

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ÓLEO FUNCIONAL DE CAJU, MAMONA E COPAÍBA NA
ALIMENTAÇÃO DE *Coturnix coturnix japonica***

Autora: Milena de Lima Vieira

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra

Rio Verde – GO

Setembro – 2021

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ÓLEO FUNCIONAL DE CAJU, MAMONA E COPAÍBA NA
ALIMENTAÇÃO DE *Coturnix coturnix japonica***

Autora: Milena de Lima Vieira

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração: Produção Animal.

Rio Verde – GO

Setembro – 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

VV6586 VIEIRA, MILENA DE LIMA
ÓLEO FUNCIONAL DE CAJU, MAMONA E COPAÍBA NA
ALIMENTAÇÃO DE Coturnix coturnix japonica / MILENA
DE LIMA VIEIRA; orientadora CIBELE SILVA MINAFRA. --
Rio Verde, 2021.
41 p.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Manejo e
Nutrição Animal) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Rio Verde, 2021.

1. Coturnicultura, . 2. coturnix coturnix
japônica, . 3. promotor de crescimento. I. MINAFRA,
CIBELE SILVA, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Milena de Lima Vieira

Matrícula: 2019102310240087

Título do Trabalho: Óleo funcional de caju, mamona e copaíba na Alimentação de *Coturnix coturnix japonica*

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 21/09/2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, Goiás, 19 / 09 /2022.
Local Data

Milena de Lima Vieira

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Chelina

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ÓLEO FUNCIONAL DE CAJU, MAMONA E COPAÍBA NA ALIMENTAÇÃO DE *Coturnix
coturnix japonica***

Autora: Milena de Lima Vieira
Orientadora: Cibele Silva Minafra

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração em Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

APROVADO em 30 de setembro de 2021.

Dr^a. Ana Paula Cardoso Gomide
Avaliadora interna
IF Goiano/Rio Verde

Dr^a. Christiane Silva Souza
Avaliadora externa
UFRRJ

Ma. Crislaine Messias de Souza
Convidada
IF Goiano/Morrinhos

Dr^a. Cibele Silva Minafra
Presidente da banca
IF Goiano/Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- **Ana Paula Cardoso Gomide**, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - CCMZ-RV, em 18/10/2021 10:25:13.
- **Crislaine Messias de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 15/10/2021 08:21:15.
- **Christiane Silva Souza**, Christiane Silva Souza - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Ufrj (29427465000105), em 15/10/2021 07:53:33.
- **Cibele Silva Minafra**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/10/2021 12:32:47.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/09/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 311038

Código de Autenticação: b3b3315812



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

“Um livro, uma caneta, uma criança e um professor podem mudar o mundo”

Malala Yousafzai

Dedico este trabalho aos meus irmãos, Maria Luíza e João Benício, por me serem exemplo de força, fé e perseverança. Por mostrarem em sua singularidade o quão maravilhoso e precioso é cada minuto de nossas vidas!

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia chegar a bom porto sem o precioso apoio de várias pessoas.

Em primeiro lugar, não posso deixar de agradecer a Deus por ter me concedido o dom da vida, força, inteligência e persistência para conclusão deste trabalho.

Agradeço a minha orientadora, Professora Doutora Cibele Minafra, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho e em todos aqueles que realizei durante os seminários do mestrado. Muito obrigada por me ter corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar.

Aos meus pais, Moisés Vieira e Edilene Lima, pela educação e ensinamentos de uma vida. Aos meus irmãos, Antônio Neto, Mateus Vieira, Maria Luíza, Maria Elloah e João Benício pelo amor e carinho de sempre.

Agradeço à minha família e amigos pelo apoio incondicional que me deram, especialmente aos meus irmãos de outra mãe, Nariane Coelho e Alexandro Oliveira, pela amizade, amor e carinho ao longo de todos os anos.

Desejo igualmente agradecer a todos os meus amigos do Mestrado em Zootecnia, especialmente ao amigo Robério Gomes, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

Aos amigos conquistados ao longo de minha estadia em Rio Verde, Bárbara, Gustavo, Rosemeire, Antônio, Cinara, Stéfane, Nathan, Prof.^a Ana Paula e Prof. Adriano, agradeço as risadas, conselhos e companhia nos dias bons e ruins.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Milena de Lima Vieira, filha de Moisés dos Santos Vieira e Edilene de Lima Vieira. Nascida no dia 21 de setembro de 1993 no município de Mãe do Rio – Pará. Iniciou sua formação acadêmica e profissional em fevereiro de 2014, quando ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, em Morrinhos – GO, tendo concluído em abril de 2018. Em março de 2019 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, concentrando seus estudos na área de Produção Animal e Sustentabilidade na Produção e, submetendo-se à defesa de dissertação em 20 de setembro de 2021 para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
INTRODUÇÃO	12
REVISÃO DE LITERATURA	14
Coturnicultura	14
Codorna japonesa (<i>Coturnix coturnix japonica</i>)	14
Fisiologia do trato gastrointestinal de aves	15
Óleos Funcionais (OFA)	16
Óleo de caju (<i>Anacardium occidentale L.</i>)	17
Óleo de mamona (<i>Ricinus communis L.</i>)	18
Óleo de copaíba (<i>Copaifera sp.</i>)	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO II - ÓLEO FUNCIONAL DE CAJU, MAMONA E COPAÍBA NA ALIMENTAÇÃO DE <i>Coturnix coturnix japonica</i>	27
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	30
Localização e época de realização	30
Instalações e aves	30
Delineamento e tratamentos experimentais	30
Desempenho	32
Qualidade de ovos	33
Biometria do trato gastrintestinal (TGI)	34
Análise estatística	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	38

Índice de tabelas

Tabela 1 - Divisão das dietas e tratamentos.....	31
Tabela 2 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados nas dietas à base de milho e farelo de soja com a inclusão de 25g/tonelada, 50g/tonelada e 75g/tonelada de óleo funcional de caju, mamona e copaíba de rações para codornas japonesas.....	31
Tabela 3 - Desempenho de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais.....	35
Tabela 4 - Qualidade dos ovos frescos de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais.....	36
Tabela 5 - Biometria do trato gastrointestinal de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais.....	38

Lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades

%	- Porcentagem
°C	- Graus célsius
CA	- Conversão alimentar
cm	- Centímetros
CR	- Consumo de ração
CTGI	- Comprimento do Trato gastrointestinal
DIC	- Delineamento inteiramente ao acaso
ESO+PAPO	- Esôfago e papo (juntos)
g	- Gramas
GE	- Gravidade Específica
IG	- Intestino Grosso
ID	- Intestino Delgado
kg	- Quilogramas
MO	- Massa de ovo
OFA	- Óleo funcional associado
PP	- Porcentagem de postura
PTGI	- Peso do trato gastrointestinal
pH	- Potencial hidrogeniônico
PRÓ+MOE	- Proventrículo e moela
TGI	- Trato gastrointestinal
UH	- Unidade Haugh
VIA%	- Viabilidade

RESUMO

VIEIRA, Milena de Lima. Óleo funcional de caju, mamona e copaíba na alimentação de *Coturnix coturnix japonica*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás, Brasil, 2021.

A coturnicultura para a produção de ovos, possui importância comercial. Pois, as codornas são aves de pequeno porte e se adaptam a sistemas de produção intensivo, associado a rápida maturação sexual, com altos níveis de postura e resistência a doenças. Contudo, atualmente, no setor avícola, busca-se alternativas ao uso de antimicrobianos promotores de crescimento, pois o uso desses medicamentos sofreu restrições parciais e totais em todo o mundo, exigindo do setor de produção a renovação para não perder participação no mercado consumidor. A retirada dos antimicrobianos na alimentação de aves se dá porque há a presença de resíduos dos antimicrobianos na alimentação humana, além de seu descarte e poluição ambiental e, o risco de microrganismos extremamente resistentes a estes produtos. Os óleos funcionais são obtidos pelo metabolismo primário das plantas e podem ser utilizados nesta tentativa de substituição dos promotores de crescimento tradicionais sem que se perca em capacidade produtiva e beneficiado pela ação antioxidante e antimicrobiana, aumentando a imunidade das codornas. O óleo de caju, é um composto de vários ácidos como o anacárdico, cardol e cardanol os quais possuem atividade antimicrobiana e o cardanol atividade anti-inflamatória e antioxidante. Já o óleo de mamona, possui características químicas atípicas quando comparadas à maioria dos óleos vegetais, a maior parte da sua composição corresponde a presença do triglicerídeo do ácido ricinoleico, que é um ácido graxo hidroxilado com baixa frequência nos óleos vegetais. O óleo de copaíba tem baixa solubilidade em água e em soluções alcoólicas diluídas, e tem propensão para oxidação rápida. Apresenta alto potencial anti-inflamatório, antibacteriano, antifúngico e antisséptico. Contudo, por se tratar de um grupo muito heterogêneo no que diz a respeito de suas composições, os resultados desta suplementação ainda são extremamente variáveis e incertos em relação aos níveis de inclusão e interações entre si. Objetivou-se apresentar uma revisão descritiva do uso de óleos funcionais em substituição aos antimicrobianos.

