou a característica de conversão alimentar por massa de ovos, apresentando uma diferença significativa ($P < 0,05$) através do contraste das médias, que demonstra que a sua inclusão na dieta ajudaria a diminuir o custo de produção por massa de ovo. Isso foi observado com a inclusão de 0,030 do aditivo fitogênico na ração. Para o caso da produção de ovos, consumo de ração, massa de ovos e conversão alimentar não foi observada diferença estatística. A melhora na conversão alimentar já foi citada na literatura por Murakami *et al.* (2014) para frangos de corte de 1 a 14 dias ao utilizar uma mistura de óleos funcionais de caju e mamona na dieta (0,15 e 0,2 %), também Bess *et al.* (2012) trabalharam com óleos funcionais de caju e mamona na ração para frangos de corte de 1 a 42 dias, obtendo uma melhora na conversão alimentar e aumentando o peso dos frangos. Além de esses estudos tenham demonstrado os mesmos resultados para o parâmetro de conversão alimentar, Bess *et al.* também obteve uma melhora no ganho do peso dos animais, corroborando com os resultados encontrados nesse estudo, o qual demonstrou uma diferença significativa ($P < 0,05$) para a característica do peso dos ovos. Indicando que a inclusão do aditivo fitogênico estudado contendo os óleos funcionais de caju, mamona e copaíba na ração de poedeiras foram favoráveis, podendo estar relacionado com as funções antimicrobianas e anti-inflamatórias que possuem esses óleos, melhorando a microbiota intestinal dos animais permitindo assim aproveitar de maneira mais eficiente os nutrientes da ração e melhorando o sistema imune pelos resultados de performance avaliados.

Tabela 5. Contraste dos parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de aditivo fitogênico sobre as características de produção de ovos (PO), consumo de ração (CR), massa do ovo (MO), conversão alimentar por dúzia (CA/dúzia) e conversão alimentar por massa de ovo (CA/MO)

Característica	Níveis		SEM	P (%)
	0,00	0,030		
PO (%/ave/dia)	92,41	93,06	0,51	0,534
CR (g/ave/dia)	97,86	96,81	0,50	0,295
MO (g/dia)	59,24	60,71	0,40	0,067
CA/Dúzia (kg/g)	1,276	1,253	0,011	0,298
CA/MO (kg/kg)	1,661 ^b	1,601 ^a	0,015	0,049

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si por contraste ($p < 0,05$).

No estudo de López *et al.* (2012), utilizaram para frangos de corte diferentes níveis do líquido da casca da castanha de caju (0,10 ml; 0,20 ml; 0,30 ml; 0,40 ml) e mais um tratamento com promotor de crescimento, obtendo resultados diferentes onde não houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho, porém houve uma resposta linear de incremento no parâmetro de rendimento de carcaça com o aumento na inclusão do líquido da casca da castanha de caju na dieta, e houve uma redução gradual da concentração de *Escherichia coli* comparado com o controle.

Em relação à qualidade de ovos frescos, pode-se observar (Tabela 6) que os tratamentos com a inclusão do aditivo fitogênico a base de óleos funcionais apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) para as características de altura de albúmen e peso dos ovos, o que demonstra uma melhora para o produtor com relação à venda dos ovos.

Tabela 6. Qualidade de ovos frescos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm)

Característica	Níveis			SEM	P (%)
	0,00	0,015	0,030		
UH	83,47	84,35	85,22	0,39	0,179
AA, mm	7,22 ^c	7,48 ^b	7,64 ^a	0,07	0,044
RC, kgf	3,798	3,709	3,892	0,034	0,082
P, g	64,23 ^c	65,26 ^b	65,85 ^a	0,23	0,012
CG	5,56	5,67	5,63	0,03	0,306
EC, mm	0,398	0,398	0,404	0,001	0,110

