



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

**ANTONIO MIGUEL DE OLIVEIRA ALVES**

**ANACARDATO DE CÁLCIO ASSOCIADO COM POLIFENÓIS NA**  
**ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE**

**FORTALEZA**

**2023**

ANTONIO MIGUEL DE OLIVEIRA ALVES

ANACARDATO DE CÁLCIO ASSOCIADO COM POLIFENOIS NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

Monografia apresentada à Coordenação curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A477a Alves, Antônio Miguel de Oliveira.  
ANACARDATO DE CÁLCIO ASSOCIADO COM POLIFENÓIS NA ALIMENTAÇÃO DE  
CODORNAS DE CORTE / Antônio Miguel de Oliveira Alves. – 2023.  
39 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências  
Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

1. Ácido anacardico . 2. Aditivos fitogênicos. 3. Timol. 4. Carvacrol. I. Título.

CDD 636.08

---

ANTONIO MIGUEL DE OLIVEIRA ALVES

ANACARDATO DE CÁLCIO ASSOCIADO COM POLIFENÓIS NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentada à Coordenação curso de  
Zootecnia do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção  
do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues  
Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos  
Nepomuceno

**Aprovado em 30/11/2023**

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Profa. Dra. Francislene Silveira Sucupira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Valquíria Sousa Silva

---

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

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus e meus guias por toda força me dada até aqui, pois somente eu sei quanto o equilíbrio da mente, corpo, alma são necessários para encarar os problemas da vida.

Segundo a minha pessoa, que tive força mental, espiritual e físicas para chegar aonde cheguei e coloquei toda minha fé e motivação e sonhos em prática e corri atrás do meu futuro

Em terceiro a minha família minha mãe Mariella, minha avó Alrice e minha tia Alrenice que durante toda minha vida me deram todo apoio e aporte necessário, pois sem elas jamais seria este homem, profissional, pessoa, ser humano que sou hoje

Amigos que me apoiaram quando eu mais precisei, Ester, Felipe, Breno, Luiza, Alan, Nagila, e aos demais que me agregaram de forma positiva na caminhada.

Foi um processo longo e cansativo, porém toda gratificação ao fim da jornada paga o esforço que se foi feito ao longo do caminho.

A minha irmã que da forma mais pura possível demonstra todo seu amor por mim e alegra meus dias.

Um firme “amém” ao fim de uma fase e ao início de outra, uma nova fase, um ciclo onde poderei de todas as formas retribuir todo o apoio, amor e abdicação que foi me dado, amém, pois filho de São Jorge jamais desiste e não teme mal algum.

## RESUMO

Com objetivo de avaliar os efeitos do uso combinado de anacardato de cálcio e aditivo a base de polifenóis na ração de codornas de corte, foram utilizadas 360 codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade. As aves foram distribuídas seguindo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $(2 \times 2) + 2$ , totalizando 6 tratamentos com cinco repetições de 12 aves. Os tratamentos foram constituídos por rações obtidas a partir dos fatores estudados que foram: 2 níveis de inclusão anacardato de cálcio (2,5 e 5,0 g/kg de ração) e 2 níveis de inclusão de aditivo polifenólico à base de timol e carvacrol (0,10 e 0,20 g/kg), além de 2 rações controle, sendo um negativo (sem promotor de crescimento) e a outro positivo (com promotor de crescimento). Foram avaliados o desempenho das aves, as características de carcaça e a estabilidade lipídica no fígado e na carne *in natura*. Na análise estatística, duas análises de variância foram realizadas: uma para avaliar todos os tratamentos, sendo considerado modelo fatorial  $(2 \times 2) + 2$ , e outra para avaliar o efeito dos fatores e de suas interações, onde foram retirados do modelo os tratamentos controle. Em ambos os casos as médias comparadas pelo teste Tukey (5%). O resultado de desempenho mostrou que consumo de ração no tratamento com 5,0 g/kg anacardato de cálcio associado a 0,10 g/kg de aditivo a base de timol e carvacrol foi significativamente menor em relação a do tratamento do controle negativo, não havendo efeito para as demais variáveis. Não houve interação significativa entre os fatores sobre os parâmetros de desempenho, contudo observou-se que o aumento do nível de anacardato de cálcio de 2,5 para 5,0 g/kg na ração reduziu o consumo de ração e melhorou a conversão alimentar. Não houve efeito dos tratamentos sobre os parâmetros de carcaça. Por outro lado, a avaliação da estabilidade lipídica mostrou que a oxidação lipídica determinada no fígado foi maior apenas no tratamento controle negativo, enquanto na carne foi maior nos tratamentos controle negativo e positivo, quando comparado aos demais tratamentos. Conclui-se que a inclusão de 5,0 g/kg de anacardato de cálcio associado com 0,10 g/kg de aditivo a base de timol e carvacrol é a melhor opção para o uso em rações de codornas de corte, uma vez que reduz o consumo de ração sem comprometer o desempenho das aves e os rendimentos de carcaça e partes nobres, garantindo uma melhor estabilidade lipídica do fígado e da carne.

**Palavras-chave:** ácido anacárdico, aditivos fitogênicos, carvacrol, timol



## ABSTRACT

To assess the effects of the combined use of calcium anacardate and a polyphenol-based additive in the diet of meat quails, 360 meat quails aged 7 to 42 days were used. The birds were distributed following a completely randomized design in a factorial (2 x 2) + 2 arrangement, totaling 6 treatments with five replicates of 12 birds each. The treatments consisted of diets obtained from the studied factors, which were: 2 levels of calcium anacardate inclusion (2.5 and 5.0 g/kg of feed) and 2 levels of inclusion of a polyphenolic additive based on thymol and carvacrol (0.10 and 0.20 g/kg), in addition to 2 control diets, one without a growth promoter (negative control) and the other with a growth promoter (positive control). Bird performance, carcass characteristics, and lipid stability in the liver and fresh meat were evaluated. In the statistical analysis, two analyses of variance were performed: one to assess all treatments, considering a factorial model (2 x 2) + 2, and another to assess the effects of the factors and their interactions, with the control treatments removed from the model. In both cases, means were compared using the Tukey test (5%). The performance results showed that feed consumption in the treatment with 5.0 g/kg of calcium anacardate associated with 0.10 g/kg of the thymol and carvacrol-based additive was significantly lower compared to the negative control treatment, with no effect on the other variables. There was no significant interaction between the factors on performance parameters, but it was observed that increasing the level of calcium anacardate from 2.5 to 5.0 g/kg in the diet reduced feed consumption and improved feed conversion. There was no effect of the treatments on carcass parameters. On the other hand, the evaluation of lipid stability showed that lipid oxidation determined in the liver was higher only in the negative control treatment, while in the meat, it was higher in both the negative and positive control treatments compared to the other treatments. In conclusion, the inclusion of 5.0 g/kg of calcium anacardate associated with 0.10 g/kg of the thymol and carvacrol-based additive is the best option for use in meat quail diets, as it reduces feed consumption without compromising bird performance and carcass yields, ensuring better lipid stability in the liver and meat.

**Keywords:** anacardic acid, phytogetic additives, carvacrol, thymol.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Origem botânica e propriedades de princípios ativos.....	17
Tabela 2 – Composição e níveis nutricionais calculados da ração para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade.....	27
Tabela 3 – Desempenho de codornas europeias de 7 a 42 dias de idade alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (AnCa) e aditivo à base de timol e carvacrol (TC).....	30
Tabela 4 – Parâmetros de carcaça de codornas europeias alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (AnCa) e aditivo à base de timol e carvacrol (TC).....	32
Tabela 5 – Status oxidativo do fígado e carne in natura de codornas europeias alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (AnCa) e aditivo à base de timol e carvacrol (TC). ....	34

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.2. Coturnicultura de corte .....	13
2.3. Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de corte.....	14
2.4. Compostos fenólicos na alimentação de aves de corte.....	19
2.4.1 Ácido anacárdico na alimentação de aves de corte .....	20
2.5 Timol e carvacrol na alimentação de aves de corte .....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Delineamento experimental, rações e manejo de aves .....	25
3.2. Desempenho zootécnico .....	27
3.3. Características de carcaça.....	27
3.4. Estabilidade lipídica .....	27
3.5. Análise estatística .....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
5. CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

Os ácidos orgânicos e os aditivos fitogênicos têm sido utilizados na alimentação de aves com objetivos de substituir, principalmente, os antibióticos promotores de crescimento da ração, visando a manutenção do bom desempenho. Contudo, ao longo dos anos tem sido demonstrado que o bom desempenho das aves com a adição dos ácidos orgânicos e aditivos fitogênicos se deve, a ação desses produtos na melhoria da saúde intestinal em geral, estado oxidativo e bem-estar.

Neste contexto, têm sido criados e experimentados diversos produtos contendo ácidos orgânicos e compostos fitogênicos, tanto isoladamente como em combinações. No entanto, os resultados referentes aos efeitos dessas substâncias nas aves têm demonstrado variações. Essas variações têm sido atribuídas a diversos fatores, como o tipo de composto empregado, a sua origem, a dosagem utilizada, a administração isolada ou conjunta, o tipo de ave envolvida e os desafios de natureza sanitária e ambiental enfrentados (YANG et al., 2019).