Palavras-chave: Coturnicultura, *coturnix coturnix japonica*, promotor de crescimento

ABSTRACT

VIEIRA, Milena de Lima. Functional oil of cashew, castor and copaíba in the feeding of *Coturnix coturnix japonica*. Dissertation (Master in Animal Science), Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás, Brazil, 2021.

The quail production for eggs, has commercial importance, because quails are small birds and adapt to intensive production systems, associated with rapid sexual maturation, with high levels of posture and disease resistance. However, currently, in the poultry sector, alternatives to the use of growth-promoting antimicrobials are being sought, as the use of these drugs has been subject to partial and total restrictions worldwide, requiring a renewal from the production sector to not lose market share. The removal of antimicrobials in poultry feed occurs mainly because there is the presence of residues of antimicrobials in human food, in addition to their disposal and environmental pollution, and the risk of extremely resistant microorganisms to these products. Functional oils are obtained by the primary metabolism of plants and can be used in this attempt to replace traditional growth promoters without losing productive capacity and benefiting from the antioxidant and antimicrobial action, increasing quail immunity. Cashew oil is a compound of several acids such as anacardic, cardol and cardanol which have antimicrobial activity and cardanol anti-inflammatory and antioxidant activity. Castor oil, on the other hand, has atypical chemical characteristics when compared to most vegetable oils, most of its composition corresponds to the presence of the triglyceride of ricinoleic acid, which is a hydroxylated fatty acid with low frequency in vegetable oils. Copaiba oil has low solubility in water and dilute alcoholic solutions, and has a propensity for rapid oxidation. It has high anti-inflammatory, antibacterial, antifungal, and antiseptic potential. However, as they are a very heterogeneous group regarding their compositions, the results of this supplementation are still extremely variable and uncertain in relation to the levels of inclusion and interactions among themselves. The objective was to present a descriptive review of the use of functional oils to replace antimicrobials.

Keywords: *Coturnix coturnix japonica*, cotton farming, growth promoter

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

A avicultura possui uma ramificação, denominada coturnicultura, que enfatiza a criação e produção de alimentos (ovos e carne) de codornas, sendo as *Coturnix coturnix japônica*, codornas poedeiras. As codornas japonesas são aves nativas da região da Europa, norte da África e Ásia, e seu nome se origina a partir do século XV pela domesticação dessa espécie no território japonês (OKO et al., 2018).

A coturnicultura brasileira, não sendo de grande representatividade em comparação a avicultura tradicional, contudo representou no ano de 2019, mais de 17 milhões de matrizes, que forneceu uma produção de ovos acima de 315 mil dúzias produzidas nesse respectivo ano (IBGE, 2019).

Tanto a coturnicultura quanto a avicultura, necessitam de adaptações aos novos modelos de produção e comercialização, devido a proibição mundial exercida sobre os antibióticos promotores de crescimento e que recentemente, a produção aviária brasileira, pode ser totalmente proibida de acordo com a consulta pública criada a partir da portaria 171 de 18 de dezembro de 2018. O Brasil estará de acordo com normas de produção de outros países, como a exemplo dos países da união europeia e demais importadores dos produtos gerados desses animais se banir ou proibir estes antibióticos.

Há novas tecnologias na criação desses animais, livre dos antibióticos com fins de promotor. Entre as alternativas para a substituição dos antibióticos, têm os óleos funcionais. Os óleos funcionais têm sido classificados como óleos que possuem benefícios, além do seu conteúdo energético, que dependerão do tipo de óleo, podendo apresentar atividade antioxidante, antimicrobiana ou anti-inflamatória (KUBO, et al. 2003). Dentre as opções, têm os óleos funcionais, sendo amplamente estudados e utilizados, como exemplo dos óleos funcionais de caju, mamona e copaíba.

Segundo Vieira (2001) o *Ricinus communis L.* é composto majoritariamente (90%) de ácido ricinoleico conhecido por sua ação laxativa. O ácido ricinoleico exerce efeito antimicrobiano desnaturando e coagulando as proteínas da parede celular bacteriana. O grupamento éster que compõe a molécula de ácido ricinoleico favorece a hidrólise por esterases plasmáticas que formam álcool e inibem a enzima transpeptidase responsável pela

síntese de peptídoglicanos, presentes principalmente na parede das bactérias gram-positivas (GUIMARÃES et al., 2014).

O óleo de *Anacardium occidentale L.* é uma planta tropical, originária do Brasil. O óleo funcional pode ser extraído da castanha de caju, fruto reniforme do tipo aquênio, conhecido como castanha, cujo mesocarpo contém um óleo resina cáustica, conhecido como LCC (líquido da castanha do caju). Seus principais componentes são os ácidos anacárdico, cardol e cardanol. As atividades antimicrobianas são atribuídas aos princípios ativos ácidos anacárdico e cardol, que atuam como ionóforo monovalente (NAGABHUSHAMA et al., 1995).

O óleo de *copaifera sp.* é um óleo destilado de uma oleorresina chamada copaíba. Esta resina é produzida como uma seiva de uma árvore na América do Sul do gênero *Copaifera*. A copaíba é considerada uma das mais importantes substâncias anti-inflamatórias, no entanto, seu uso ainda se restringe em grande parte do mundo na utilização em laca ou verniz (OLIVEIRA et al., 2018).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de óleo funcional de caju, mamona e copaíba na dieta de codornas japonesas, sobre o desempenho, biometria do trato gastrointestinal e qualidade dos ovos produzidos.

REVISÃO DE LITERATURA

Coturnicultura

Durante décadas a coturnicultura foi considerada uma atividade alternativa para pequenos produtores. Contudo, o potencial de produção de ovos e carne apresentado nos últimos anos tem estimulado a exploração comercial da espécie. Para Silva (2018) a coturnicultura apresenta-se como segmento da avicultura brasileira que cria, melhora e fomenta a produção de codornas. O aumento do interesse pela coturnicultura pode ser percebido pelo crescimento de estudos acadêmicos sobre questões de melhoramento genético, nutrição, manejo, equipamentos para a produção das aves e, também para a tecnificação na produção de ovos.

A coturnicultura apresenta-se como um ramo da avicultura bastante promissor, além de possibilitar a produção de alimento apresenta rápido retorno econômico do capital investido (OLIVEIRA, et al., 2019), além do importante papel social, pelo baixo investimento inicial e necessidade de menores áreas para criação, incluindo a agricultura familiar ou o pequeno produtor numa atividade rentável, ou seja, essas características peculiares indicam a importância social da coturnicultura, pois os sistemas de produção possibilitam geração de renda e exploração com emprego da mão de obra familiar (SILVA et al., 2018; ARIKI, 2019).

Jácome, et al., (2012), enfatizam que a partir da modernização da coturnicultura com a geração de renda aos investidores, a produção deixou de ser uma atividade de subsistência, passando a ocupar níveis tecnificados, que impulsionou seu desenvolvimento no setor avícola, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial de ovos de codorna (SILVA et al., 2012). Portanto, economicamente a coturnicultura chama a atenção dos produtores rurais, por exigir baixo investimento, com rápido retorno econômico, principalmente se comparada à avicultura de frangos de corte, que demanda alto investimento (FORTES, et al., 2016).

Codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*)

As codornas são pequenas aves originárias da Europa e da Ásia. Os primeiros dados históricos sobre a procedência da codorna datam do século XII, porém a criação das aves para a produção de carne e ovos teve início em 1910 no Japão, China e Coreia, quando se buscou cruzamentos para obter um animal de alta produção, principalmente de ovos no caso da variedade japonesa da espécie (*Coturnix coturnix japonica*) (PETROLLI, et al., 2011).

A codorna pode ser considerada a mais precoce das aves, pois inicia sua postura com 35 a 45 dias de idade, podendo produzir até 300 ovos no primeiro ano de vida. As informações sobre desempenho produtivo e qualidade dos ovos, principalmente para as condições do Brasil ainda estão começando, mas existe a tendência em investir mais em pesquisas com codornas no país, as codornas possuem as seguintes qualidades: rápido crescimento; precocidade sexual; postura e rusticidade elevadas e baixo consumo de alimento. Além de apresentarem boa aceitação no mercado, precisam de pouco espaço para ser criadas e apresentam resultados em pouco tempo (KONELL, et al., 2018).

O retorno econômico da produção das codornas é muito rápido e eficaz, por esse motivo, muitos produtores estão se interessando nesse tipo de produção. As codornas podem ser economicamente viáveis em dois ramos, o da produção de ovos e a produção da sua carne (GONÇALVES, 2017).

A codorna japonesa é predominante no Brasil e no Japão, mas nos países europeus a produção também é de grande relevância. É excelente produtora de carnes e ovos, pois começam a postura com 35 dias de vida e chegam a produzir aproximadamente 300 ovos/ano. Além disso, a codorna japonesa é ideal para principiantes por ser uma ave muito dócil e de fácil criação, além de ser bastante sociável com outras aves (MASSUDA & MURAKAMI, 2008; SEZER & KOÇAK, 2020).