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Esses resultados foram similares aos encontrados no trabalho de Oliveira et al. (2018) que utilizaram na ração de poedeiras um óleo funcional de copaíba em diferentes níveis (0,03; 0,06; 0,09 %) e também avaliaram o efeito sobre a qualidade de ovos armazenados em refrigeração e em temperatura ambiente, os quais mantiveram os valores médios de unidade Haugh elevados (sendo que, para a obtenção desse resultado são necessários os dados de altura de albúmen e peso do ovo), semelhantes aos tratamentos para os ovos armazenados em refrigeração por 14 dias, sugerindo a atividade antioxidante que possuem os óleos funcionais na preservação da qualidade do albúmen. Entretanto, apesar de não ter expressado no presente estudo um efeito significativo para unidade Haugh, os resultados demonstraram uma tendência positiva e crescente nos níveis de aditivo fitogênico estudados. A unidade Haugh, à qual depende da altura do albúmen e do peso do ovo, é um parâmetro que é utilizado mundialmente para determinar a qualidade interna dos ovos, devido a sua fácil aplicação e a alta correlação que tem esse parâmetro com a aparência do ovo ao ser quebrado (Lana et al., 2017).

Tabela 7. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 7 dias a temperatura ambiente

Característica	Níveis			SEM	P (%)
	0,00	0,015	0,030		
UH	60,49	60,25	60,76	0,48	0,913
AA, mm	4,37	4,40	4,45	0,04	0,763
RC, kgf	3,901	3,870	3,837	0,039	0,798
P, g	62,31 ^c	63,36 ^b	63,89 ^a	0,19	0,002
CG	5,29	5,26	5,28	0,03	0,941
EC, mm	0,395	0,397	0,431	0,077	0,362

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 8. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 7 dias em refrigeração

Característica	Níveis			SEM	P (%)
	0,00	0,015	0,030		
UH	75,07	76,06	76,25	0,35	0,330
AA, mm	6,02	6,23	6,20	0,06	0,268
RC, kgf	3,690	3,709	3,834	0,033	0,154
P, g	63,39 ^c	63,87 ^b	64,70 ^a	0,21	0,037
CG	5,36	5,37	5,44	0,03	0,567
EC, mm	0,396	0,397	0,401	0,067	0,359

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para os dados de qualidade dos ovos armazenados até os sete dias tanto para temperatura ambiente e em refrigeração, não se observou diferença significativa para os parâmetros avaliados, exceto para peso dos ovos ($P < 0,05$), da mesma forma que os ovos armazenados até 14 dias em refrigeração, onde podemos observar que houve diferença estatística ($P < 0,05$) somente para a característica do peso dos ovos.

Tabela 9. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 14 dias a temperatura ambiente

Característica	Níveis			SEM	P (%)
	0,00	0,015	0,030		
UH	47,90	49,03	49,74	0,48	0,287
AA, mm	3,36	3,46	3,56	0,04	0,087
RC, kgf	3,809	3,824	3,902	0,035	0,512
P, g	62,74	63,36	63,58	0,22	0,284
CG	5,46	5,53	5,58	0,03	0,303
EC, mm	0,398	0,396	0,396	0,001	0,723

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 10. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com aditivo fitogênico a base de óleos funcionais sobre as características de unidade Haugh (UH); altura de albúmen (AA, mm); resistência da casca (RC, kgf); peso (P); coloração da gema (CG) e espessura da casca (EC, mm) mantidos durante 14 dias em refrigeração

Característica	Níveis			SEM	P (%)
	0,00	0,015	0,030		
UH	69,45	70,04	70,38	0,34	0,520
AA, mm	5,29	5,39	5,46	0,04	0,225
RC, kgf	3,782	3,800	3,948	0,039	0,156
P, g	62,95 ^c	63,68 ^b	64,27 ^a	0,21	0,041
CG	5,57	5,55	5,62	0,03	0,634
EC, mm	0,393	0,389	0,400	0,065	0,382