O anacardato de cálcio (AnCa) é uma substância que contém ácidos anacárdicos, os quais são compostos fenólicos conhecidos por suas propriedades inibidoras da coccidiose em frangos (TOYMIZU et al., 2003) e por suas capacidades antioxidantes em aves de corte. A presença do AnCa na dieta das aves contribui para a melhoria da qualidade da carne (FREITAS et al., 2022). Em estudos envolvendo aves de corte e aves poedeiras, foi observado que a incorporação de 0,75% de anacardato de cálcio na dieta resultou na redução da oxidação de lipídios tanto na carne fresca quanto na carne congelada e processada (FREITAS et al., 2022).

Por outro lado, a adição de 1% de anacardato de cálcio demonstrou ter um efeito pró-oxidante (ABREU et al., 2019). É importante notar que essa adição não teve impacto negativo no desempenho das aves, nos parâmetros da carcaça (FREITAS et al., 2022; SANTOS et al., 2022).

Por sua vez o timol e o carvacrol são monoterpenos aromáticos encontrados em diversas plantas aromáticas, tais como o tomilho, orégano por exemplo (PEIXOTO-NEVES et al., 2010). São substâncias que mostram grande promessa em várias aplicações por conta das suas propriedades (ALMEIDA et al., 2015). Onde pesquisas tem demonstrado suas ações antioxidantes na alimentação de aves, refletindo em parâmetros de desempenho (RUBERTO et al., 2000; BOTSOGLOU et al., 2002).

Pesquisas recentes têm destacado a possibilidade de combinações eficazes entre diversos ácidos orgânicos e compostos fenólicos. Além disso, estudos têm explorado as sinergias entre diferentes compostos fenólicos e sais na formulação de produtos comerciais, com o objetivo de aprimorar o desempenho das aves (YANG et al., 2019). Nesse contexto, demonstrou-se a importância de avaliar a associação do anacardato de cálcio com timol + carvacrol, visto que na literatura não dispomos de informações sobre os seus efeitos.

Diante do exposto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos da adição de diferentes combinações da associação do anacardato de cálcio com timol + carvacrol na ração de codornas de corte sobre o desempenho e características de carcaça dessas aves.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.2. Coturnicultura de corte

A coturnicultura é um ramo crescente da avicultura focado inteiramente na criação de codornas, seja para fins comerciais de produção de ovos e/ou carne. As codornas são pequenas aves que pertencem à ordem das Galináceas, família das Faisânidas, subfamília dos *Perdicinae* e do gênero *Coturnix*. No Brasil, as espécies de codornas mais conhecidas são as *Coturnix coturnix japônica* e *Coturnix coturnix coturnix*, conhecidas popularmente por codornas japonesas e codornas europeias, respectivamente (UFMG,2022)

De acordo com dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022, o número total de codornas no Brasil foi de 14.028.550, independentemente da finalidade de produção (IBGE, 2023). Os dados indicam que os estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo lideram como os principais produtores de codornas, cuja soma do efetivo representa mais de 55% do alojamento de codornas no Brasil. A regiões sul e nordeste ocupam a segunda e a terceira posição nacional com respectivamente 19,2% e 17,8% do alojamento. No entanto, em termo de valores gerados através da produção o nordeste é segundo lugar do ranking, cujo resultado somou mais 112 milhões de reais, enquanto a região sul, na segunda posição, totalizou cerca de 78 milhões de reais, sendo o primeiro lugar da região sudeste que registrou uma produção superior a 211 milhões de reais. Dentre os estados de Pernambuco e Ceará são os principais produtores ocupando a quinta e sexta posição do ranking nacional com respectivos plantéis de 1.074.510 e 742.978 aves dessa espécie, respectivamente (IBGE, 2023).

No Brasil, a prática de criação de codornas voltada para o abate é uma tendência recente. Isso se deve em grande parte ao sistema de exploração desses animais, que foram predominantemente desenvolvidos para suprir a demanda do mercado de ovos, com destaque para a subespécie japonesa, que é a mais difundida no país. Contudo, observa-se um aumento na criação de codornas europeias, principalmente porque essas aves possuem características favoráveis para o abate, resultando em maior produção de carne e carcaças de qualidade superior em comparação às codornas japonesas. Isso faz com que as codornas europeias atendam de maneira mais adequada às exigências do mercado de carne de codorna (ALMEIDA et al., 2002).

Estudos realizados por Panda e Singh (1990), destacaram que características como alto rendimento de carcaça, textura macia, coloração atraente e sabor distintivo da carne proveniente de codornas europeias contribuem para a boa aceitação pelo consumidor.

A procura por carne de codorna tem impulsionado essa atividade, tornando-a altamente lucrativa e muito atrativa para o consumo humano. Isso se deve às suas características sensoriais e organolépticas únicas, bem como aos benefícios nutricionais que oferece (FLETCHER et al., 2000; SILVA et al., 2009).

Com isso as aves destinadas para corte são provenientes de linhagens europeias que são mais adequadas para a produção comercial de carne, exibem um peso médio de cerca de 150 a 200 gramas a mais do que as codornas destinadas à produção de ovos (OLIVEIRA, 2001).

Com isso, as codornas de corte, são comumente criadas no sistema de criação de piso, que envolve essencialmente criar as aves sobre um material absorvente, conhecido como cama, que se define como um sistema menos avançado em termos tecnológicos, porém, mais econômico quando implementado (AGROCERES, 2019).

Nos últimos anos o mercado avícola busca manter a efetividade produtiva e qualidade do produto, aliado ao baixo custo de produção, com isso buscam se inovações para a criação, a exemplo, o uso de aditivos que aprimoram o desempenho, similares aos antibióticos têm sido empregados nos últimos anos com o objetivo de manter o equilíbrio benéfico da microbiota do trato gastrointestinal. Essa abordagem, baseada na exclusão competitiva, visa reduzir a mortalidade e aumentar a eficiência produtiva das aves (SALYERS, 1999).

### **2.3. Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de corte**

Aditivos fitogênicos são produtos originados das plantas que compreendem uma ampla variedade de ervas, especiarias, e produtos derivados tais como os óleos essenciais, óleos resinas e extratos (WINDISCH et al., 2008). seu emprego como aditivo na alimentação animal tem sido adotado como uma estratégia para melhorar a qualidade das rações, o desempenho e a saúde dos animais, bem como a qualidade dos produtos gerados.

De acordo com Abdelli et al. (2021), os aditivos fitogênicos são reconhecidos por suas propriedades que estimulam a digestão, aprimoram a saúde intestinal, promovem o crescimento, atuam como antioxidantes e modulam o sistema imunológico. Essas propriedades são advindas de moléculas oriundas do metabolismo

secundário das plantas, , cuja estrutura química difere em função da origem botânica, o que confere aos diferentes princípios ativos, características e efeitos biológicos diferenciados, tais como ações antimicrobiana (ZHOU et al., 2007), anticarcinogênicos, anti-inflamatório, antioxidante (WISEMAN et al., 1997) e imunoestimulante (GUO et al., 2004).

Dentre os princípios ativos responsáveis por estas diferentes propriedades estão: saponinas, taninos, flavonóides, mucilagens, glicosídeos, alcaloides, compostos fenólicos, substâncias sulfurosas, terpenos etc. (MARTINS et al., 2000; WENDLER, 2006). Na tabela 1 estão elencados os principais princípios ativos, bem como sua origem botânica e propriedades.

A obtenção de aditivos fitogênicos envolve o isolamento ou concentração de um ou mais princípios ativos, utilizando diferentes partes da planta. O método aplicado varia de acordo com as propriedades químicas do princípio ativo, influenciando a forma física do produto resultante, que pode se manifestar como óleos essenciais, extratos em solventes líquidos ou desidratados. De acordo com Langhout (2005), a principal diferença entre os extratos de vegetais e os óleos essenciais é o método de extração utilizado. Os óleos essenciais são líquidos oleosos, obtidos por fermentação ou destilação por arraste com vapor d'água, por atividade enzimática seguida de destilação a vapor d'água ou por extração com dióxido de carbono líquido sob baixa temperatura e alta pressão (BURT, 2004; LANGHOUT, 2005).

A obtenção de extratos vegetais pode se dar por dois principais métodos: a extração a frio e a extração a quente. Cada um desses métodos compreende diferentes procedimentos. Na extração a frio, notáveis são a maceração e a percolação. Na maceração, ocorre a extração da matéria-prima vegetal em um recipiente fechado, a temperatura ambiente, por um período prolongado, com agitação ocasional e sem a substituição do líquido extrator. Por outro lado, na percolação, os princípios ativos são arrastados pela passagem contínua do líquido extrator, resultando no esgotamento da planta por meio do lento gotejamento do material. A extração a quente, ela se divide em dois sistemas: o sistema aberto e o sistema fechado. No contexto do sistema aberto, destacam-se a infusão e a decocção. Durante a infusão, a extração ocorre ao imergir o material vegetal em água fervente por um tempo específico, utilizando um recipiente coberto. Por sua vez, a decocção implica manter o material vegetal em contato com um solvente aquecido, geralmente água, por um período determinado. A extração a quente com sistema fechado compreende a extração por meio do aparelho de Soxhlet e por

arraste a vapor. A Soxhlet utiliza o aparelho homônimo para extrair sólidos com solventes voláteis, em ciclos nos quais o material vegetal entra em contato com o solvente renovado, resultando em uma extração de alta qualidade e eficiência. Já a extração por arraste a vapor é empregada na extração de óleos voláteis, sendo estes arrastados pelo vapor d'água devido à sua maior tensão de vapor em comparação com a água. (NAVARRO,2005).