Fisiologia do trato gastrointestinal de aves

O sistema digestório das aves, na eclosão, está anatomicamente completo, porém, existe a necessidade de passar por processos adaptativos para adquirir adequada eficiência nos processos de digestão e absorção de todos os nutrientes. Com isso, as aves mais jovens, por ainda apresentarem o sistema digestivo em desenvolvimento, não possuem a mesma capacidade de digestão e absorção de nutrientes quando comparadas as aves mais velhas, que dispõem de um trato digestivo maior, com maior produção de enzimas e secreções gástricas, consequentemente, melhor aproveitamento dos alimentos (RUTZ et al., 2015).

O intestino delgado é responsável pela maioria dos processos que envolvem a digestão e absorção dos nutrientes. No decorrer do desenvolvimento das aves, o intestino delgado sofre alterações como aumento de comprimento, altura e densidade dos vilos, no número e volume de suas células enterócitas, caliciformes e enteroendocrinas (SANTOS et al., 2014).

As secreções enzimáticas, alterações de pH, taxa de passagem do bolo alimentar e até mesmo as concentrações de ácidos graxos voláteis interferem na população da microbiota encontrada ao longo do trato gastrointestinal, conseqüentemente, provoca interferências no desempenho das aves. Cerca de 90% da microbiota intestinal das aves é composta por bactérias do gênero *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Eubacterium*, sendo os 10% restantes composta por *Escherichia coli*, *Clostridium spp.*, e *Salmonella spp.*, bactérias consideradas patogênicas (NÉVOA et al., 2013).

O trato gastrintestinal é a maior superfície do corpo do animal e está constantemente sendo exposta a uma variedade de desafios. Ele representa uma barreira seletiva entre os tecidos da ave e o lúmen intestinal. Esta barreira é composta por componentes físicos, químicos, imunológicos e microbiológicos (RUTZ et al., 2015). Ademais, o bom desempenho das aves está diretamente relacionado, dentre outros fatores, como a nutrição. Portanto, faz-se necessário que se mantenha a integridade do trato digestório, através de técnicas de manejo nutricionais que proporcionem maior ingestão do alimento, alterações físicas e químicas deste durante a passagem pelo trato, e conseqüentemente melhor absorção dos produtos da digestão (FERNANDES, 2012). O conhecimento morfofisiológico do sistema digestivo é imprescindível para aplicação dessas técnicas.

Óleos Funcionais (OFA)

Antes de entrar em detalhes sobre os óleos funcionais (OFA) é conveniente definir bem os termos usados. Embora se use as palavras “óleos” e “gorduras” como se estas substâncias sempre estivessem formadas por misturas de triglicerídeos e ácidos graxos, na realidade dentro dos óleos e gorduras existem muitas substâncias que nem são ácidos graxos nem triglicerídeos. São substâncias lipofílicas (solúveis em óleos) que aparecem dissolvidas dentro dos óleos (TORRENT, 2014; STEINER, 2019; VIEIRA, 2020).

Exemplos muito conhecidos de substâncias lipofílicas seriam as vitaminas lipossolúveis (A, D, E) e o colesterol. Essas substâncias têm funções bem conhecidas no metabolismo animal, mas não fornecem energia. Existem muitos outros compostos lipofílicos que aparecem em maior ou menor quantidade em certos óleos com características particulares. Alguns destes compostos são, por exemplo, carotenoides, alguns com efeito provitamina A, outros com efeitos na pigmentação (OLIVEIRA et al., 2012; CONTINI, 2016; STEINER, 2019).

Outros compostos lipofílicos, normalmente voláteis, são usados em perfumaria e especiaria. Estes compostos são os chamados óleos essenciais. O adjetivo “essencial” não vem por serem essenciais para o metabolismo, como poderiam ser alguns aminoácidos ou ácidos graxos, mas por terem o cheiro característico, ou “essência”, da planta da qual foram obtidos (OLIVEIRA et al., 2012; TORRENT, 2014).

Segundo Torrente (2014), quando se fala de óleos, fala-se realmente de substâncias lipofílicas e, dentro destas substâncias lipofílicas, há: 1. Ácidos graxos e triglicerídeos de ácidos graxos que são usados como fonte de energia (como soja ou arroz). 2. Outras substâncias que podem ser usadas em funções não relacionadas com a produção de energia. Como estas substâncias têm funções, estas substâncias são definidas como “óleos funcionais”.

Os óleos funcionais apresentam características energéticas, anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes, além de outras funções. Os óleos funcionais são metabólitos secundários derivados de plantas aromáticas, que caracterizam sabor e odor característicos. São compostos por substâncias, cujos elementos incluem hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, ácidos orgânicos fixos, em diferentes concentrações (FERNANDES, et al., 2015). São obtidos a partir de diferentes partes da planta, tais como: folhas, raízes, caules ou de mais de uma parte, sendo que a principal tecnologia para extração destes óleos funcionais é por destilação a vapor (OLIVEIRA, et al., 2019).

É importante sublinhar que as atividades dos óleos funcionais não estão restringidas a ações antimicrobianas. Alguns OFA podem ter ações antioxidantes, outros podem ter ação anti-inflamatória, ou como mencionado anteriormente, podem afetar a pigmentação do animal ou seus produtos (TORRENT, 2014; STEINER, 2019).

Existem muitos tipos de óleos funcionais, e podem ser classificados 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 carotenoides. Portanto, dependendo do intuito da classificação, seja por função, ou seja, por estrutura química, existem inúmeros tipos de óleos funcionais. Em conclusão, todos os óleos essenciais são funcionais, mas nem todos os funcionais são essenciais (TORRENT, 2014).

Óleo de caju (*Anacardium occidentale L.*)

É uma planta adaptada a lugares de clima tropical como o norte do Brasil, sendo originária do país. O beneficiamento da castanha ocorre principalmente no Ceará, cerca de

70% da capacidade produtiva da região nordeste. Há várias possibilidades de exploração dessa matéria-prima, com valor agregado baixo. As empresas que beneficiam o caju que se encontram no Brasil, produzem cerca de 45 mil toneladas de LCC (líquido da casa da castanha de caju) por ano. A Índia atualmente é o maior produtor da fruta, como ocorre grande competição na produção a tendência é que o preço do produto seja baixo (CRESPÃO, et al., 2021).

De acordo com Torrent (2014) o óleo é obtido da castanha do caju, sendo um composto de vários ácidos como o anacárdico, cardol e cardanol os quais possuem atividade antimicrobiana e o cardanol atividade anti-inflamatória e antioxidante. Esses ácidos irão ter ação de ionóforos na membrana de células gram-positivas, inibindo a multiplicação destas. Murakami et al. (2011), avaliou a utilização de óleo de caju na alimentação de frangos de corte e verificou que no final do período experimental de 42 dias melhoras na conversão alimentar.

Óleo de mamona (*Ricinus communis L.*)

De acordo com as definições da Drumond et al., (2008), a mamona é uma planta pertencente à família *Euphorbiaceae*, que se encaixam diferentes tipos de plantas. No Brasil, pode ser conhecida como mamoneira, rícino, carrapateira, bafureira, baga e palma-criste. São plantas de hábitos arbustivos, com diferentes colorações de caule, folhas e cachos, podendo ou não possuir uma espécie de cera no caule ou pecíolo. Da mesma forma que a planta, as sementes possuem diferentes tamanhos e colorações, os frutos em geral possuem espinhos e em alguns casos são inertes.

Mundialmente, o cultivo da mamona é destinado à extração do óleo da semente que é o mais importante constituinte da semente de mamona. Este também é conhecido como óleo de rícino que tem coloração de incolor a amarelo-dourado, espesso, oleoso, inodoro e insolúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos. No mundo são três principais países responsáveis pela produção de 92% de todo o óleo de mamona produzido, Índia, China e Brasil (CRESPÃO, et al., 2021).

A ação do óleo de mamona se dá por sua atividade na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando as proteínas. Acumulando íons de hidrogênio e potássio na membrana alterando o processo de ações enzimáticas resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, conseqüentemente, a morte bacteriana (CRESPÃO, et al., 2021).

Para Laurentino et al., (2018) o óleo de mamona possui características químicas atípicas quando comparadas com a maioria dos óleos vegetais, sendo entre 84,0 e 91,0% da sua composição correspondente a presença do triglicerídeo do ácido ricinoleico, que é um ácido graxo hidroxilado com baixa frequência nos óleos vegetais. Conferindo ao óleo de mamona diversas características químicas interessantes, podendo ser utilizado nas indústrias médicas, farmacêuticas, cosméticas e atualmente na nutrição animal.

