



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

LAYS OLIVEIRA DA SILVA

**ÓLEO DE FRITURA E ADIÇÃO DE TIMOL E CARVACROL NA
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE**

FORTALEZA

2024

LAYS OLIVEIRA DA SILVA

**ÓLEO DE FRITURA E ADIÇÃO DE TIMOL E CARVACROL 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: Prof. Dr. Rafael Carlos
Nepomuceno

FORTALEZA

2024

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)

O48Ó Oliveira da Silva, Lays.
Óleo de fritura e adição de timol e carvacrol na alimentação de codornas de corte / Lays
Oliveira da Silva. –2025.
27 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues
Freitas. Coorientação: Prof. Dr. Dr. Rafael
Carlos Nepomuceno.

1. Óleo peroxidado. 2. Timol. 3. Carvacrol. I. Título.

CDD 636.08

LAYS OLIVEIRA DA SILVA

ÓLEO DE FRITURA E TIMOL E CARVACROL 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 Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Carlos
Nepomuceno

Aprovado em 24/09/2024

BANCA EXAMINADORA

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

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

Prof.^a Dra. Francislene Silveira Sucupira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Valquíria Sousa Silva
Centro Universitário 7 de Setembro (UNI7)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar agradecendo a Deus por me conceder a chance de retornar à universidade mesmo depois de tantas dificuldades. Acredito que, sem Ele, eu teria desistido.

Meus sinceros agradecimentos aos meus pais, Ana Célia e Gean, pelo amor incondicional, apoio constante e sacrifícios feitos ao longo da minha vida.

À minha tia Celiane pelo constante apoio e motivação nos estudos, por ter investido na minha educação em momentos em que nem eu acreditava mais nisso.

A minhas avós Marlúcia e Fátima por toda ajuda e carinho.

Expresso minha profunda gratidão ao meu orientador, Ednardo Freitas, e ao meu coorientador, Rafael Nepomuceno pela paciência e dedicação em passar os seus conhecimentos.

Aos pastores Dante e Regiane, por todo amor e cuidado na fase mais difícil que tive durante a minha graduação.

Agradeço a PRAE pelo apoio financeiro através das bolsas concedidas durante minha trajetória acadêmica e à UFC pela infraestrutura e recursos disponibilizados, essenciais para a realização deste trabalho.

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura e da adição de timol e carvacrol na ração de codornas de corte, foram utilizadas 585 codornas de corte, com 7 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 3), totalizando 9 tratamentos com 5 repetições de 13 aves. Os tratamentos foram constituídos por rações obtidas a partir dos fatores estudados: três níveis de substituição do óleo de soja por óleo de fritura (0, 50 e 100%) e três opções de inclusão do aditivo antioxidante à base de timol e carvacrol (0; 0,10; e 0,30 g/kg). Foram avaliados o desempenho das aves, as características de carcaça, a estabilidade oxidativa do fígado, da carne in natura e armazenada, além da viabilidade econômica. Os resultados mostraram que a substituição total do óleo de soja pelo óleo de fritura não afetou o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, indicando que essa substituição pode ser viável, desde que o óleo de fritura utilizado possua valor nutricional equivalente ao óleo de soja. No entanto, observou-se que a substituição total do óleo de soja pelo óleo de fritura aumentou os valores de TBARS no fígado e na carne, evidenciando maior oxidação lipídica. A inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol, especialmente na dose de 0, 30 g/kg, reduziu significativamente os valores de TBARS, tanto no fígado quanto na carne, demonstrando sua eficácia em prevenir o estresse oxidativo. Na análise da viabilidade econômica, a substituição total do óleo de soja pelo óleo de fritura, associada à inclusão do antioxidante, mostrou-se vantajosa, reduzindo os custos com alimentação e melhorando a eficiência econômica. Conclui-se que a substituição parcial ou total do óleo de soja pelo óleo de fritura pode ser realizada sem prejuízos ao desempenho e às características de carcaça das codornas, sendo recomendada a inclusão de antioxidantes à base de timol e carvacrol para assegurar a estabilidade oxidativa do fígado e da carne.