O desenvolvimento e uso de aditivos fitogênicos na alimentação de aves tem sido estimulado devido seu potencial em substituir o uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação animal. Esse estímulo surge em resposta às diretrizes da União Europeia, que buscam substituir os antimicrobianos usados para melhorar o desempenho, uma vez que esses produtos passaram a ser considerados possíveis desencadeadores de riscos para a saúde humana devido ao seu potencial envolvimento na evolução da resistência microbiana (BRUGALLI, 2003).

Tabela 1. Origem botânica e propriedades de princípios ativos

Gênero e/ou espécie	Nome popular	Princípio ativo (principal)	Propriedade
<i>Cinnamomum</i> spp	Canela	Cinaladeído; Eugenol; Linalol	Antibacteriano; estimulante da digestão; antioxidante
<i>Origanum</i> spp	Orégano	Carvacrol; timol; carvone; $\gamma$ terpine; pCimene	Antibacteriano; antifúngica
<i>Syzygium</i> spp	Cravo	Eugenol	Antibacteriano; antifúngica
<i>Thymus</i> spp	Tomilho	Timol; carvacrol; p-cimene; geraniol	Antibacteriano; antioxidante; antifúngica
<i>Capsicum</i> spp	Pimenta vermelha/preta	Capsaicina; piperina;	Anti-inflamatório; antidiarreico; estimulante da digestão
<i>Curcuma zedoaria longa</i>	Açafrão da Índia	curcumina	Antioxidante; anti-inflamatório; redução de colesterol; aumento secreção biliar; indutor de apoptose de células defeituosas
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Alecrim	Cineol; rosmarinol; rosmaricina; timol	Estimulante da digestão; antibacteriano; antioxidante
<i>Allium sativum</i>	Alho	Alicina	Antisséptico; estimulante da digestão
Alicina	Boldo do Chile	Boldina; eucaliptol; ascaridol; pneumosídeo; boldosídeo	Antioxidante; estimulante de secreção enzimática; estimulante secreção biliar
<i>Cuminum cyminun</i>	Cominho	Cuminaldeído; y-terpine	Estimulante da digestão, antibacteriano
<i>Trigonella foenumgraecum</i>	Feno Grego	Trigonelina; ác malônico; carpaína; trigogenina	Antioxidante; estimulante de apetite
<i>Salvia</i> spp.	Sálvia	Cineol; pineno; salviol	Estimulante da digestão
<i>Vitis vinifera</i>	Uva (semente)	Antocianinas; flavanas; catequina; epicatequina; procianidinas; antocianinas; resveratrol	Antioxidante; aumenta HDL; antibacteriano; antiviral; intiinflamatória
<i>Myristica fragrans</i> .	Noz moscada	Sabinina	Estimulante da digestão e antidiarreicos
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Coentro	Linalol	Estimulante da digestão
Zingiber	Gengibre	Cingerol	Estimulante gástrico
<i>Laurus</i> ; L.	Louro	Cineol	Estimulante da digestão
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro	Ácido anacárdico	Antioxidante, antimicrobiano, Anti-inflamatório, antitumoral

Fonte: Adaptador de Burt (2004); Ceylan e Fung (2004) e Butolo (2005); Freitas et al. (2022).

Além disso, a utilização de produtos sintéticos na alimentação animal tem suscitado preocupações quanto à segurança dos produtos resultantes para o consumo humano. Zheng e Wang (2001), destacam que o uso indiscriminado de substâncias químicas na dieta dos animais pode comprometer a saúde destes, levando a acúmulos significativos desses produtos em seus tecidos, que podem chegar ao consumidor final. O consumo elevado de certas moléculas sintéticas apresenta potencial carcinogênico. Nesse contexto, estão sendo conduzidos muitos estudos com o objetivo de buscar alternativas naturais e eficazes que possam atuar como promotores de crescimento e antioxidantes naturais na alimentação animal.

Estudos indicam que a inclusão de aditivos fitogênicos na dieta de frangos de corte resulta em uma otimização da absorção de nutrientes, o que conseqüentemente se traduz em melhorias nos resultados de desempenho e ser processados, com maior estabilidade e vida de prateleira. (LEVIĆ et al., 2007; SANCHEZ et al. 2019).

Pesquisas têm observado melhorias no desempenho de frangos de corte com a adição de extratos naturais em sua dieta. Zhang et al. (2017), incorporaram extratos das folhas da mangueira em níveis de 0,14% e 0,28% na dieta de frangos de corte, observaram ganho médio diário aumentado, peso final das aves significativamente maior e melhorias no metabolismo lipídico. Parakeuas et al. (2017) utilizaram um aditivo fitogênico à base de mentol, anetol e eugenol em diferentes níveis de 100mg/kg e 150mg/kg também na dieta frangos de corte (de 1 a 42 dias), constataram que a inclusão melhorou a conversão alimentar e o peso final das aves. Pereira et al. (2010), observaram que o uso de doses de até 2.000 ppm do extrato de casca de manga demonstrou eficácia em atrasar o processo de oxidação lipídica em mortadelas de frangos de corte.

Togashi et al. (2008), utilizaram 3% de alho em pó na dieta de frangos de corte e obtiveram resultados positivos na redução dos níveis de colesterol nas aves. Chowdhury et al. (2018), constataram que a substituição de antibióticos (50 mg/kg de ração) pelo óleo da casca de canela (300 mg/kg de ração) resultou em melhora do estado antioxidante na carne de frangos.

Em estudos com extrato etanólico da manga, Farias et al. (2021), verificaram que a inclusão de 200 mg/kg reduz o colesterol plasmático em frangos de corte, enquanto Matos et al. (2023), observaram que 1000 mg/kg de ração melhorou a estabilidade lipídica da carne de codornas congelada por até 120 dias.

#### **2.4. Compostos fenólicos na alimentação de aves de corte**

Os compostos fenólicos têm sua origem no metabolismo secundário das plantas e desempenham um papel fundamental no crescimento e na reprodução. Além disso, esses compostos são produzidos em resposta as condições de estresse, como infecções, ferimentos, exposição à radiação UV e outros fatores vegetais (ÂNGELO; JORGE, 2007).

Quimicamente, os compostos fenólicos são definidos como substâncias que apresentam um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxila como substituintes, incluindo seus grupos funcionais. Esses compostos possuem uma estrutura variável, tornando-os multifuncionais. Os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, taninos, são definidos como os mais relevantes nesta gama de compostos. Os ácidos fenólicos são distinguidos devido à presença de um anel benzênico, um grupo carboxílico e um ou mais grupos hidroxila e/ou metoxila em sua estrutura molecular. Esses componentes conferem propriedades antioxidantes aos vegetais (ÂNGELO; JORGE, 2007).

Compostos fenólicos funcionam de forma defensiva, sequestrando as espécies reativas ao oxigênio (EROS), como por exemplo, quelantes de metais (SHAHIDI et al., 1992; MARTÍNEZ-VALVERDE et al., 2000). Na classe dos fenóis, os flavonoides desempenham um papel fundamental na neutralização e inibição de radicais livres em compartimentos celulares, tanto em ambientes lipofílicos quanto hidrofílicos. Isso ocorre devido à sua capacidade de doar átomos de hidrogênio, o que resulta na captura eficaz das EROS, evitando assim reações em cadeia dessas espécies reativas (ARORA et al., 1998).

O mecanismo de ação dos antioxidantes encontrados em extratos de plantas desempenha uma função significativa na diminuição da oxidação lipídica em tecidos, tanto vegetais quanto animais. Quando esses antioxidantes são adicionados à alimentação, eles preservam a qualidade dos alimentos e mitigam o risco de desenvolvimento de doenças (ÂNGELO; JORGE, 2007).

Pereira et al. (2010), observaram que o uso de doses de até 2.000 ppm do extrato de casca de manga demonstrou eficácia em atrasar o processo de oxidação lipídica em mortadelas de frangos de corte.

#### **2.4.1 Ácido anacárdico na alimentação de aves de corte**

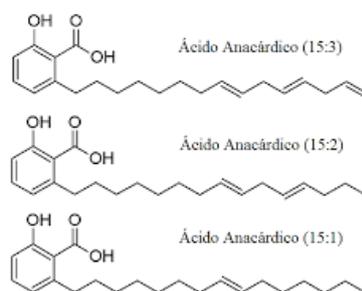
O ácido anacárdico é um composto fenólico comumente presente na castanha de caju que pode se apresentar forma de líquido, viscoso, escuro e oleoso, denominado de líquido da castanha do caju (LCC), exibindo várias propriedades biológicas, como atividade antitumoral, capacidade de inibir o crescimento de bactérias e ação antioxidante (KUBO et al., 1993).