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Cruz et al. (2015) avaliou o efeito da inclusão do farelo de castanha de caju (5; 10; 15; 20; 25 %) sobre a utilização dos nutrientes, desempenho e características dos ovos, não observando diferença estatística para os parâmetros de desempenho, na qual a produção de ovos, massa de ovo, conversão alimentar e a coloração da gema pioraram linearmente nos tratamentos com a inclusão do aditivo de farelo de caju, podendo estar relacionado com a forma na qual foi oferecido o produto e os níveis utilizados (que comparados com o presente estudo foram elevados). Esses resultados diferem com os encontrados no experimento, promovendo assim à pesquisa com respeito aos níveis máximos e mínimos que poderiam ser usados na

avicultura de postura. Os resultados do presente trabalho, novamente diferem daqueles encontrados por Hanna et al. (2013), no qual utilizaram diferentes níveis do óleo de copaíba (0,15; 0,20; 0,25; 0,30 %) para avaliar os parâmetros de desempenho e de qualidade de ovo em galinhas de 88 semanas de idade, demonstrando que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis de consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa, porém observou-se um efeito quadrático para a espessura de casca, que difere de nossos resultados, isso pode ser explicado pela idade das aves utilizadas, devido a que utilizando animais de uma idade maior, as propriedades que podem ter os óleos funcionais não seriam adequadamente aproveitadas, e para o caso da espessura da casca, a explicação poderia estar relacionada pelo fato de ter começado o experimento com aves mais velhas (sabendo que por em quanto mais velha a ave maior será o tamanho do ovo, fazendo que as cascas sejam mais frágeis no momento da manipulação), pensando que a partir dessa idade poderíamos observar mudanças mais diretas para as características de qualidade da casca relacionadas às propriedades dos óleos funcionais, nesse caso do óleo de copaíba. Uma opção seria testar os óleos funcionais em aves mais velhas, deixando sair algumas outras qualidades benéficas que podem ter esses aditivos fitogênicos.

A escassa literatura sobre o uso dos aditivos fitogênicos e de óleos funcionais em aves de postura e seu efeito na qualidade dos ovos dificulta a discussão dos resultados deste trabalho. Dessa forma fazem-se necessárias novas pesquisas na área para entender os efeitos dos produtos fitogênicos, aperfeiçoando mais sua aplicação na produção avícola.

3.4 Conclusão

A utilização do aditivo fitogênico à base de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba em diferentes níveis na ração de poedeiras houve efeito significativo na característica peso dos ovos, onde a inclusão de 0,03 % foi o melhor resultado, melhorou também a conversão alimentar por massa de ovos e altura do albúmen para a qualidade de ovos frescos sem alteração de outras características, concluindo-se que a inclusão do aditivo é favorável para o produtor.

REFERÊNCIAS

- BESS, F. et al. The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 3, p. 567-578, 2012.
- BUTAYE, P. et al. Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well know antibiotics on Grampositive bacteria. **Clinical Microbiology Reviews**, v.16, n.2, p.175 - 188, 2003.
- CRUZ, C.E.B. et al. Farelo da castanha de caju na alimentação de poedeiras marrons. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 39, n. 1, p. 68-74, 2015.
- HANNA, A.C.S. et al. Bioefficacy of the copaiba Oil (*Copaifera* sp.) in diets of laying hens in the second production cycle in humid tropical climate. **International Journal of Poultry Science**, v. 12, n. 11, p. 647-652, 2013.
- LANA, S.R.V. et al. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** v. 18, n. 1, p. 140-151, 2017.
- LÓPEZ, C.A.A. et al. Effects of cashew nut shell liquid (CNSL) on the performance of broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 64, n.4, p. 1027-1035, 2012.
- MURAKAMI, A.E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7, p. 981–989, 2014.
- OLIVEIRA, G.R. et al. Adição de óleo de copaíba (*copaifera langsdorffii*) e sucupira (*pterodon emarginatus*) na alimentação de poedeiras: qualidade física de ovos armazenados em diferentes temperaturas. **Cienc. Anim. Bras.** v. 19, p. 1-12, 2018.
- SALEHA, A. A. et al. Possible Effect of Antibiotic-Supplemented Feed and Environment on the Occurrence of Multiple Antibiotic Resistant *Escherichia coli* in Chickens. **International journal of Poultry Science**, v. 8, n. 1, p. 28–31, 2009.
- SUZUKI, O. H.; FLEMMING, J. S.; SILVA, M. E. T. Uso de óleos essenciais® 1 na alimentação de leitões. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 6, n. 4, p. 519–526, 2008