Palavras-chave: aditivo antioxidante, estabilidade lipídica, óleo peroxidado

ABSTRACT

To evaluate the effects of replacing soybean oil with frying oil and the addition of thymol and carvacrol in the diet of meat quails, 585 quails, 7 days old, were used, distributed in a completely randomized design in a factorial scheme (3 x 3), totaling 9 treatments with 5 repetitions of 13 birds. The treatments consisted of diets obtained from the studied factors: three levels of replacement of soybean oil with frying oil (0, 50, and 100%) and three levels of inclusion of the antioxidant additive based on thymol and carvacrol (0, 0.10, and 0.30 g/kg). The performance of the birds, carcass characteristics, oxidative stability of the liver and fresh and stored meat, as well as economic viability, were evaluated. The results showed that the total replacement of soybean oil with frying oil did not affect feed intake, weight gain, or feed conversion of the birds, indicating that this replacement may be feasible if the frying oil used has a nutritional value equivalent to soybean oil. However, it was observed that the total replacement of soybean oil with frying oil increased TBARS values in the liver and meat, indicating higher lipid oxidation. The inclusion of the additive based on thymol and carvacrol, especially at the dose of 0.30 g/kg, significantly reduced TBARS values in both the liver and meat, demonstrating its effectiveness in preventing oxidative stress. In the economic viability analysis, the total replacement of soybean oil with frying oil, combined with the inclusion of the antioxidant, proved advantageous, reducing feed costs and improving economic efficiency. It is concluded that the partial or total replacement of soybean oil with frying oil can be carried out without compromising the performance and carcass characteristics of quails, with the inclusion of antioxidants based on thymol and carvacrol recommended to ensure oxidative stability of the liver and meat.

Keywords: antioxidant additive, lipid stability, peroxidized oil

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e níveis nutricionais calculados da ração para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade.....	144
Tabela 2 - Desempenho de codornas europeias de 7 a 42 dias de idade alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol.	17
Tabela 3 - Parâmetros de carcaça de codornas europeias com rações com substituição de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol. .	21
Tabela 4 - Status oxidativo do fígado e carne in natura de codornas europeias alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol.	22
Tabela 5 - Viabilidade econômica dos custos com alimentação de codornas europeias alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol.	244

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 Delineamento experimental, rações e manejo de aves	12
2.2 Desempenho zootécnico	14
2.3 Características de carcaça	15
2.4 Estabilidade oxidativa	15
2.5 Viabilidade econômica	16
2.6 Análise estatística	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A utilização de óleos e gorduras na alimentação de aves de corte é algo bem estabelecido e tem como objetivos aumentar a densidade energética da ração e servir como uma fonte de ácidos graxos essenciais. Além disso, melhora a palatabilidade, absorção de vitaminas lipossolúveis e, também, a consistência das rações, diminuindo a pulverulência. Para atender essa demanda, fontes alternativas de gordura, tais como os óleos de frituras, tem despertado interesse para substituir os óleos vegetais normalmente utilizados nas rações.

O óleo de fritura disponível para alimentação animal é um resíduo obtido de diferentes restaurantes ou empresas que utilizam misturas de óleos e gorduras na preparação dos alimentos, sob diversas condições de tempo e temperatura. Dessa forma, esta fonte lipídica normalmente apresenta variação na composição em ácidos graxos, teor de ácidos graxos livres, nível de peroxidação lipídica e a presença de compostos da degradação térmica da gordura, o que faz com que o valor nutricional desse alimento não seja constante (Villanueva-Lopez *et al.*, 2020). Além disso, os compostos secundários da oxidação lipídica podem induzir estresse oxidativo nas aves, comprometendo seu desempenho e até mesmo sua saúde (Ghasemi-Sadabadi *et al.*, 2020). Contudo, o óleo de fritura com baixa oxidação causa impactos negativos mínimos e, portanto, pode ser uma fonte de energia economicamente viável para alimentação de aves (Yaseen *et al.*, 2021).

A ingestão de ração que sofreu processos oxidativos avançados pode gerar uma cadeia de acontecimentos danosos para o animal e seus produtos. Efeitos como a redução da digestibilidade dos nutrientes da ração, no consumo de ração e ganho de peso, piora na conversão alimentar, aumento da oxidação lipídica no sangue, redução de enzimas que combatem a geração de radicais livres no organismo, redução na resposta imune, perda na qualidade, aumento da oxidação lipídica e da presença de radicais livres na carne têm sido demonstrados com o uso de óleo de fritura na alimentação de frangos de corte (Yaseen *et al.*, 2021) e codornas (Ghasemi-Sadabadi *et al.*, 2020).