A extração comercial do LCC a partir desse subproduto oferece oportunidade para valorizar a produção de castanha de caju. Esse processo pode ser conduzido em temperaturas elevadas, a abordagem mais comum na indústria de processamento de castanhas para obter amêndoas destinadas ao consumo humano, ou a frio. A extração a quente resulta em LCC distinto em comparação com a extração a frio, devido à descarboxilação do ácido anacárdico durante o aquecimento, transformando-o em cardanol. O líquido obtido no processo de extração a quente é conhecido como "LCC técnico", enquanto o "LCC natural" refere-se ao líquido obtido por meio da extração com o uso de solventes (MATOS et al., 2008).

Assim, as composições destas duas variáveis de LCC são evidenciadas por consequência da sua forma de extração, descritas da seguinte forma, o LCC natural possui uma composição que inclui cerca de 65-70% de ácido anacárdico, 11-20% de cardol, aproximadamente 2-3% de 2-metil cardol, e pequenas quantidades de cardanol. Em contraste, o LCC técnico apresenta composições aproximadas que incluem 63-65% de cardanol, 11-20% de cardol e cerca de 24% de material polimérico. (LUBIC, 2003).

Os ácidos anacárdicos são substâncias apolares que possuem uma estrutura que consiste em um anel fenólico ligado a uma cadeia lateral de carbonos. As cadeias do ácido anacárdico geralmente contêm 15 átomos de carbono e podem apresentar uma, duas ou três insaturações, ou podem ser completamente saturados. Além disso, é possível encontrar grupos metila no anel fenólico dessas substâncias (NETO et al., 2014).

Figura 1- estrutura molecular do ácido anacárdico e suas insaturações



Fonte: OIRAM FILHO et al., 2017.

Toyomizu et al. (2003), evidenciaram o impacto positivo do ácido anacárdico na avicultura ao demonstrar sua eficácia na prevenção de lesões causadas pela coccidiose. Essa descoberta incentivou a expansão da pesquisa relacionada à inclusão do líquido da castanha de caju (LCC) na dieta das aves. Murakami et al. (2014), avaliaram o efeito de uma mistura de óleos essenciais obtidos a partir de óleo de caju, no desempenho e no nível de energia metabolizável obtidos com frangos de corte submetidos a desafio com coccidiose. O ganho de peso e a eficiência alimentar dos frangos suplementados com óleos essenciais foi superior em comparação aos animais que não receberam a suplementação, antes do desafio e após a infecção.

O ácido anacárdico, apresentou potencial como antioxidante natural quando utilizado em concentração de 200 ppm, ao ser adicionado a mortadelas de frango, permitindo uma melhor vida de prateleira aumentando a durabilidade (ABREU et al. 2016).

Em um estudo recente realizado por Freitas et al. (2022), observaram que a inclusão de 0,75% de anacardato de cálcio na dieta de frangos de corte, contribuiu para a diminuição dos teores de gordura na carcaça e reduziu a oxidação lipídica na carne das aves. Entretanto este nível de adição reduziu o consumo de ração até os 21 dias de idade, mas não afetou o desempenho ao final do ciclo das aves.

Santos (2023) constatou que a inclusão de 0,50% anacardato de cálcio associado a 0,50% ácido cítrico melhorou o desempenho e o estado oxidativo no sangue e fígado dos frangos aos 42 dias de idade.

## 2.5 Timol e carvacrol na alimentação de aves de corte

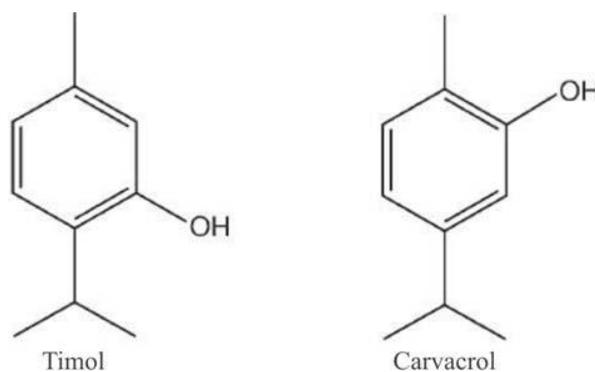
O timol e o carvacrol são monoterpênicos aromáticos encontrados em diversas plantas aromáticas, tais como *Thymus vulgaris L.* (tomilho), *Origanium compactum*

(orégano), *Acalypha phleoides* e *Lippia sidoides* (alecrim-pimenta) entre outras (PEIXOTO-NEVES et al., 2010). São classificadas como substâncias GRAS (Geralmente Reconhecidas como seguras) pela Food and Drug Administration (FDA, 2018) e tem demonstrado eficiência contra um amplo espectro de fungos e bactérias (BURT, 2004; GUTIERREZ, et al., 2008).

O timol é um composto pertencente à classe dos monoterpenos. Ele compartilha isomeria com o carvacrol e é obtido como uma substância aromática de coloração cristalina branca e odor agradável. Embora tenha baixa solubilidade em água, é altamente solúvel em certos solventes orgânicos e possui um pH neutro. O carvacrol, é outro monoterpeno de sabor picante e um leve aroma de orégano. Devido às suas características sensoriais agradáveis, o carvacrol é utilizado como aditivo alimentar. Acredita-se que suas propriedades antimicrobianas sejam atribuídas à capacidade de romper as membranas das bactérias. Estes se diferenciam pela posição da hidroxila no anel aromático, os terpenos demonstraram uma ampla variedade de atividades biológicas, como propriedades antimicrobianas, antifúngicas, antioxidantes e anti-inflamatórias (DE LIMA et al., 2017).

O timol e carvacrol possuem a mesma fórmula molecular que é  $C_{10}H_{14}O$  e um peso molecular de 150,22 g/mol (NOSTRO; PAPALIA, 2012). O que os diferenciam é a posição do grupo hidroxila (LAMBERT et al., 2001).

Figura 2: Estrutura molecular de timol e carvacrol.



Fonte: SOUSA, 2013.

O timol e o carvacrol são substâncias que mostram grande promessa em várias aplicações biológicas por conta das suas propriedades que incluem baixa toxicidade,

solubilidade e facilidade de obtenção, tornando esses monoterpenos aromáticos altamente destacados em pesquisas e estudos (ALMEIDA, 2015).

Estudos investigaram o impacto da adição de diversos óleos essenciais, incluindo timol e carvacrol nas dietas de frangos alojados em instalações de criação comercial. Os resultados revelaram que a inclusão desses óleos essenciais nas rações dos frangos resultou em uma eficaz redução no número de unidades formadoras de colônias da bactéria *Clostridium perfringens* (MITSCH et al., 2004). Com isso, pode se notar que elementos presentes nos óleos essenciais incentivam a síntese de enzimas que aprimoram a absorção dos nutrientes, sendo considerados fatores importantes para manter a estabilidade da microbiota intestinal (LEITE et al., 2012)

O extrato de foi avaliado como um aditivo alternativo aos promotores de crescimento em frangos de corte com idade entre 1 e 42 dias. Essa avaliação foi realizada de forma isolada (timol + carvacrol) e em combinação com um antibiótico. Os resultados não demonstraram diferenças significativas em relação ao antibiótico e ao grupo de controle em termos de desempenho como ganho de peso, consumo de ração e qualidade da carcaça (AESCHBACH et al. 1994).

Ruberto et al. (2000), observaram que tanto a adição de carvacrol quanto de timol à dieta de frangos de corte demonstraram eficácia na prevenção da oxidação de lipídios, quando comparadas à suplementação com antioxidantes sintéticos.

Em um estudo envolvendo frangos de corte, Botsoglou et al. (2002), introduziram orégano em quantidades variando de 50 a 100 mg/kg na alimentação das aves. Os resultados revelaram uma atividade antioxidante nos tecidos dos frangos, observou-se também que, em condições de temperaturas elevadas e durante o processo de oxidação lipídica, o timol demonstrou uma notável atividade antioxidante superior a outros compostos avaliados.

Em um estudo realizado por Zhou et al. (2007) investigaram o efeito antibacteriano do cinamaldeído, timol e carvacrol, em combinações com níveis de 200 e 400 mg/L contra a bactéria causadora da Salmonella, o efeito da combinação dos compostos associados foi mais eficiente em reduzir a população de *S. typhimurium*, se mostrando superior aos compostos isolados.

Al-Kassie (2009), apresentou estudos onde, ao incorporar óleos extraídos do tomilho nas dietas de frangos com níveis de 100 e 200 ppm, foram observados resultados superiores no ganho de peso e na conversão alimentar. Esses efeitos foram atribuídos aos compostos ativos do timol, encontrados no tomilho. Esses princípios

ativos foram identificados como responsáveis por melhorar a eficiência na utilização dos alimentos, resultando em um desempenho geral aprimorado nas aves.

Oral et al. (2009) realizaram um estudo para avaliar o impacto do óleo essencial de orégano com nível de 5 ml, que é rico em carvacrol, na extensão da vida útil da carne de frango fresca embalada. Os resultados indicaram que o uso desse óleo essencial de orégano onde apresentou funções antioxidantes e aumentou a durabilidade do produto em cerca de 2 dias.