Óleo de copaíba (*Copaifera sp.*)

A copaíba é a árvore produtora do óleo de copaíba, de grande porte. É uma árvore nativa da região tropical da América Latina podendo ser encontrada no México, no Norte da Argentina e na África Ocidental. O óleo de copaíba é reconhecido mundialmente pelo seu poder fitoterápico, o óleo-resina de copaíba é obtido por diversos métodos de extração do caule das árvores adultas, mas, o método mais utilizado é a extração feita por meio de furos no tronco da árvore até atingir o cerne, processo semelhante a retirada do látex nas seringueiras (LIMA, et al., 2018).

O óleo de copaíba é um líquido transparente de viscosidade e coloração variável. O principal composto encontrado no óleo de copaíba é o transcariofileno. O óleo de copaíba tem baixa solubilidade em água e em soluções alcoólicas diluídas, e tem propensão para oxidação rápida. Apresenta alto potencial anti-inflamatório, antibacteriano, antifúngico e antisséptico. Seus estudos em relação a nutrição animal são recentes e escassos. Os estudos da inclusão do óleo de copaíba na nutrição animal só se deram a partir das pesquisas de óleos funcionais em substituição de aditivos nutricionais (LIMA, et al., 2018).

Na nutrição de aves, quando comparado com promotores de crescimento o óleo de copaíba apresenta resultados satisfatórios, como os encontrados por Souza (2010), que ao comparar diferentes níveis do óleo com o promotor de crescimento virginiamicina para avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte, concluiu que a utilização da copaíba é uma alternativa promissora como aditivo de crescimento.

Modo de ação dos óleos funcionais

Para Catalan et al., (2012) a utilização de compostos extraídos de plantas na produção animal ganhou mercado com as restrições ao uso de antibióticos promotores de crescimento, pela necessidade da busca por aditivos alternativos, com foco na exploração do potencial

antimicrobiano, bem como de outras propriedades das plantas e de seus respectivos constituintes.

Para melhor entendimento da utilização de óleos funcionais é necessário compreender a fisiologia das plantas que dão origem aos óleos. As plantas possuem o metabolismo dividido em primário e secundário. O metabolismo primário é considerado essencial a todas as espécies, tendo caráter conservativo. No metabolismo secundário são produzidas substâncias envolvidas na defesa da planta contra patógenos, substâncias que atraem polinizadores, que auxiliam na tolerância a temperaturas extremas e processos adaptativos e é nesta parte do metabolismo que são sintetizadas as substâncias conhecidas na nutrição animal como óleos funcionais (CONTINI, 2016). Os óleos funcionais fazem parte do metabolismo secundário das plantas e por possuírem atividades imunomoduladoras, antimicrobiana e antioxidante são considerados possíveis substitutos dos promotores de crescimento (TRAESEL et al. 2011).

Os modos de ação dos óleos funcionais obtidos de plantas não estão totalmente decifrados mais existem quatro principais formas elucidadas prováveis de ação dos óleos, sendo essas ações o controle de patógenos, atividade antioxidante, melhora na digestão ativando a estimulação enzimática e aumenta a morfometria de órgãos (CRESPÃO, et al., 2021).

Os princípios ativos sofrem metabolização nos enterócitos depois de serem absorvidos no intestino, que se transformarão no fígado e o que não sofrer metabolização é excretado, dificilmente acumulando nos tecidos (FERNADES, et al., 2016).

Os compostos estudados, a partir dos óleos de diferentes plantas, têm como principal função a antimicrobiana exercem ação na parede celular bacteriana e nas proteínas bacterianas desnaturam e coagulam (GUIDOTTI, 2011). A acumulação de compostos lipofílicos como o hidrogênio e potássio faz com que ocorram modificações na membrana dificultando a permeabilidade da mesma, fazendo com que a célula bacteriana tenha dificuldade na sobrevivência, por não conseguir realizar ações enzimáticas através da parede da célula, causando a morte bacteriana por perda do controle quimiosmótico nas bactérias gram-positivas (CRESPÃO, et al., 2021). Já as bactérias gram-negativas possuem uma camada (membrana) de lipossacarídeos que é hidrofílica criando barreira aos óleos funcionais, pois são hidrofóbicos, dando resistência a esse tipo de bactéria aos óleos.

No processo digestivo as plantas estimulam a produção de saliva, suco gástrico e pancreático, levando ao aumento de secreções enzimáticas melhorando a digestibilidade dos nutrientes, principalmente da proteína bruta e fazendo também a manutenção do epitélio intestinal, podendo contribuir também para a melhora da digestibilidade (RODRIGUES, et al., 2017).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIKI, J. **Coturnicultura, mercado em expansão**. CPT Cursos, Viçosa, 07 nov. 2019. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/coturnicultura-mercado-em-expansao>. Acesso: 10 mar. 2021.

CATALAN, A.A.S.; GOPINGER, E.; LOPES, D.C.N.; GONÇALVES, F.M.; ROLL, A.A.P.; XAVIER, E.G.; AVILA, V.S.; ROLL, V.F.B. Aditivos fitogênicos na nutrição animal: Panax ginseng. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. p.15-22, 2012.

CONTINI, J. P. **Óleos funcionais em dietas de frangos de corte, matrizes e progênie**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Paraná. Palotina, p. 140. 2016.

CRESPÃO, D.; ROSSI, P.; CELLA, P.S.; OELKE, C.A.; PEREIRA, L.K.; LIMA, J. D. A.; SOUZA, M. A. M. Óleos de caju e mamona na dieta de frangos de corte. In: **Suinocultura e Avicultura Do Básico a Zootecnia de Precisão**. Editora Científica Digital. Guarujá – SP. 2021.

DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B.; MORGADO, L.; BELTRÃO, N.D.M.; SEVERINO, L. Cultivo da mamoneira para o Semi-Árido brasileiro. **Embrapa Semiárido-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2008.

FERNANDES, B.C.S. **Integridade intestinal e desempenho de frangos de corte suplementados com probióticos, prebióticos e ácidos orgânicos**. Dissertação (Mestrado) Universidade estadual paulista, 58 p. 2012.

FERNANDES, J.I.M.; TELLINI, C.; CONTINI, J.P.; KOSMANN, R.C.; LIMA, E.T.; OTUTUMI, L.K.; DOURADO, M.R. Probiótico dietético em um modelo de infecção experimental de enterite necrótica em frangos de corte. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 14, p. 157-168, 2016.

FERNANDES, R.T.V.; ARRUDA, A.M.V.; OLIVEIRA, V.R.M.; QUEIROZ, J.P.A.F.; MELO, A.S.; DIAS, F.K.D.; SANTOS FILHO, C.A. Aditivos fitogenicos na alimentacao de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **PubVet**, v. 9, p. 502-557, 2015.

FORTES, A.C.; BARROS, R.P.; MORAIS, R.F.; FRANÇA, A.B.; FIDELIS, I. IMPLANTAÇÃO DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM PARA AS PRÁTICAS DA COTURNICULTURA. **Fórum de Integração Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR-e-ISSN 2447-1208**, v. 3, n. 3, 2016.

GUIDOTTI, M. **Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção**. 2011. 41f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2011.

GUIMARÃES, M. C. C.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; TOTA, L. C. A.; SILVA, C. M.; LOPES, K. B. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 2, p.231-237, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal. IBGE, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019>>. Acessado em fev, 2021.

JÁCOME, I. M. D. T.; BORILLE, R.; ROSSI, L. A.; RIZZOTTO, D. W.; BECKER, J. A.; SAMPAIO, C. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. **Archivos de zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 449-456, 2012.

KONELL, A. L., LIMA, T. R. D., MARTINI, R., LANGE, R. R., & SIERAKOWISKI, S. S. Desenvolvimento ósseo e densitometria radiográfica em codorna-japonesa (*Coturnix japonica*). **Ciência Animal Brasileira**, 19. 2018.

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, n. 26, p. 7624-7628, 2003.

LAURENTINO, L.S.; MEDEIROS, A.M.; MACHADO, F.; COSTA, C.; ARAÚJO, P.H.; SAYER, C. Synthesis of a biobased monomer derived from castor oil and copolymerization in aqueous medium. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 137, p. 213-220, 2018.

LIMA, F.E.O.; GOES, R.H.D.T.; GANDRA, J.R.; PENHA, D.D.S.; OLIVEIRA, R.T.D.; GRESSLER, M.G.D.M.; SILVA, N.G. Inclusion of copaiba oil (*Copaifera* sp.) as additive in supplements for cattle on pasture. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, p. 178-192, 2018.

MASSUDA, E.M.; MURAKAMI, A.E. Custo de produção na coturnicultura–Granjas de postura. **Pubvet**, v. 2, n. 36, 2008.

MURAKAMI, A.; EYNG, C.; TORRENT J. Effects of functional oils on performance, apparent metabolizable energy and intestinal morphometry in broiler chickens. 2011 In: **International Poultry Scientific Forum**. January 24 – 25, 2011. Georgia World Congress Center - Atlanta, Georgia, 2011.

NAGABHUSHAMA, K.S.; SHOBA, S.V.; RAVINDRANATH, B. Selective ionophoric properties of anacardic acid. **Journal Natural Produced**, v. 58, n. 5, p.807-810, 1995.