Todavia, a magnitude dos efeitos adversos relacionados ao elevado grau modificações sofridas durante o uso dos óleos nos processos de preparação dos alimentos, resulta em maior teor de ácidos graxos livres, peroxidação lipídica e produtos secundários da peroxidação, uma vez que há relatos de frangos de corte (Dorra *et al.*, 2014 e Orduña-Hernández *et al.*, 2016) e codornas (Soltan *et al.*, 2023) alimentados com óleo de fritura apresentaram desempenho semelhante aos alimentados com óleo fresco. Com o intuito

de interromper ou amenizar os efeitos adversos da oxidação lipídica com o uso do óleo de fritura na ração das aves tem sido proposta a adição de compostos antioxidantes, artificiais ou naturais. Nesse contexto, Ghasemi-Sadabadi *et al.* (2020), constataram que o grau de oxidação lipídica do óleo de fritura adicionado na ração de codornas reduziu o consumo de ração, o ganho de peso e piorou a conversão alimentar e o rendimento de carcaça e elevou os indicadores de oxidação lipídica no sangue e na carne das aves. Contudo, embora os antioxidantes tenham melhorado o desempenho e alguns indicadores de oxidação lipídica no sangue e na carne, estes não foram capazes de prever totalmente os danos sobre o desempenho promovidos pela ingestão de ração contendo óleo de fritura com elevado teor de peroxidação lipídica.

O timol e o carvacol são compostos fenólicos que estão presentes em maior quantidade em óleos essenciais de algumas plantas aromáticas como o tomilho (*Thymus vulgaris L.*) e o orégano (*Origanum compactum*). O uso desses compostos tem sido estudado na alimentação de aves devido aos benefícios associados a suas ações biológicas que incluem: estímulo às enzimas digestivas, ação antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, imunomoduladora (Gholami-Ahangaran *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2023).

Considerando a possibilidade de danos oxidativos para o animal com o uso de óleo de fritura na ração e a ação antioxidante o timol e carvacol, no presente trabalho buscou-se avaliar os efeitos da dose de adição de um aditivo a base de timol e carvacol e do nível de substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura na ração de codornas de corte sobre o desempenho, características de carcaça e oxidação lipídica no fígado e na

2 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 3005202201, e está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

2.1 Delineamento experimental, rações e manejo de aves

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará 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 0,60 m equipadas com comedouro tipo tubular e bebedouro tipo copo pressão.

Foram utilizadas 585 codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade, cuja distribuição nas unidades experimentais seguiu um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 níveis substituição do óleo de soja por óleo de fritura (0, 50 e 100%) e 3 níveis do aditivo antioxidante à base de timol e carvacrol (0,00; 0,10; e 0,30 g/kg), totalizando 9 tratamentos, com 5 repetições de 13 aves.

O óleo de fritura foi obtido a partir do resíduo da gordura vegetal de palma com aditivos (antioxidantes TBHQ e ácido cítrico, antiespumante dimetilpolisiloxano), proveniente do processo de cocção de alimentos de um restaurante. O aditivo testado à base de timol e carvacrol foi Oleobiotec Poultry® (PHODÉ), cuja recomendação de inclusão é de 0,100 a 0,300 kg/tonelada de ração.

Para a obtenção das rações experimentais foi formulada uma ração com óleo de soja, sem a inclusão antioxidantes e com um ingrediente inerte na concentração de 0,30 g/kg de ração, sendo consideradas 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 óleo de soja por óleo de fritura e do inerte pelo aditivo antioxidantes, de acordo com os níveis recomendados pelos fabricantes e conforme o tratamento proposto.

Ração água e foram fornecidos à vontade durante o período experimental. O programa de luz adotado foi de 24 horas por dia (natural + artificial), durante todo período experimental. A iluminação artificial foi fornecida como uso de 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, as características de carcaça, estabilidade oxidativa do fígado e da carne *in natura* e armazenada e a viabilidade econômica.

Tabela 1 - Composição e níveis nutricionais calculados da ração para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade

Ingredientes	g/kg
Milho	548,73
Soja farelo	408,53
Óleo de soja	12,85
Calcário calcítico	11,85
Fosfato bicálcico	9,44
Sal comum	3,55
DL-metionina	2,75
Suplemento vitamínico ¹	1,50
Suplemento mineral ²	0,50
Inerte ³	0,30
Total	1.000,00
Composição calculada	
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
Gordura (g/kg)	40,12
Calcio (g/kg)	7,50
Fósforo disponível (g/kg)	2,90
Sódio (g/kg)	1,60

¹ 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;

² 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;

³ Areia lavada.