Os componentes antioxidantes timol e carvacrol a níveis de 100 mg/kg foram incorporados na ração de frangos de corte e absorvidos no sistema digestivo, onde demonstrou-se desempenho de protetor significativo na prevenção da oxidação dos lipídios na carne, principalmente na coxa e no peito. Apesar da rápida metabolização de timol e carvacrol no trato digestivo, após a realização de análises, quantidades substanciais destes compostos foram detectadas no produto cárneo (RAMOS et al., 2017).

Cross et al. (2007) identificaram um incremento significativo no ganho de peso corporal de frangos de corte quando a dieta foi enriquecida com óleo essencial de tomilho, aplicado a uma concentração de 1000 mg/kg.

Zhang et al. (2021) evidenciaram, por meio de um experimento, que a adição do óleo essencial de orégano à ração de frangos de corte, com níveis de 200 mg/kg, resultou em melhorias significativas no ganho de peso e na eficiência alimentar dos frangos de corte ao término do ciclo de produção.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará, localizado em Fortaleza, Brasil, sobre o protocolo CEUA nº 2408202201, e está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

#### 3.1. Delineamento experimental, rações e manejo de aves

A pesquisa foi conduzida no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, o experimento foi realizado em um galpão convencional de alvenaria com dimensões de 9 m de largura e 10 m de comprimento, com área de criação das aves dividida em boxes com dimensões de 0,60 x 0,60m equipadas com comedouro tipo tubular e bebedouro tipo copo pressão.

Foram utilizadas 360 codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade, cuja distribuição nas unidades experimentais seguiu um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $(2 \times 2) + 2$ , totalizando seis tratamentos com cinco repetições de 12 aves cada. Os tratamentos foram constituídos por rações obtidas a partir dos fatores estudados que foram: dois níveis de inclusão anacardato de cálcio (2,5 e 5,0 g/kg de ração) e dois níveis de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol (0,10 e 0,20 g/kg), além de duas rações controle, sendo um negativo (sem promotor de crescimento) e o outro positivo (com promotor de crescimento).

O anacardato de cálcio foi obtido do líquido da castanha do caju, cuja sequência de etapas contemplou a extração do líquido da castanha e isolamento do ácido anarcárdico e reação com hidróxido de cálcio, conforme metodologia descrita por Freitas et al. (2022). O aditivo à base de timol e carvacrol foi Oleobiotec Poultry® (PHODÉ), cuja recomendação de inclusão é de 0,100 a 0,200 kg/tonelada de ração. E como promotor de crescimento foi utilizado o produto comercial H-Max® (FARMASE), composto de Halquinol 60%, cuja recomendação de uso para aves de corte é de 0,05 kg/tonelada de ração.

Para a obtenção das rações experimentais foi formulada uma ração, controle negativo, sem a inclusão de antibiótico promotor de crescimento e dos aditivos testados e com um inerte na concentração de 6,0 g/kg de ração (Tabela 2), considerado as exigências nutricionais apresentadas por Silva e Costa (2009) e os valores de composição nutricional e energética dos ingredientes apresentados por Rostagno et al.

(2017). As demais rações foram obtidas pelas substituições isométricas do inerte pelos aditivos testados, antibiótico promotor de crescimento, anacardato de cálcio e antioxidante à base de Timol e Carvacrol, conforme os tratamentos propostos.

Tabela 2. Composição e níveis nutricionais calculados da ração para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade

Ingredientes	g/kg
Milho	549,88
Farelo de soja	399,49
Óleo de soja	14,67
Calcário calcítico	11,55
Fosfato bicálcico	10,11
Sal comum	3,42
DL-metionina	2,64
L-lisina (54,6%)	0,23
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	1,50
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,50
Inerte <sup>3</sup>	6,00
<b>Total</b>	<b>1000,0</b>
<b>Composição calculada</b>	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.950,00
Proteína bruta (g/kg)	230,00
Metionina + cistina digestível (g/kg)	8,90
Metionina digestível (g/kg)	5,80
Lisina digestível (g/kg)	11,42
Treonina digestível (g/kg)	7,84
Triptofano digestível (g/kg)	2,66
Calcio (g/kg)	7,50
Fósforo disponível (g/kg)	2,90
Sódio (g/kg)	1,60

<sup>1</sup> Composição por kg do produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg;

<sup>2</sup> Composição por Kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg;

<sup>3</sup> Areia lavada.

Durante o período experimental, houve o fornecimento de água e ração a vontade. O programa de luz adotado foi o de 23 horas por dia (natural + artificial), durante todo período experimental. Foram utilizadas lâmpadas fluorescentes de 40 watts, distribuídas a uma altura de 2,4 m do piso, de maneira que todas as aves recebessem luz de forma uniforme.

No decorrer do experimento foram avaliados o desempenho zootécnico das aves e as características de carcaça e a estabilidade lipídica do fígado e da carne *in natura*.

### 3.2. Desempenho zootécnico

Para avaliar o desempenho as aves e as rações foram pesadas no início e no final do experimento (7 e 42 dias de idade) para determinar o consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), peso final das codornas (g) e conversão alimentar (g/g). As variáveis foram corrigidas para mortalidade considerando o número de aves e o número de dias no período, de acordo com as recomendações de Sakomura & Rostagno (2016).

### 3.3. Características de carcaça

Para avaliação da carcaça, aos 42 dias de idade, foram selecionadas duas aves de cada unidade experimental de acordo com o peso médio da parcela, as quais foram submetidos ao período de jejum alimentar de 6 horas. Após o período jejum as aves foram pesadas, eutanasiadas por eletronarcose e posteriormente sangradas, escaldadas, depenadas e evisceradas. Após a retirada da cabeça, pescoço e pés, a carcaça foi pesada para determinar o rendimento de carcaça com base no peso do animal em jejum. Em seguida, o peito inteiro, sobrecoxas + coxas, fígado e gordura abdominal foram extraídos e pesados para cálculo do rendimento. Os rendimentos de peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal foram expressos em relação ao peso da carcaça quente. O peso relativo do fígado e da moela foi expresso em relação ao peso da ave.

### 3.4. Estabilidade lipídica

A avaliação da estabilidade lipídica foi realizada em amostras do fígado e da carne *in natura*. A amostra de carne foi obtida da moagem das coxas, sobrecoxas e dorso, enquanto as amostras do fígado após a sua maceração.

A estabilidade oxidativa foi avaliada por meio da determinação da concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

As amostras foram avaliadas através do método de extração ácido aquosa (CHERIAN et al., 2002). Para isso, em um tubo Falcon de 15ml, foram pesados aproximadamente 2g de amostra devidamente homogeneizados e em seguida, foram adicionados 6,75 ml de ácido perclórico (3,86%) e 18,75µl de BHT (4,5%) sendo o conteúdo homogeneizado em Vórtex por 1 minuto. Posteriormente os tubos foram centrifugados a 8500 rpm por 10 minutos.

O sobrenadante foi filtrado em papel de filtro (Whatman nº 1) e depois, 1 ml do filtrado foi colocado em tubo eppendorf de 2,0 ml (eppendorf®) e adicionando-se em

seguida 1 ml de solução aquosa de TBA (20 mM). Os tubos foram aquecidos em aquecedor (Eppendorf ThermoMixer C®, Eppendorf, Hamburg, Germany) por 30 minutos a 95°C. Em seguida para reduzir a temperatura, os tubos foram colocados em banho de gelo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (Espectrofotômetro 700PLUS®, Femto, São Paulo, Brasil) a 531 nm. A concentração de TBARS foi calculada através de uma curva padrão de malonaldeído (MDA) e os resultados expressos em mg de MDA/ g de amostra.

### **3.5. Análise estatística**

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o Statistical Analyses System (SAS, 2000). Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA segundo um modelo fatorial  $(2 \times 2) + 2$ , representado por dois níveis de inclusão do anacardato de cálcio, dois níveis de inclusão aditivo a base timol e carvacrol e os tratamentos controle negativo e positivo. A comparação dos tratamentos foi realizada pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância. Para avaliar o efeito dos fatores e de suas interações os tratamentos controle negativo e positivo foram retirados do modelo e as medias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O resultado da análise de variância dos indicadores de desempenho das codornas (Tabela 3), que consideraram no modelo todos os tratamentos, mostrou que consumo de ração das codornas alimentadas com ração contendo 5,0 g/kg anacardato de cálcio associado a 0,10 g/kg de aditivo a base de timol e carvacrol foi significativamente menor em relação as do tratamento do controle negativo, não havendo efeito para as demais variáveis. A análise da interação entre os fatores, níveis de anacardato de cálcio de aditivo a base de polifenóis, não foi significativa para nenhuma das variáveis. Entretanto, a avaliação dos fatores isolados mostrou que o aumento do nível de anacardato de cálcio de 2,5 para 5,0 g/kg de ração mostrou-se significante com redução no consumo de ração e melhora na conversão alimentar, enquanto não foi observando diferença estatística entre os dois níveis testado do aditivo a base de timol e carvacrol sobre nenhum dos parâmetros de desempenho.

Estudos sobre o ácido anacárdico têm revelado que a sua adição nas dietas de aves tem impactado positivamente o desempenho, incluindo a redução no consumo de

ração na fase inicial do ciclo produtivo sem afetar seu desempenho ao final do ciclo produtivo, conforme demonstrado em frangos de corte por Freitas et al. (2022). No estudo realizado por Santos (2023), constatou que a inclusão de 0,50% anacardato de cálcio associado a 0,50% ácido cítrico melhorou o desempenho dos frangos aos 42 dias de idade.