NÉVOA, M.L.; CARAMORI- JÚNIOR, J.G.; VIEITES, F.M.; NUNES, V.R.; VARGAS JUNIOR, J.G.; KAMIMURA, R. Antimicrobianos e prebióticos nas dietas de animais não ruminantes. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 2, p.85-95. 2013.

OKO, O. O. K.; OZUNG, P. O.; ABANG, F. B. Influence of Ethanolic extract of *Aspilia Africana* leaf on the performance and egg qualities of Japanese quails. **Global Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 24, n. 2, p. 135-140, 2018.

OLIVEIRA, J.D.P.D. **Avaliação de óleos essenciais, extratos vegetais e óleos funcionais em dietas de frangos de corte**. 2012.

OLIVEIRA, G.R.D.; LIMA, C.B.D.; RIBEIRO, L.M.C.S.; CAFÉ, M.B.; MOREIRA, J.D.S.; OLIVEIRA, E.M.D.; RACANICCI, A.M.C. 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, 2018. 2018.

OLIVEIRA, O.A.M.; AMARAL, A.G.; PEREIRA, K.A.; CAMPOS, J.C.D.; TAVEIRA, R. Z. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 287-311, 2019.

PETROLI, T. G., MATEUS K. e RODRIGUES M. **Criação de codornas: Pequenas e lucrativas**. SB Rural edição 65. Chapecó SC, p.1, 2011.

RODRIGUES, J.; CARVALHO, D.S.; BARBOSA, J.M.; CARVALHO, J.R.; VIANNA, U. R. A versatilidade no uso de óleos essenciais. In: **Tópicos especiais em ciência animal VI**, v. 1, p. 97-108, 2017.

RUTZ, F.; ROLL, V.F.B.; XAVIER, E.G.; ANCIUTI, M.A.; LOPES, D.C. **Fisiologia da digestão e da absorção em aves**. Anais do XVI Simpósio Brasil Sul de Avicultura e VII Brasil Sul Poultry Fair, 58. 2015.

SANTOS, J.I. Cluster of economic development due to production and slaughtering chickens and pigs in Brazil. **Anais da 51ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Aracaju. 2014.

SEZER, M.; KOÇAK, A. Herdabilidade de propriedades de chamada de anúncio da codorna japonesa. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 1, p. 142-146, 2020.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B.D.; VARGAS, D.G.V.; LIMA, M.R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n. 3, p.775-790, 2012. Disponível em: doi: 10.1590/S1519-99402012000300016.

SILVA, A.F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C.H.F.; GARCIA, R.G. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 913-920, 2018.

SOUZA, V. P. **Uso de óleo essencial de copaíba sobre o desempenho produtivo de frangos de corte**. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal, Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Belém-PA 2010.

TORRENT, J. Óleos funcionais: uma alternativa como promotor de crescimento. **Boletim APAMVET**, v. 5, p. 20-21, 2014.

TRAESEL, C.K.; LOPES, S.T.A.; WOLKMER, P.; SCHMIDT, C.; SANTURIO, J.M.; ALVES, S.H. Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte: perfil de soroproteínas e peroxidação lipídica. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.278-284, 2011.

VIEIRA, A. M. Óleos funcionais e ácidos orgânicos como promotores de crescimento na dieta de leitões desmamados. 2020.

VIEIRA, C., FETZER S., SAUER S.K. Pro- and antiinflammatory actions of ricinoleic acid:similarities and differences with capsaicin. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.* 364,87–95, 2001.

CAPÍTULO II - ÓLEO FUNCIONAL DE CAJU, MAMONA E COPAÍBA NA ALIMENTAÇÃO DE *Coturnix coturnix japonica*

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleo funcional de caju, mamona e copaíba e na dieta de codornas japoneses, durante um ciclo de produção (21 dias), sobre desempenho, qualidade de ovos e biometria dos órgãos digestórios. Foram utilizadas no experimento 252 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japônica* com idade de aproximadamente 30 dias de vida uniformizadas pelo peso corporal distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33cm de comprimento x 25cm de largura x 20cm de altura. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC), com cinco tratamentos e seis repetições, contendo sete aves por gaiola. O experimento iniciou quando as aves atingiram a sua maturação sexual (aproximadamente 30 dias) e o período experimental próprio, teve duração de 21 dias. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa R quando o teste F foi significativo, foi aplicada a análise de regressão polinomial, a 5% de probabilidade. A inclusão de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba na ração pode trazer melhorias ao desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas. A inclusão de óleos funcionais mostrou ser mais eficaz que a inclusão de antibiótico, em promover a redução do consumo de ração em todo período avaliado, permitindo concluir que os óleos funcionais podem substituir o antibiótico de forma satisfatória com intuito de melhorar a produção e qualidade dos ovos de codornas.

Palavras-chave: aditivos fitogênicos, avicultura, coturnicultura, promotor de crescimento

FUNCTIONAL OIL OF CASHEW, CASTOR AND COPAÍBA IN THE FEEDING OF *Coturnix coturnix japonica*

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of including functional oil from cashew, castor and copaiba in diet of Japanese quails, during a production cycle (21 days), on performance, egg quality and biometrics of digestive organs. In the experiment, 252 female quails of the species *Coturnix coturnix japonica* were used, aged approximately 30 days old, uniformed by body weight, distributed in galvanized wire cages measuring 33cm long x 25cm wide x 20cm high. The design was completely randomized (DIC), with five treatments and six replications, containing seven birds per cage. The experiment began when the birds reached their sexual maturity (approximately 30 days) and the experimental period lasted 21 days. The results were submitted to analysis of variance by the R program when the F test was significant, the polynomial regression analysis was applied, at 5% probability. The inclusion of functional oils from cashew, castor and copaiba in the feed can improve the performance and quality of Japanese quail eggs. The inclusion of functional oils proved to be more effective than the antibiotics, in promoting the reduction of feed consumption throughout the period evaluated, allowing the conclusion that functional oils can satisfactorily replace the antibiotic to improve production and quail egg quality.

Keywords: cotton farming, growth promoter, phytogetic additives, poultry farming.

INTRODUÇÃO

A produção de aves no Brasil tem papel essencial na vida dos brasileiros, seja pelo aspecto econômico, uma vez que gera grandes divisas financeiras e empregos, seja pelo aspecto nutricional, pois tanto os ovos quanto as carnes possuem proteínas de alto valor biológico. A produção de ovos de codornas apresenta-se como uma das áreas crescentes no âmbito nacional, e, é resultante do aumento das criações automatizadas, além da melhoria nos setores (GUIMARÃES et al., 2014; SCOTTÁ et al., 2017).

Alguns fatores que contribuem para a criação de codornas são o rápido crescimento, a maturidade sexual precoce, que ocorre em aproximadamente 30 dias ou mais, a alta taxa de postura, em média 300 ovos/ave/ano, a elevada vida produtiva, o menor investimento e o rápido retorno (ABREU et al., 2018).

Com tudo, existe a necessidades de uma intensificação na produção, mas sempre visando a sustentabilidade e a segurança alimentar. Sendo assim, o uso de metabólitos secundários de plantas medicinais como aditivo na alimentação destes animais vem ganhando mais abertura no mercado e nas pesquisas. O uso de aditivos naturais, vegetais e herbais têm apresentado excelente efeito na dieta de aves, e na dieta de outros animais, pois atuam como promotores de crescimento, antibacterianos, anti-inflamatórios, antiparasitários, antioxidantes, entre outros, variando conforme a espécie da planta, bem como seu modo de extração (MACIEL et al., 2019).

De acordo com Oliveira et al., (2012), entre os produtos que podem desempenhar o mesmo papel que os antibióticos tanto na alimentação de bovinos como de aves e suínos, estão os óleos essenciais presentes em plantas como alho, anis, alecrim, canela, cravo, tomilho, pimenta e os óleos funcionais que desempenham funções antioxidantes, antimicrobianas e até anti-inflamatórias, como exemplo dos óleos de caju, rícino ou ácidos graxos de cadeia média derivados do coco.

Diante disto, juntamente com a proibição do uso de aditivos químicos na dieta desses animais, os óleos funcionais são apresentados como alternativa na substituição dos antibióticos promotores de crescimento, expondo então a importância no aprofundamento da associação do mesmo na alimentação animal, neste caso, na alimentação de codornas japonesas, uma vez que este apresente diversos benefícios que podem agregar ao setor, com o objetivo de melhorar a qualidade e a produtividade (ZHAI et al., 2018).

Objetivou-se com este estudo avaliar a ação do óleo funcional de caju, mamona e copaíba, na dieta de codornas japonesas sobre o desempenho, qualidade de ovos, biometria dos órgãos e do aparelho digestivo, das aves durante um ciclo produtivo de 21 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e época de realização

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Setor de Avicultura e nos Laboratórios de Nutrição Animal e Bioquímica e Metabolismo Animal do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás. O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa com Uso de Animais desta mesma instituição, sob o protocolo de nº 8734041220.