2.2 Desempenho zootécnico

Para avaliar o desempenho, as aves e as dietas 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).

2.3 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. Em seguida 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 foi expresso em relação ao peso da ave.

2.4 Estabilidade oxidativa

A avaliação da estabilidade oxidativa foi realizada em amostras do fígado in natura e da carne in natura e armazenada. A amostra da carne foi obtida da moagem das coxas, sobrecoxas e dorso que foram subdivididas em duas subamostras, sendo uma mantida sobre refrigeração, assim como a amostra do fígado, para análise da amostra in natura e outra congeladas a -20°C por 60 dias para posterior análise.

A estabilidade oxidativa foi avaliada por meio da determinação da concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). A curva de calibração e o preparo da amostra para determinação da oxidação lipídica da carne (TBARS) foram realizados pelo método de extração ácida aquosa, baseado na técnica descrita por Kang *et al.* (2001). Em um tubo de 15 mL, aproximadamente 2 g de amostra foram pesados e homogeneizados com 6,75 mL de ácido perclórico (3,86%) e 18,75 mL de BHT (4,5%). Em seguida, foram adicionados 18 mL de ácido perclórico (3,86%) e o conteúdo foi homogeneizado em triturador Terrutec (Tecnal, Piracicaba, SP) por 15 s em alta velocidade. O homogenato foi filtrado e 0,75 mL desta solução foi transferido para tubos de ensaio com 0,75 mL de ácido 2-tiobarbitúrico (20 mM). Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 30 minutos. Após resfriamento à temperatura ambiente, o espectrofotômetro foi lido em 531 nm. O branco utilizado foi preparado com 0,75 mL de ácido perclórico e 0,75 mL da solução de TBA. O número de TBARS na amostra foi expresso em microgramas de malonaldeído por grama de amostra.

2.5 Viabilidade econômica

Para determinar a viabilidade econômica da substituição do óleo de soja por óleo de fritura e da inclusão dos aditivos antioxidantes nas rações foi determinado o custo da ração por quilograma de ganho de peso corporal, de acordo com a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985), considerando: $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$, em que: Y_i = gasto com ração por quilograma de peso corporal no *i*-ésimo tratamento; P_i = preço do quilograma da ração utilizada no *i*-ésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no *i*-ésimo tratamento e G_i = ganho de peso do *i*-ésimo tratamento.

Foram calculados os índices de eficiência econômica (IEE) e de custo (IC) de acordo com as equações propostos por Fialho *et al.* (1992): $IEE = (MC_{ei} / CT_{ei}) \times 100$ e $IC = (CT_{ei} / MC_{ei}) \times 100$, em que MC_{ei} = menor custo da ração por quilograma de ganho, observado entre tratamentos; CT_{ei} = custo do tratamento *i* considerado.

Os valores (preços/kg) dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos foram obtidos na região metropolitana de Fortaleza, no mês de agosto de 2022, sendo: milho (R\$ 1,53), farelo de soja (R\$ 3,10), óleo de soja (R\$ 8,50), óleo de fritura (R\$ 4,00), Oleobiotec Poultry® (R\$ 104,46), calcário (R\$ 0,30), fosfato bicálcico (R\$ 3,00), sal comum (R\$ 0,32), DL-metionina (R\$ 21,39), suplemento vitamínico (R\$ 25,14) suplemento mineral (R\$ 14,83), inerte (R\$ 0,10).

2.6 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do procedimento ANOVA do software Statistical Analyses System (SAS, 2000). Para a análise dos dados foi adotado o modelo fatorial 3 x 3 (3 níveis substituição do óleo de soja por óleo de fritura e 3 níveis do aditivo à base de timol e carvacrol), sendo o boxe considerado a unidade experimental. As médias dos fatores estudados e suas interações quando significativas foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos indicadores de desempenho das aves (Tabela 2), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores, níveis de substituição do óleo de soja e inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol, sobre as variáveis de desempenho. A ausência de interação significativa entre o uso de óleo de fritura e a adição de compostos com atividade antioxidante na ração de codorna também foi relatada por Ghasemi-Sadabadi *et al.* (2020).