Tabela 3. Desempenho de codornas europeias de 7 a 42 dias de idade alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (AnCa) e aditivo à base de timol e carvacrol (TC)

Fatores	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Peso aos 42 dias (g)
<b>Rações</b>				
Controle negativo	815,43A	231,36	3,53	256,98
Controle positivo	799,66AB	226,13	3,54	251,73
2,5 g/kg AnCa + 0,10 g/kg TC	810,70AB	226,18	3,59	251,77
2,5 g/kg AnCa + 0,20 g/kg TC	809,28AB	228,93	3,54	254,49
5,0 g/kg AnCa + 0,10 g/kg TC	768,50B	227,75	3,37	252,41
5,0 g/kg AnCa + 0,20 g/kg TC	784,50AB	232,81	3,37	257,92
Média	798,01	228,86	3,49	254,22
EPM <sup>2</sup>	4,875	1,183	0,029	1,281
<b>Anacardato de cálcio (g/kg)</b>				
2,5	809,99A	227,55	3,56A	253,13
5,0	776,50B	230,28	3,37B	255,17
<b>Timol + Carvacrol (g/kg)</b>				
0,10	789,60	226,97	3,48	252,09
0,20	796,89	230,87	3,45	256,21
<b>ANOVA<sup>2</sup></b>				
	<b>p-valor</b>			
Rações	0,0243	0,5103	0,1085	0,6205
AnCa	0,0028	0,2342	0,0019	0,3920
TC	0,4546	0,0958	0,6080	0,0942
AnCa x TC	0,3737	0,6066	0,6618	0,5571

<sup>1</sup> Erro padrão da média;

<sup>2</sup> Análise de variância;

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Além disso, Murakami et al. (2014), demonstraram que frangos desafiados com coccidiose alimentados com rações contendo óleo a base de anacardato de cálcio apresentaram melhorias no ganho de peso e na conversão alimentar, resultando em uma eficiência aprimorada.

Pesquisas com aditivos de timol e carvacrol tem apresentado resultados controversos. Cross et al. (2007), identificaram um incremento significativo no ganho de peso corporal de frangos de corte quando a dieta foi enriquecida com óleo essencial

de tomilho, a 1000 mg/kg. Já Zhang et al. (2021) evidenciaram, que a adição do óleo essencial de orégano à ração de frangos de corte, com níveis de 200 mg/kg, resultou em melhorias significativas no ganho de peso e na eficiência alimentar dos frangos de corte ao término do ciclo de produção.

No entanto, há descobertas que evidenciam ineficácia na inclusão de timol e carvacrol na alimentação de aves de corte, conforme evidenciado por Du et al. (2016), o estudo utilizou um determinado óleo essencial composto por 25% de timol e 25% de carvacrol, adicionado às rações de frangos de corte, e constatou a ausência de efeitos significativos nos parâmetros de desempenho das aves.

Com isso, não surgimento de efeitos nos parâmetros isolados do timol e carvacrol pode ser atribuído à diversidade das variações que esses aditivos podem apresentar, tanto em suas formas, como também sobre as concentrações utilizadas no trabalho. Portanto, surge também a hipótese de que a associação desses componentes com o anacardato de cálcio tenha inibido seu potencial como promotor de crescimento, demonstrando assim a possibilidade de estudos com níveis maiores de timol e carvacrol.

Na avaliação dos parâmetros de carcaça (Tabela 4), cuja análise de variância considerou todos os tratamentos no modelo, não foi detectado nenhum efeito significativo sobre os rendimentos de carcaça, peito coxa+sobrecoxa e peso relativos da gordura e do fígado. A análise da interação entre os dois fatores estudados, também não foi significativa para nenhuma das variáveis, assim como não foi detectado diferença significativa entre os dois níveis de anacardato de cálcio, bem como, entre os dois níveis do aditivo a base de polifenóis para nenhum dos parâmetros.

Os resultados de características de carcaça dessa pesquisa corroboram com os obtidos em estudos com frangos, cuja inclusão de até 10 g/kg de anacardato de cálcio (FREITAS et al., 2022) e de 7,5 g/kg anacardato de cálcio associado 7,5 g/kg de ácido cítrico (SANTOS, 2023) também não afetou o rendimento de carcaça, cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa) e percentual de gordura abdominal.

Também, de acordo com pesquisas que examinaram aditivos contendo timol e carvacrol, Alp et al. (2012), investigaram a administração de suplementação de óleo de orégano na dieta de frangos de corte em uma concentração de 300 mg/kg, observando a ausência de efeito nas características da carcaça.

Tabela 4. Parâmetros de carcaça de codornas europeias alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (AnCa) e aditivo à base de timol e carvacrol (TC)

Fatores	Rendimento (%)				
	Carcaça	Peito	Coxa+Sobrecoxa	Gordura	Fígado
<b>Rações</b>					
Controle negativo	74,10	39,21	23,52	1,06	1,97
Controle positivo	74,20	39,94	24,28	1,19	1,86
2,5 g/kg AnCa + 0,10 g/kg TC	73,74	41,52	23,72	0,81	2,00
2,5 g/kg AnCa + 0,20 g/kg TC	74,20	40,65	23,13	0,98	1,90
5,0 g/kg AnCa + 0,10 g/kg TC	72,90	39,92	24,12	1,38	2,08
5,0 g/kg AnCa + 0,20 g/kg TC	73,24	41,13	23,70	1,08	2,00
Média	73,73	40,40	23,74	1,08	1,97
EPM <sup>2</sup>	0,228	0,280	0,221	0,077	0,037
<b>Anacardato de cálcio (g/kg)</b>					
2,5	73,97	41,09	23,42	0,89	1,95
5,0	73,07	40,52	23,91	1,23	2,04
<b>Timol + Carvacrol (g/kg)</b>					
0,10	73,32	40,72	23,92	1,09	2,04
0,20	73,72	40,89	23,41	1,03	1,95
<b>ANOVA<sup>2</sup></b>			<b>p-valor</b>		
Rações	0,4649	0,1499	0,7508	0,4172	0,5880
AnCa	0,0967	0,3419	0,0656	0,1069	0,1889
TC	0,4413	0,7766	0,0577	0,7488	0,2001
AnCa x TC	0,9069	0,0930	0,7376	0,2323	0,8987

<sup>1</sup> Erro padrão da média;

<sup>2</sup> Análise de variância;

<sup>ab</sup> Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Vale destacar que o efeito da adição dos ácidos orgânicos ou de suas combinações com outros ácidos ou com diferentes fontes de compostos fenólicos na ração sobre as características de carcaça dos frangos de corte tem sido variável. Semelhante ao relatado em outras pesquisas não encontraram diferenças nas características de carcaça ao avaliar ácidos orgânicos ou aditivos fitogênicos (GUNGOR; ERENER, 2019). Entretanto, outros estudos encontraram melhoras com a utilização de óleos essenciais de ervas nativas da Turquia o rendimento de carcaça e partes nobres de frangos de corte, com melhora no rendimento do peito, da carcaça e diminuição da porcentagem da gordura abdominal (ALÇIÇEK et al., 2003; FASCINA et al., 2012).

Em experimento com ratos, Toyomizu et al. (2003), verificaram que o ácido

submetidos a dieta que normalmente promovem maior deposição de gordura. Contudo no presente experimento não foi verificada alteração na gordura abdominal em frangos de corte alimentados com dietas contendo anacardato de cálcio e aditivo polifenólico.

O resultado da análise de variância dos indicadores status da oxidação lipídica do fígado e carne (Tabela 5), cujo modelo estatístico considerou todos os tratamentos, mostrou que o valor de TBARS determinado no fígado foi maior apenas no tratamento controle negativo, enquanto na carne os valores foram maiores nos tratamentos controle negativos e positivo, quando comparado aos demais tratamentos. Por outro lado, na análise da interação entre os dois fatores estudados, não foi detectado efeito significativo sobre as variáveis, assim como não houve diferença significativa entre os dois níveis de anacardato de cálcio, bem como, entre os dois níveis do aditivo a base de timol e carvacrol sobre os valores de TBARS nas amostras dos dois tecidos.

Tabela 5. Status oxidativo do fígado e carne *in natura* de codornas europeias alimentadas com rações contendo associação do anacardato de cálcio (AnCa) e aditivo à base de timol e carvacrol (TC).