Instalações e aves

Antes de iniciar o experimento foram obedecidas as normas usuais tanto para o galpão quanto para as baterias, sendo realizado a limpeza e desinfecção das instalações (gaiolas, piso, área externa, equipamentos).

Foram utilizadas 252 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japônica* com idade de aproximadamente 30 dias de vida, uniformizadas pelo peso corporal distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33cm de comprimento x 25cm de largura x 20cm de altura, compostas de bebedouros tipo nipple e comedouros do tipo calha, além de aparador de excretas abaixo das gaiolas.

O programa de luz adotado foi de 16 horas de iluminação natural e artificial com lâmpadas fluorescentes de 100 watts, e a água e as rações experimentais foram disponibilizadas à vontade. O experimento teve a duração de 21 dias, sendo realizados um ciclo de produção, com 21 dias. A temperatura média registrada durante o experimento foi de $26 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, sendo a mínima 23 e a máxima 27°C .

Delineamento e tratamentos experimentais

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), com cinco tratamentos e seis repetições, contendo sete aves por gaiola.

As rações experimentais foram isonutritivas e isoenergéticas, e foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais das TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUÍNOS (ROSTAGNO, et al., 2011). A Tabela 3, demonstra como foi feita a divisão dos

tratamentos para início do experimento. E, na Tabela 4 é apresentada a composição centesimal e os níveis nutricionais calculados das rações.

Tabela 1 - Divisão das dietas e tratamentos.

Tratamento	DIETA
T1	Ração basal
T2	Ração basal + Antibiótico
T3	Ração basal + 25 g/t OFA
T4	Ração basal + 50 g/t OFA
T5	Ração basal + 75 g/t OFA

OFA= Óleo funcional associado (mamona, caju e copaíba).

Tabela 2 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados nas dietas à base de milho e farelo de soja com a inclusão de 25g/tonelada, 50g/tonelada e 75g/tonelada de óleo funcional de caju, mamona e copaíba de rações para codornas japonesas.

Ingredientes (g/Kg)	Ração basal	Ração basal+antibiótico	Níveis de inclusão de óleo funcional		
			0,25	0,50%	75%
Milho	56,270	56,270	56,270	56,270	56,270
Farelo de soja	26,900	26,900	26,900	26,900	26,900
Calcário	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Óleo de soja	4,090	4,090	4,090	4,090	4,090
Premix vitamínico	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Premix mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Fosfato bicálcico	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030
DL-metionina	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-lisina	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Sal comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-treonina	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Inerte	2,000	1,975	1,975	1,950	1,925
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Óleo funcional	0,000	0,000	0,025	0,050	0,075
Bacitracina de zinco	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000
Total (Kg)	100,00	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Energia metabolizável (kcal/Kg)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína bruta (%)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Fibra bruta (%)	4,380	4,380	4,380	4,380	4,380
Lisina total (%)	1,230	1,230	1,230	1,230	1,230
Metionina total (%)	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Treonina total (%)	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
Triptofano total (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Cálcio (%)	3,240	3,240	3,240	3,240	3,240
Fósforo disp (%)	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170

Premix mineral de postura, %/kg da ração: proteína bruta: 2,4347%; extrato etéreo: 0,1781%; fibra bruta: 0,1495%; cálcio: 9,5243%; fósforo total: 6,5935%; fósforo disponível: 11,3059%; sódio 5,9693%; arginina:

0,0262%; lisina: 0,0178%; metionina: 2,8835%; metionina + cistina: 2,8971%; cistina: 0,0136%; triptofano: 0,0052%; glicina: 0,0234%; histidina: 0,0189%; isoleucina: 0,0200%; leucina: 0,0778%; fenilalanina: 0,0305%; tirosina: 0,0212%; treonina: 0,1696%; valina: 0,0277%; alanina: 0,0470%; fósforo liberável: 0,0101%; fósforo fitase: 4,7250%; eficiência: 468,7500; serina: 0,0306%; fósforo dig aves: 0,0082%; fósforo fítico: 0,0126%; prolina: 0,0833%; ac glutâmico: 0,1198%; naae % -0,8258; glicina+serina: 0,0540%; potássio: 2,8675%; cloro: 5,0067%; m mineral % 71,6626; fenilal+tirosina: 0,0517%; energia met. matrizes: 445 kcal/kg; energia met. aves: 445 kcal/kg; ácido linoleico: 0,0840%; cobre: 666,6666 ppm; ferro: 1.666,2500 ppm; manganês: 3.830,6670 ppm; zinco: 3.333,7500 ppm; iodo: 66,7333 ppm; selênio: 13,2917 ppm; Ca-P 0,842%; arg. dig. 0,0234%; lis dig 0,0145%; met. dig. 2,8824%; m+c dig: 2,8945%; cis dig.: 0,0116%; trp dig: 0,0047%; tre. dig.: 0,1660%; val. dig.: 0,0243%; ile. dig.: 0,0180%. Premix Vitamínico Postura²: Vit. A: 406,0000 UI/g; Vit. D3 171,0680 UI/g; Vit. E: 2.247,5000 ppm; Vit. K: 94,2238 ppm; Vit B1 (tiamina): 106,5866 ppm; Vit B2 (riboflavina): 417,6000 ppm; Vit. B6 (piridoxina): 181,2036 ppm; Vit B12 (cianocobala) 1,5370 ppm; Ácido fólico: 133,3420 ppm; Ácido nicotínico: 1.348,5000 ppm; Ac. Pantotênico: 681,5001 ppm; biotina: 9,7150 ppm; colina: 13.277,8500 ppm; antioxidante: 3.507,2500 ppm; tilosina: 1.837,0000 ppm; 1.918,8490 eq.ácido-base meq/kg; umidade: 1,9907%.

O período de adaptação das aves a nova alimentação foi de aproximadamente 15 dias, após este período, foram avaliados:

Desempenho

Ao início e final do ciclo de produção, as aves e rações foram pesadas e os ovos, coletados diariamente para mensuração dos parâmetros de desempenho:

Peso Médio dos Ovos (g) - O peso dos ovos foi registrado por 21 dias, considerando todos os ovos produzidos por tratamento/repetição no dia. A aferição dos pesos foi realizada em balança digital com precisão de 0,01 g. Ao final do experimento foi calculada a média dos valores obtidos.

Consumo de ração – Para o controle do consumo alimentar as rações de cada tratamento foram acondicionadas em baldes plásticos, devidamente identificados, sendo o consumo medido uma vez por semana por meio da diferença entre a ração fornecida e a sobra nos baldes e nos comedouros. Ao final do experimento foi calculada a média para determinação do consumo de ração. Na ocorrência de óbito, a ração do comedouro era pesada para o cálculo do consumo de ração corrigida.

Conversão alimentar por massa de ovos produzidos (kg/kg) - Para cálculo do índice de conversão alimentar por massa de ovos produzidos foi considerado o consumo total de ração (kg) dos tratamento/repetições, dividido pela massa de ovos (kg).

Conversão alimentar por dúzia de ovo (g/dúzia) - O cálculo do índice de conversão alimentar por dúzia de ovos foi obtido considerando o consumo total de ração (kg) no período dividido pela soma da produção total de ovos em dúzias para cada tratamento/repetição.

Percentual de postura e viabilidade comercial - os ovos foram coletados, contados o número de íntegros, quebrados, trincados, com casca fina, sem casca, deformados, duas vezes ao dia para o cálculo do percentual de postura, com registros em planilhas próprias.

Qualidade de ovos

Para avaliar a qualidade dos ovos, durante uma semana de cada ciclo foram coletados quatro ovos íntegros de cada parcela pela manhã e pela tarde para determinar:

Peso dos ovos - a partir do peso total obtido pela pesagem em balança de precisão de 0,01 g e o número de ovos por parcela, foi calculado o peso médio dos ovos das parcelas.

Peso de gema - foram coletados aleatoriamente os ovos que foram quebrados e suas gemas separadas manualmente e pesadas em balança de precisão de 0,01 g.

Peso do albúmen - foi obtido pela diferença entre o peso do ovo e dos pesos da casca e da gema.

Peso da casca – todas as cascas foram secas em estufa de ventilação forçada por 24 horas a 105°C e novamente pesadas em balança de precisão de 0,01 g.

Massa de ovos - obtida em g de ovo/ave/dia, é calculada dividindo a produção de ovos pelo peso médio dos ovos.

Gravidade específica - todos os ovos íntegros produzidos por parcela foram submetidos à determinação da qualidade externa através da gravidade específica (g/mL) pelo método da imersão dos ovos em solução salina (GARCIA et al., 2011).

Coloração da gema - foi realizada utilizando o Colorímetro digital e pelo escore colorimétrico DSM® (leque ou abanico), na qual a cor da gema é comparada a uma escala de cores do abanico, e de acordo com a semelhança visual, obtida por três avaliadores, conforme descrito por (GALOBART et al., 2004).