Tabela 2 - Desempenho de codornas europeias de 7 a 42 dias de idade alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol.

Fatores	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Peso aos 42 dias (g)
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst.)				
0%	868,40	232,91	3,73	261,18
50%	864,15	229,99	3,76	258,46
100%	862,15	231,34	3,73	259,76
Inclusão do aditivo à base de timol + carvacrol (Antiox)				
0,00 g/kg	872,81a	229,12b	3,81a	257,69b
0,10 g/kg	860,63b	231,82ab	3,71b	260,21ab
0,30 g/kg	861,26b	233,30a	3,67b	261,48a
EPM ¹	1,914	0,653	0,015	0,680
ANOVA ²		<i>p-valor</i>		
Subst	0,3768	0,1170	0,5566	0,2168
Antiox	0,0164	0,0141	0,0009	0,0198
Subst x Antiox	0,9890	0,0555	0,1824	0,1643

¹ Erro padrão da média; ² Análise de variância; ^{ab} Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Quanto ao efeito do nível de substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura, observou-se que o consumo de ração, ganho de peso e a conversão alimentar não variaram significativamente entre os níveis testados, indicando a possibilidade de substituir totalmente o óleo de soja pelo óleo de fritura avaliado nesta pesquisa.

Para o efeito da inclusão do aditivo a base de timol e carvacrol, observou-se que o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar variaram significativamente entre os níveis testados. Conforme os resultados, as codornas alimentadas com rações que tiveram a inclusão do aditivo nas doses de 0,10 e 0,30 g/kg apresentaram menor consumo de ração e melhor conversão alimentar em relação àquelas alimentadas com a ração sem antioxidante. Contudo, para o ganho de peso e peso final,

apenas as aves alimentadas com a dose de 0,30 g/kg apresentaram resultados significativamente superior em relação as aves alimentadas com a ração sem aditivo. Também foi observado que o consumo de ração, o ganho de peso, o peso médio final e a conversão alimentar não variaram significativamente entre as doses de 0,10 e 0,30 g/kg do aditivo contendo timol e carvacrol.

O óleo de fritura disponível para alimentação animal é um resíduo obtido de diferentes restaurantes ou empresas que utilizam misturas de óleos e gorduras na preparação dos alimentos, sob diversas condições de tempo e temperatura. Dessa forma, a variação na composição em ácidos graxos, teor ácidos graxos livres e a presença de compostos da degradação térmica da gordura fazem com que valor nutricional desse alimento não seja constante, sendo a menor energia metabolizável em relação ao óleo fresco utilizado na ração a principal diferença, o que pode comprometer o desempenho das aves com a substituições isométrica do óleo fresco pelo óleo de fritura (Villanueva-Lopez *et al.*, 2020). Nesse contexto, a ausência de efeito significativo a substituição isométrica parcial ou total do óleo de soja pelo óleo de fritura utilizado nesta pesquisa sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das codornas de corte indica que o óleo de fritura utilizado nesta pesquisa apresentou valor nutricional equivalente ao óleo de soja utilizado, garantindo desempenho semelhante entre as codornas.

A ausência de diferença no desempenho das aves com a utilização do óleo de fritura na ração também foi relatada por alguns pesquisadores. Frangos de corte (Dorra *et al.*, 2014; Orduña-Hernández *et al.*, 2016) alimentados com óleo de fritura apresentaram desempenho semelhante aos alimentados com óleo fresco. Para codornas, Soltan *et al.*, (2023) relataram aumento no consumo de ração para as codornas alimentadas com óleo de fritura, sem efeito significativo no ganho de peso e conversão alimentar. O aumento no consumo foi atribuído à tentativa das aves em atender suas necessidades energéticas visto que existe um menor aproveitamento da energia dessa fonte de gordura devido a oxidação lipídica. Todavia, alguns relatos na literatura indicam que gorduras oriundas do processo de fritura podem reduzir o consumo de ração, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos frangos de corte (Ali *et al.*, 2020; Yaseen *et al.*, 2021) e codornas (Ghasemi-Sadabadi *et al.*, 2020) e mesmo quando o consumo não é afetado o ganho de peso reduz e a conversão alimentar piora (Kamran *et al.*, 2020)