Fatores	TBARS (mg de malonaldeído/g)	
	Fígado	Carne
<b>Rações</b>		
Controle negativo	2,99A	2,90A
Controle positivo	2,52B	2,64A
2,5 g/kg AnCa + 0,10 g/kg TC	2,06B	2,15B
2,5 g/kg AnCa + 0,20 g/kg TC	2,09B	2,04B
5,0 g/kg AnCa + 0,10 g/kg TC	2,15B	2,19B
5,0 g/kg AnCa + 0,20 g/kg TC	2,00B	2,18B
Média	2,30	2,35
EPM <sup>1</sup>	0,089	0,075
<b>Anacardato de cálcio (g/kg)</b>		
2,5	2,08	2,09
5,0	2,08	2,19
<b>Timol + Carvacrol (g/kg)</b>		
0,10	2,11	2,17
0,20	2,04	2,11
<b>ANOVA<sup>2</sup></b>		<b>p-valor</b>
Rações	0,0008	<,0001
AnCa	1,0000	0,1660
TC	0,4947	0,3357
AnCa x TC	0,3488	0,4143

<sup>1</sup> Erro padrão da média;

<sup>2</sup> Análise de variância;

<sup>ab</sup> Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resultados indicam que o uso de promotor de crescimento na ração ou das combinações de anacardato de cálcio e aditivos polifenólicos foram eficientes na mitigação da oxidação lipídica do tecido hepático, sendo que para a carne apenas o uso de anacardato de cálcio associado ao aditivo à base de timol e carvacrol nos níveis testados mostraram-se efetivos. Nessa perspectiva, considerando o valor de TBARS não diferiu entre as diferentes combinações de anacardato de cálcio e aditivos à base de timol, é possível considerar que as doses associadas de 2,5 g/kg de anacardato associado a 0,10 g/kg de aditivo à base de timol e carvacrol como a melhor opção para reduzir a oxidação lipídica no fígado e na carne *in natura* haja visto que são os menores níveis de inclusão.

Várias pesquisas têm demonstrado o efeito positivo do uso de aditivos fitogênicos a base de compostos fenólicos, que incluem o ácido anacárdico, o timol e o carvacrol, no retardamento do processo de oxidação lipídica nos tecidos de aves. A inclusão de 0,75% de anacardato de cálcio em dietas para frangos de corte mostrou-se eficiente na redução da oxidação lipídica em carnes frescas (FREITAS et al., 2022), carnes congeladas e processadas (ABREU et al., 2019), o que também foi observado para a inclusão dietética do anacardato de cálcio associado ao ácido cítrico sobre o fígado e as carnes fresca e congelada de frangos (SANTOS, 2023) e na gema de ovos de codornas reprodutoras (FREITAS et al., 2023).

A aplicação de aditivos a base de timol e ou carvacrol também tem demonstrado efeito antioxidante. Kim et al. (2010), demonstraram que a adição de carvacrol minimizou a oxidação lipídica em hambúrgueres de frango armazenados em temperaturas baixas (0–3°C). Alagawany et al. (2015), observaram uma redução na peroxidação lipídica em amostras de coxa de frango armazenadas por 5 a 10 dias, provenientes de frangos que também receberam suplementação de carvacrol. Botsoglou et al. (2003), demonstraram que a suplementação dietética com óleo essencial de orégano mostrou seu efeito expressivo na redução da oxidação lipídica em carne de frango, em uma dose administrada em níveis de 100 mg/kg na ração das aves.

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão de 5,0 g/kg de anacardato de cálcio associado com 0,10 g/kg de aditivo a base de timol e carvacrol é a melhor opção para o uso em rações de codornas de corte, uma vez que reduz o consumo de ração sem comprometer o desempenho das aves e os rendimentos de carcaça e partes nobres, e garante uma melhor estabilidade lipídica do fígado e da carne.

## REFERÊNCIAS

- ABDELLI, N.; SOLÀ-ORIOL, D; PÉREZ, J. F. Aditivos fitogênicos para rações avícolas: Conquistas, perspectivas e desafios. **Animais**, v. 11, n. 12, pág. 3471, 2021.
- ABREU, V. K. G. et al. Addition of anacardic acid as antioxidants in broiler chicken mortadella. **Food Science and Technology**, v. 35, p. 539-545, 2015.
- AESCHBACH, R. et al. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. **Food and chemical toxicology**, v. 32, n. 1, p. 31-36, 1994.
- AGROCERES (ed.). Coturnicultura – Uma visão geral. *In*: MARQUES, Rafael. **Coturnicultura – Uma visão geral**. WEBSITE: AGROCERES MULTIMIX, 1 nov. 2019. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/coturnicultura-a-que-se-destina-e-qual-a-origem-das-codornas/>. Acesso em: 11 jun. 2023.
- ALAGAWANY, Mahmoud et al. Biological effects and modes of action of carvacrol in animal and poultry production and health-a review. **Adv Anim Vet Sci**, v. 3, n. 2s, p. 73-84, 2015.
- ALCICEK, AHMET; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. **South African Journal of Animal Science**, v. 33, n. 2, p. 89-94, 2003.
- AL-KASSIE, GHALIB AM et al. Influence of two plant extracts derived from thyme and cinnamon on broiler performance. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 29, n. 4, p. 169-173, 2009.
- ALMEIDA, M.I.M. et. al., Growth performance of meat male quails (*Coturnix* sp.) of two lines under two nutritional environments. *Arch. Vet. Sci.*, v.7, n.2, p.103-108, 2002.
- ALMEIDA, R. R. Mecanismos de ação dos monoterpenos aromáticos: timol e carvacrol. 2015. Trabalho de conclusão de curso -curso de química- **Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei**, 2015.
- ALP, M. et al. The effects of dietary oregano essential oil on live performance, carcass yield, serum immunoglobulin G level, and oocyst count in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 21, n. 3, p. 630-636, 2012.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N.. Compostos fenólicos em alimentos–Uma breve revisão. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ARORA, A.; NAIR, M. G.; STRASBURG, G. M. Structure–activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system. *Free Radical Biology and medicine*, v. 24, n. 9, p. 1355-1363, 1998.
- BOTSOGLOU, N. A. et al. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British poultry science*, v. 43, n. 2, p. 223-230, 2002.

- BOTSOGLOU, N. A. et al. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. *Food research international*, v. 36, n. 3, p. 207-213, 2003.
- BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. *Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos*, v. 1, p. 167-182, 2003.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *International Journal of Food Microbiology, Amsterdam*, v. 94, n. 4, p. 223-253, 2004.
- BUTOLO, J. E. Alimentos funcionais. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 2005, **Botucatu. Anais: Botucatu**: UNESP, 2005. p. 1- 13.
- CHOWDHURY, S., G. P. *et al.* Different essential oils in diets of broiler chickens: 2. Gut microbes and morphology, immune response, and some blood profile and antioxidant enzymes. *Animal Feed Science and Technology* 236:39–47, 2018.
- COTURNICULTURA – Uma visão geral. *Agroceresmultimix.com.br*. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/coturnicultura-a-que-se-destina-e-qual-a-origem-das-codornas/>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.
- CROSS, D. E. et al. The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British poultry science*, v. 48, n. 4, p. 496-506, 2007.
- DE LIMA, D. S. et al. Estudo da atividade antibacteriana dos monoterpenos timol e carvacrol contra cepas de *Escherichia coli* produtoras de  $\beta$ -lactamases de amplo espectro. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v. 8, n. 1, p. 5-5, 2017.
- DIAS, G. E. A. et al. Óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) como aditivo zootécnico na ração de frangos de corte. *Dissertação (Mestrado), UFRRJ* 2011.
- DU, E. et al. Effects of thymol and carvacrol supplementation on intestinal integrity and immune responses of broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*. *Journal of animal science and biotechnology*, v. 7, p. 1-10, 2016.
- FARIAS, N. N. P. et al. Ethanolic extract of mango seed in broiler feed: Effect on productive performance, segments of the digestive tract and blood parameters. *Animal Feed Science and Technology*, v. 279, p. 114999, 2021.
- FASCINA, V. B. et al. Phytogetic additives and organic acids in broiler chicken diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 2189-2197, 2012.
- FDA. CFR - Código de Regulamentações Federais, Título 21: Parte 182 - Substâncias geralmente reconhecidas como seguras: Seç. 182,20. Óleos essenciais, oleorresinas (sem solvente) e extrativos naturais (incluindo destilados). **Silver Spring, MD: FDA**, 2018.

- FLETCHER, D. L. et al. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science*. 79:784– 788, 2000.
- FREITAS, E. R. et al. Calcium anacardate and its association with citric acid in diets for meat-type breeding quails. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 5, p. 305, 2023.
- FREITAS, E. R. et al. Calcium anacardate in the diet of broiler chickens: performance, carcass characteristics and meat quality. **Livestock Science**, v. 263, p. 105002, 2022.
- FREITAS, E.R., Cruz, C.E.B., Nepomuceno, R.C., Gomes, T.R., Watanabe., P.H., Farias, N.N.P., Trevisan, M.T.S. Calcium anacardate in the diet of broiler chickens: Performance, carcass characteristics and meat quality. **Livest. Sci.** 263, 105002,2022.
- GUO, F. C. et al. Effects of mushroom and herb polysaccharides on cellular and humoral immune responses of *Eimeria tenella*-infected chickens. *Poultry Science*, v. 83, n. 7, p. 1124-1132, 2004.
- GUTIERREZ, J., BARRY-RYAN, C.; BOURKE, P. A eficácia antimicrobiana de combinações de óleos essenciais de plantas e interações com ingredientes alimentares. **International Journal Food Microbiology**, Dublin, v. 91 – 97, 2008.
- IBGE. Produção agropecuária Disponível em; <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria>. Acesso em 20 de outubro de 2023.
- KANG, K. R.; CHERIAN, G.; SIM, J. S. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. *Poultry Science*, v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.
- KIM, D. K. et al. High-throughput gene expression analysis of intestinal intraepithelial lymphocytes after oral feeding of carvacrol, cinnamaldehyde, or Capsicum oleoresin. *Poultry Science*, v. 89, n. 1, p. 68-81, 2010.
- KUBO, I. et al. Antibacterial activity Streptococcus mutans of mate tea flavor componentes. **J. Agric. Food Chem.** V.41, p.107-111, 1993.
- LAMBERT, R. J. W. et al. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of applied microbiology*, v. 91, n. 3, p. 453-462, 2001.
- LANGHOUT, P.; Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: A visão da indústria e recentes avanços. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. Anais:APINCO,p. 2133, 2005.
- LEITE, P. R. et al. Aditivos fitogênicos em rações de frangos. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 15, 2012.
- LEVIĆ, J. et al. New feed additives based on phytogenics and acidifiers in animal nutrition. *Biotechnology in Animal Husbandry*, v. 23, n. 5-6-1, p. 527-534, 2007.