Altura da gema e albúmen - foi obtida pelo valor médio das quatro medições, por meio da leitura em quatro pontos distintos na região equatorial utilizando um micrômetro externo (MOURA et al., 2009).

O ph da gema e do albúmen – foi medido com pHmetro digital (MANO, 2007).

Diâmetro da gema e albúmen – foi obtido por um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Porcentagem de albúmen - foi determinada por diferença: $100 - (\% \text{ de gema} + \% \text{ de casca})$, conforme metodologia descrita por (SANTOS et al., 2009).

Espessura de casca - incluindo as membranas foi obtida pelo valor médio de três pontos diferentes, nos dois polos e na região lateral do ovo, com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm.

Unidade Haugh - O peso do ovo foi aferido antes da quebra em balança digital com precisão de 0,01 g, e com o auxílio de um micrômetro, foi realizada a medida da altura do albúmen denso. A unidade Haugh foi calculada através da fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g).

Biometria do trato gastrintestinal (TGI)

Foi utilizada uma ave de cada repetição aos 63 dias da criação, representando a média de peso do grupo, foi selecionada, identificada e posteriormente eutanasiados por deslocamento cervical.

Na necropsia foram retiradas as vísceras (esôfago e papo, proventrículo e moela, fígado, intestino delgado, pâncreas e intestino grosso) que compõem o trato gastrintestinal (TGI) de acordo com a metodologia de Minafra et al., (2007). As vísceras foram medidas e pesadas, sendo o comprimento do TGI, medido pelo tamanho do TGI desde a inserção do esôfago na orofaringe até a comunicação do intestino grosso com a cloaca; e verificado o peso do esôfago mais papo, separado após medida do comprimento do TGI; peso do proventrículo mais moela; peso do pâncreas, após a sua separação da alça duodenal; peso do intestino delgado, porção que compreende o final do estômago muscular até o início dos cecos; peso do intestino grosso, representado pelo peso dos cecos, do cólon e do reto, peso do fígado, dado pelo peso do fígado com a vesícula biliar.

Os valores obtidos foram utilizados no cálculo do peso relativo de cada órgão, pela fórmula: $\text{Peso relativo do órgão} = (\text{peso do órgão} / \text{peso vivo}) \times 100$.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa R quando o teste F foi significativo, foi aplicada Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média registrada durante o experimento foi de 26°C, com máxima de 27°C e a mínima de 23°C. A umidade relativa média registrada foi máxima de 54% e mínima de 47%. Segundo OIDE et al., (2013), a zona de termoneutralidade das codornas adultas está em torno de 18 a 28°C, esta zona de temperatura refere-se ao momento em que as aves estão em conforto térmico, entre a temperatura máxima e a mínima, e nessa fase as aves expressam o seu máximo potencial genético. Neste presente trabalho pôde-se observar que as codornas estavam na sua zona de conforto térmico.

Os resultados de desempenho das codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais nas rações estão descritos na Tabela 5. Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre a ração basal, antibiótico e os níveis crescentes de OFA (Óleos Funcionais), para as características de desempenho: conversão alimentar por dúzia de ovos (CAM g/g), conversão alimentar (CA), massa de ovos (MO g/ave/dia) e viabilidade (VIA%).

A adição de antibiótico e OFA, apresentou interação significativa ($p<0,05$) sobre o consumo de ração (CR g/ave/dia), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADz g/g), que com a inclusão de 75 g/ton de óleo funcional diminuiu o consumo de ração e a conversão alimentar por dúzia de ovos das aves. Houve diferença significativa ($P\leq 0,05$) dos tratamentos sobre percentual de postura (PP%), e com a inclusão de 25 g/ton de óleo funcional aumentou o percentual de postura das aves.

O menor consumo de ração (CR) na inclusão de 75 g/ton de OFA, não interferiu nos desempenhos de conversão alimentar (CA e CAM), mas, para o desempenho de CADz, houve relação direta com CR, ambos os parâmetros apresentaram menores valores na inclusão de 75 g/ton de OFA nas dietas. De acordo com Lemos et al., (2016), a introdução de aditivos fitogênicos na alimentação de codornas japonesas, proporcionou melhor integridade da mucosa intestinal, auxiliando na redução do consumo de ração, em função das melhores condições estruturais da mucosa intestinal, que propiciaram melhor área de absorção dos nutrientes, justificando dessa forma a menor necessidade de consumo de ração nessas aves para suprir suas exigências nutricionais, em comparação com as dietas que não receberam OFA.

Tabela 3 - Desempenho de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais.

Variáveis	Controle	Antibiótico	OFA			p-valor	EMP ¹	CV ²
			25 g/ton	50 g/ton	75 g/ton			
CR (g/ave/dia)	14,234 ^a	14,337 ^b	13,533 ^d	13,950 ^c	13,021 ^e	0,0000	0,0163	0,24
CAM (g/g)	1,234	1,207	1,205	1,208	1,161	0,2610	0,0217	3,62
CA	0,525	0,532	0,504	0,539	0,510	0,1287	0,0101	3,90
CADz (g/g)	0,232 ^a	0,233 ^a	0,220 ^c	0,228 ^b	0,212 ^d	0,0000	0,0003	0,31
MO (g/ave/dia)	9,103	10,410	10,410	9,442	9,589	0,0507	0,3395	6,94
PP (%)	50,382 ^a	62,755 ^b	65,051 ^a	57,397 ^{abc}	56,505 ^{ab}	0,0004	1,8366	6,29
VIA (%)	97,101	98,707	97,073	96,956	96,667	0,2376	0,6456	1,33

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação. *CR (g/ave/dia): Consumo de ração por ave dia; CAM (g/g): Conversão alimentar por massa de ovos; CA: Conversão alimentar; CADz (g/g): Conversão alimentar por dúzia de ovos; MO (g/ave/dia): Massa de ovos; PP (%): Percentual de postura e VIA (%): Viabilidade.

Em relação ao desempenho produtivo, pode-se observar que a adição de 75g/ton dos óleos funcionais na dieta, apresentou os menores valores de conversão alimentar por massa de ovos, demonstrando que a sua inclusão na dieta ajudaria a diminuir o custo de produção por massa de ovo produzido. Considerando que, conforme a ave envelhece o consumo de ração aumenta devido ao maior peso e maior exigência nutricional requerida pela ave, a incorporação de OFA à ração pode se constituir em manejo zootécnico eficaz para a redução de consumo e conversão alimentar, sem impactos negativos no desempenho geral do lote.

Semelhante aos achados no presente estudo, Murakami et al., (2014), citam em seu trabalho a melhora da conversão alimentar 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%). Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Bess et al., (2012), que trabalharam com óleos funcionais de caju e mamona na ração para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, obtendo melhora na conversão alimentar.

Os resultados de qualidade de ovos das codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais nas rações estão descritos na Tabela 6. De acordo com a Tabela 6, para ovos íntegros, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos sobre as variáveis de Unidade Haugh (UH), gravidade específica (GE) e para o peso do ovo, com a inclusão de diferentes níveis de óleos funcionais na dieta das aves.

Tabela 4 - Qualidade dos ovos frescos de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais.

Variáveis	Controle	Antibiótico	OFA			p-valor	EMP ¹	CV ²
			25 g/ton	50 g/ton	75 g/ton			
Ovos íntegros								
Peso (g)	11,776	11,972	11,691	11,475	11,336	0,0593	0,1476	2,53
UH	88,103	87,481	88,016	87,362	88,145	0,7318	0,5205	1,19
GE (g/cm ³)	1,061	1,060	1,061	1,060	1,061	0,7362	0,2420	0,05
Gema								
Peso (g)	4,298	4,208	4,540	4,258	4,257	0,2555	0,1076	4,99
Diâmetro (mm)	26,136 ^b	24,171 ^a	25,386 ^b	25,820 ^b	26,681 ^b	0,0000	0,1997	1,57
Altura (mm)	8,568	8,785	8,665	8,763	8,573	0,4811	0,1067	2,46
Índice	0,338	0,358	0,350	0,345	0,343	0,2556	0,0063	3,64
Porcentagem (%)	36,399	33,772	36,775	33,763	35,337	0,0401	0,7820	4,44
pH	6,914 ^c	6,823 ^{bc}	6,721 ^{abc}	6,531 ^{ab}	6,519 ^a	0,0029	0,0684	2,04
Cor – Leque	2,312	2,812	2,312	2,375	2,437	0,6901	0,2776	22,66
Albúmen								
Peso (g)	6,560 ^a	7,340 ^b	6,228 ^a	6,378 ^a	6,515 ^a	0,0029	0,1683	5,10
Diâmetro (mm)	38,763	38,145	37,242	37,342	37,695	0,0563	0,3659	1,93
Altura (mm)	4,283	4,150	4,290	4,306	4,175	0,7346	0,1022	4,82
Índice	0,109	0,107	0,117	0,113	0,113	0,3007	0,0032	5,78
Porcentagem (%)	55,557	55,916	55,162	58,535	56,721	0,2727	1,1173	3,96
pH	9,256 ^b	8,698 ^a	8,600 ^a	8,546 ^a	8,561 ^a	0,0053	0,1248	2,86
Casca								
Peso (g)	0,915	0,915	0,915	0,915	0,915	1,0000	0,0002	0,06

Porcentagem (%)	7,682	7,576	7,500	7,401	7,922	0,2875	0,1361	3,55
Espessura (mm)	0,285	0,290	0,285	0,295	0,285	0,5437	0,0049	3,47

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação. *UH: Unidade Haugh e GE (g/cm³): Gravidade específica.

Para a gema do ovo, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos sobre as variáveis de peso, altura, índice, porcentagem e para cor da gema, com inclusão de diferentes níveis de óleos funcionais. Houve diferença significativa ($P<0,05$) dos tratamentos sobre o diâmetro da gema, e a inclusão do antibiótico apresentou queda no diâmetro da gema, demonstrando queda na qualidade interna dos ovos ao utilizar antibiótico na dieta das aves. Houve diferença significativa ($P<0,05$) dos tratamentos sobre o pH de gema, com a inclusão de 75 g/ton de óleo funcional acidificou o pH da gema do ovo.

Segundo Lemos et al., (2016) a pigmentação da gema é decorrente da incorporação de xantofilas na gema, principalmente luteína e zeaxantina, pigmentos presentes no milho amarelo fornecidos para as codornas, que são absorvidos no intestino delgado, contudo, provavelmente devido a melhora no aproveitamento dos nutrientes com o uso dos óleos funcionais, esperava-se que a gema dos ovos das codornas suplementadas com os OFA fosse mais pigmentada, isso, porém, não foi observado.

Para o albúmen do ovo, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos sobre as variáveis de diâmetro, altura, índice e porcentagem de albúmen, com inclusão de diferentes níveis de óleos funcionais. Houve diferença significativa ($P<0,05$) dos tratamentos sobre o peso do albúmen, e com a inclusão do antibiótico aumentou o peso do albúmen dos ovos. Houve diferença significativa ($P<0,05$) dos tratamentos sobre o pH do albúmen, e com a inclusão do antibiótico e dos diferentes níveis de óleo funcional alcalinizou o pH do albúmen dos ovos.

Para a casca do ovo, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos sobre as variáveis de peso, porcentagem e espessura da casca, com a inclusão de diferentes níveis de óleos funcionais. Contudo, esses resultados também merecem destaque quando se observa que os valores de espessura de casca encontrados no presente estudo, mantiveram-se dentro das faixas encontradas na literatura consultada que descreve faixas de espessura da casca de ovos de codorna perto de 0,20 a 0,29 mm (LEMOS et al., 2016).

Os resultados de biometria do trato gastrointestinal das codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais nas rações estão descritos na Tabela 5. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos sobre as variáveis de comprimento do trato gastrointestinal (CTGI), peso relativo do trato gastrointestinal (PTGI), proventrículo e moela (PRO+MOE), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG) e pâncreas, com inclusão de diferentes níveis de óleos funcionais.

Tabela 5 - Biometria do trato gastrointestinal de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de óleos funcionais.

Variáveis*	Controle	Antibiótico	OFA			p-valor	EMP ¹	CV ²
			25 g/ton	50 g/ton	75 g/ton			
CTGI (cm)	46,693	44,977	46,832	51,462	47,339	0,2825	2,0366	8,58
PTGI (g)	9,675	11,016	10,492	10,616	10,681	0,0865	0,3148	6,00
PRO+MOE (g)	3,559	3,3766	3,313	3,547	3,030	0,1682	0,1575	9,37
ID (g)	2,825	3,296	3,009	3,201	3,136	0,1172	0,1229	7,95
IG (g)	1,070	1,158	1,119	1,346	1,257	0,1602	0,0801	13,46
Fígado (g)	2,826	2,912	2,986	3,179	2,966	0,4171	0,1276	8,58
Pâncreas (g)	0,323	0,316	0,316	0,332	0,305	0,7936	0,0158	9,94

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação.

*CTGI (cm): Comprimento do trato gastrintestinal; PTGI (g): Peso relativo do trato gastrointestinal; PRO+MOE (g): Pro-ventrículo e moela; ID (g): Intestino delgado e IG (g): Intestino grosso.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o peso do fígado. Tais resultados são importantes, pois o fígado é responsável pela destoxificação de substâncias nocivas ao organismo, assim, possíveis interferências no metabolismo hepático podem ocasionar alterações no tamanho deste órgão. Além de que nas aves, o fígado é considerado o órgão mais relevante, pois centraliza o metabolismo geral, alterando seu peso e as atividades metabólicas (BARBOSA, et al., 2010).

Apesar dos óleos funcionais serem correlacionadas a benefícios na fisiologia animal ainda são contraditórios os resultados apresentados na literatura, por fatores como falta de padronização no processo de extração, concentração dos compostos bioativos no produto, bem como o sinergismo ou antagonismo entre diferentes óleos funcionais utilizados como aditivos.

CONCLUSÃO

A inclusão de óleos funcionais de caju, mamona e copaíba nos níveis de 25, 50 e 75g/t nas rações de codornas japonesas não alteraram a unidade haugh, peso dos ovos e a biometria do trato gastrointestinal, e houve melhorias no desempenho, consumo de ração (g/ave/dia) e na conversão alimentar por dúzia de ovos (g/g) no nível de 75 g/t. Os óleos funcionais de caju, mamona e copaíba podem ser utilizados como substitutos ao antibiótico.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. T.; FASSANI, E. J.; SILVEIRA, M. M. B. M.; VIVEIROS, M. P. complexo enzimático à base de xilanase, β -glucanase e fitase em rações para poedeiras comerciais leves em pico de produção. **Boletim de indústria animal**, v. 75, n. 1, p. 17-24, 2018.

BARBOSA, A.A.; MÜLLER, E.S.; MORAES, G.H.K.D.; UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.D.T.; FERREIRA, R.M. Perfil da aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase e biometria do fígado de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 308-312, 2010.

BESS, F.; FAVERO, A.; VIEIRA, S. L.; TORRENT, J. 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.

GALOBART, J.; SALA, R.; RINCON-CARRUYO, X.; MANZANILLA, E. G.; VILA, B.; GASA, J. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, n. 2, p. 328-334, 2004.

GARCIA, A. F. Q. M.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C.; MASSUDA, E. M.; POTENÇA, A.; ROJAS, I. C. O. Milheto na alimentação de poedeiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 73-75, 2011.

GUIMARÃES, M. C. C.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; TOTA, L. C. A.; SILVA, C. M.; LOPES, K. B. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 2, p.231-237, 2014.

LEMOS, M.J.; CALIXTO, L.F.L.; TORRES-CORDIDO, K.A.A.; REIS, T.L. Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, 2016.

MACIEL, M. P.; MOURA, V. H. S.; AIURA, F. S.; AROUCA, C. L. C.; SOUZA, L. F. M.; SILVA, D. B.; SAID, J. L. S. Níveis de proteína em rações com milho ou sorgo para codornas japonesas. **Archivos de Zootecnia**, v. 68, n. 261, p. 110-118, 2019.

- MANO, S. Qualidade dos ovos e seus derivados. *Avicultura Industrial*, v. 98, n. 6, p. 48-52, 2007.
- MINAFRA, C. S. **Produção e suplementação com alfa amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003 na dieta de frangos de corte de um a 21 dias de idade.** 2007. 141 p. Tese (Doutorado Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MOURA, A. M. A.; SOARES, R. T. R. N.; FONSECA, J.B.; VIEIRA, R. A. M.; NERY, V.L. H. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*). **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 17, n. 3, p. 67-75, 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, 2014.
- OIDE, M. M. Ambiente e sistemas de climatização. In: V Simpósio Internacional IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura. Fifth International Symposium and Fourth Brazilian Congresso n Quail Production / NECTA – Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola. São Carlos, SP: Suprema Gráfica, p. 33-37, 2013.
- OLIVEIRA, J.D.P.D. **Avaliação de óleos essenciais, extratos vegetais e óleos funcionais em dietas de frangos de corte.** 2012.
- ROSTAGNO, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.D.; Lopes, D.C.; Euclides, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos.** Composição de alimentos e exigências nutricionais, v. 2, p. 186, 2011.
- SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FREITAS, E. R.; GUERRA, J. L. L.; SANTOS, A. B. E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2009.

SCOTTÁ, B. A.; BONAPARTE, T. P.; VARGAS JUNIOR, J. G.; PETRUCCI, F. B.; VIEIRA, D. V. G.; MARIN, J. F. V.; PASTORE, S. M.; SOARES, R. T. R. N. Sodium and potassium at different levels of crude protein for laying quails. **Revista Agrarian**, v. 10, n. 35, p. 76-83, 2017.

ZHAI, H.; LIU, H.; WANG, S.; WU, J.; KLUENTER, A.M. Potential of essential oils for poultry and pigs. **Animal nutrition**, v. 4, n. 2, p. 179-186. 2018.