LUBIC, M.; THACHIL, E.T. Copolymerization of cashew nut shell liquid (CNSL) and phenol by condensation with hexamine. **International Journal of Polymeric Materials**, v. 52, p. 793 - 807, 2003.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; et. al., Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MARTINS, E. R.; et. al., Plantas medicinais. **Editora UFV. Universidade de Viçosa, MG, Brasil**, p. 220, 2000.

MATOS, D. M. et al. Effects of mango peel ethanolic extract as antioxidant in quail diets on performance, carcass traits, and meat lipid stability. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, p. 103, 2023.

MATOS, J.E.X.; SILVA, F.J.A.; VIEIRA, P.B. Solventes para extração do líquido da castanha de caju (LCC) e compatibilidade ambiental. *Tecnol. Fortaleza*, v.29, n.1, p.101-109, 2008.

MITSCH, P. et al. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. **Poultry science**, v. 83, n. 4, p. 669-675, 2004.

MURAKAMI, A. E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of Functional Oils on Coccidiosis and Apparent Metabolizable Energy in Broiler Chickens. **Asian Australas Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7 : 981-989 July 2014.

NAVARRO, D. de. Estudo Químico, Biológico e Farmacológico das espécies *Allamanda blanchetti* e *Allamanda schottii* na obtenção de moléculas bioativas de potencial terapêutico. 2005. 37f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NETO, L. et al. Characterization of cytotoxic activity of compounds derived from anacardic acid, cardanol and cardol in oral squamous cell carcinoma. **BioMed Central**. p.P30. 2014.

NOSTRO, A.; Papalia, T.; Antimicrobial Activity of Carvacrol: Current Progress and Future Prospectives. *Recent Pat. Antiinfect. drug discov.*, 7, 28-35, 2012.

OIRAM FILHO, F. et al. Development and Validation of a Reversed Phase HPLC Method for Determination of Anacardic Acids in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) **Nut Shell Liquid. Journal of Chromatographic Science**, v. 56, n. 4, p. 300-306, 2017.

OLIVEIRA, E. G. Avaliação do desempenho, rendimento de carcaça e das características químicas e sensoriais de codornas para corte. **Botucatu: Universidade Estadual Paulista**, 2001.

ORAL, N. et al. Effect of absorbent pads containing oregano essential oil on the shelf life extension of overwrap packed chicken drumsticks stored at four degrees Celsius. **Poultry science**, v. 88, n. 7, p. 1459-1465, 2009.

PANDA, B.; SINGH, RP Desenvolvimentos no processamento de carne e ovos de codorna. **World's Poultry Science Journal**, v. 3, pág. 219-234, 1990.

PARASKEUAS, V. et al. Growth performance, nutrient digestibility, antioxidant capacity, blood biochemical biomarkers and cytokines expression in broiler chickens fed different phytogetic levels. **Animal Nutrition**, v. 3, n. 2, p. 114-120, 2017.

PEIXOTO-NEVES D.; Silva-Alves, K. S.; Gomes, M. D.; Lima, F.C.; Lahlou, S.; Magalhães, PJ; Ceccato, VM; Coelho-De-Souza, AN; Leal-Cardoso, JH Efeitos vasorelaxantes dos isômeros fenol monoterpênicos, carvacrol e timol, na aorta isolada de ratos. *Fundam. Clin. Pharmacol.*, 24, 341-350, 2010.

PENG, Q. Y. et al. Effects of dietary supplementation with oregano essential oil on growth performance, carcass traits and jejunal morphology in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v. 214, p. 148-153, 2016.

PEREIRA, Ana LF et al. Estabilidade oxidativa de mortadelas contendo extrato da casca da manga (*Mangifera indica* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 4, p. 293-298, 2010.

RAMOS, F. et al. Oregano oil use in broiler diet increases accumulation of carvacrol and thymol in breast meat. **Acta universitaria**, v. 27, n. 1, p. 34-39, 2017.

REZENDE, M. J. et al. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2004.

ROSTAGNO H.S., Albino L.F.T., Hannas M.I., Donzele J.L., Sakomura N.K., Perazzo F.G., Saraiva A., Teixeira M.L., Rodrigues P.B., Oliveira R.F., Barreto S.L.T., Brito C.O. (2017). Composição de alimentos e exigências nutricionais. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 4. ed., Viçosa: UFV, p 252.

RUBERTO, G. et al.; Antioxidant and antimicrobial activity of *Foeniculum vulgare* and *Crithmum maritimum* essential oils. **Planta medica**, v. 66, n. 08, p. 687-693, 2000.  
SAKOMURA, N. K.; Rostagno, Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. **Funep, 2ª Edição**. 262 P. 2016.

SALYERS, A.A.; Agricultural use of antibiotics and antibioticresistance in human pathogens: In: ALLTECH.SANNUAL SYMPOSIUM, 15., Nottingham. Proceedings... Nottingham: Alltech, 1999. p.155-171.

SÁNCHEZ, R. D. V.; ARIAS, F. J. I.; MARTINEZ, B. M. T. et al. Use of natural ingredients in Japanese quail diet and their effect on carcass and meat quality — A review. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 32, n. 11, p. 1641, 2019.

SANTOS, E. O. A. Anacardato de cálcio em associação com ácido cítrico na ração de frangos de corte. Tese (Doutor em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

SHAHIDI, Fereidoon; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **Critical reviews in food science & nutrition**, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SILVA J.H.V., Costa F.G.P. Tabela para codornas japonesas e europeias. Jaboticabal, SP: Funep. 2009.

SILVA, V. K. et al. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.4, p.690-696, 2009.

SOUSA, S. & SOARES, & Faroni, L.. PERFIL SANITÁRIO DE FEIJÃO-COMUM REVESTIDO COM BIOPOLÍMEROS. *Higiene, UFV*. 27. 3193-3197. 2013.  
STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. SAS user's guide: statistics. Version 8. (2.ed.). Cary: SAS Institute, (CD-ROM), USA, 2000.

TOGASHI, C. K et. al., Utilização de alho e cobre na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.37, n.6, p.1036-1041, 2008.

TOYOMIZU, M. et. al., Inhibitory effect of dietary anacardic acid supplementation on cecal lesion formation following chicken coccidial infection. **Anim. Sci. J.**, 74, pp. 105-109, 2003b.

TOYOMIZU, M. et. al., Reducing effect of dietary anacardic acid on body fatpads in rats. **Anim. Sci. J.** 74, 499-504. 2003a.

UFMG (MG). VETJR. Coturnicultura - pontos positivos da criação de codornas. *In: Coturnicultura - pontos positivos da criação de codornas*. WEBSITE, 19 abr. 2022. Disponível em: <https://www.vetjr.com/post/coturnicultura-pontos-positivos-da-criação-de-codornas>. Acesso em: 19 jun. 2023.

WENDLER, K. R. Botânicos, da medicina tradicional a melhoradores de desempenho na produção animal. *In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA*, 3., 2006, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Pork Expo, p. 213-224, 2006.

WINDISCH, W. et al. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of animal science**, v. 86, n. suppl\_14, p. E140-E148, 2008.

WISEMAN, S. A.; BALENTTINE, D. A.; FREI, B. Antioxidants in tea. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Philadelphia, v. 37, n. 8, p. 705-718, 1997.

YANG, X; et. al. Effects of encapsulated organic acids and essential oils on intestinal barrier, microbial count, and bacterial metabolites in broiler chickens. *Poultry Science*, 98, p. 2858–2865, 2019.

ZHANG, L. Y. et.al. Efeitos do óleo essencial de orégano como alternativa antibiótica promotora de crescimento no desempenho do crescimento, status antioxidante e saúde intestinal de frangos de corte. *Poultry Science*, 100, 101163.

ZHANG, Y.N.; WANG, J.; QI, B. et al. Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices. **Jornal asiático-australiano de ciências animais**, v. 30, n. 8, p. 1143-1149, 2017.

ZHENG, W.; WANG, Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, v. 49, n. 11, p. 5165-5170, 2001.

ZHOU, F., Ji, B., Zhang, H., Jiang, H., Yang, Z., Li, J., Li, J. & Yan, W. 2007. The antibacterial effect of cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and their combinations against the foodborne pathogen *Salmonella typhimurium*. **Journal of Food Safety**, 27, 124-133.