Considerando os dados apresentados na literatura está claro que a magnitude da influência dos óleos de fritura no desempenho das aves está diretamente relacionada

ao teor de ácidos graxos livres e grau de oxidação lipídica no óleo utilizados. Wu *et al.* (2011) relataram desempenho semelhante entre as aves alimentadas com óleo fresco e óleo de fritura contendo 3% de ácidos graxos livres, contudo, o desempenho piorou quando óleo de fritura continha 12% de ácidos graxos livres. Kamran *et al.* (2020) e Villanueva-Lopez *et al.* (2020) atribuíram o pior desempenho dos frangos de corte alimentados com óleo de fritura ao maior teor de ácido graxos livres e maior nível oxidação dessa fonte de gordura em relação ao óleo vegetal fresco utilizado. Yaseen *et al.* (2021) demonstraram que magnitude do nível de oxidação do óleo pode piorar o desempenho dos frangos uma vez que o óleo pouco oxidado (20 mEq/kg) manteve o desempenho, enquanto, os óleos moderadamente (40 mEq/kg) e altamente oxidado (60 mEq/kg) prejudicaram o desempenho por reduzir o consumo de ração, o ganho de peso e piorar a conversão alimentar. De acordo com (Ghasemi-Sadabadi *et al.*, 2020) o desempenho de codornas piorou com a adição de óleo oxidado a partir de 45,18 mEq/kg e os efeitos aversos se intensificaram com a elevação da oxidação para os níveis de 101,99 e 146,03 mEq/kg.

Em relação ao uso do aditivo avaliado, os resultados obtidos indicam que a adição de 0,30 g/kg do aditivo contendo timol e carvacrol reduziu o consumo de ração, contudo, promoveu maior ganho de peso e peso corporal das aves aos 42 dias de idade e melhorou a conversão alimentar em relação aos resultados obtidos com a ração sem aditivo. Esses resultados se assemelham aos relatados para o uso desses compostos na alimentação de frangos de corte (Hashemipour *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2023).

A redução no consumo de ração com a adição do timol e carvacrol tem sido atribuída à maior digestibilidade dos nutrientes da ração devido a maior secreção de enzimas digestivas (Li *et al.*, 2022). A maior digestibilidade da ração contribui para que as aves atendam às suas exigências em energia metabolizável com uma menor ingestão de ração. Por sua vez, o maior ganho de peso com adição desses compostos pode ser associado a uma combinação de efeitos benéficos decorrentes de suas ações biológicas já descritas, tais como, ação antimicrobiana, antioxidante, imunomoduladora e estimulante da secreção de enzimas digestivas (Gholami-Ahangaran *et al.*, 2022).

Conforme os resultados obtidos a dose de 0,10 g/kg do aditivo contendo timol e carvacrol promoveu redução no consumo de ração em relação ao observado ao das aves alimentadas sem aditivo e como o ganho de peso não variou entre estes tratamentos obteve-se melhor conversão alimentar para as aves alimentadas com 0,10 g/kg de aditivo. Contudo não houve diferença entre as doses de 0,10 e 0,30 g/kg de aditivo. Essa variação

de resultados nas respostas medidas para os efeitos da adição de timol e carvacrol na ração tem sido observada nas pesquisas com frangos de corte. Segundo Li *et al.*, (2023), embora as pesquisas apontem para melhoria no desempenho dos frangos com adição destes compostos na ração, a dose ideal tem sido variável devido a diversidade de produtos testados, fazendo com tenhamos diferentes fontes e formas dos compostos adicionados nas rações. Deve-se adicionar a estes fatores, a variabilidade na composição das dietas, manejo das aves, condições ambientais de criação e genética das aves (Li *et al.*, 2022).

Na avaliação dos parâmetros de carcaça (Tabela 3) não foi observada interação significativa entre os fatores, nível de substituição do óleo de soja por óleo de fritura e os níveis de inclusão do aditivo. Também não houve diferença significativa entre os níveis de substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura na ração, assim como, entre os níveis de inclusão do aditivo contendo timol e carvacrol para o rendimento de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal, contudo, houve efeito significativo da substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura no peso relativo do fígado. As aves alimentadas com a substituição total do óleo de soja por óleo de fritura apresentaram maior proporção de fígado em relação as alimentada com óleo de soja, não havendo diferença entre a substituição total e parcial ou entre a substituição parcial e a ração sem substituição.

A ausência de influência significativa da substituição do óleo de soja por óleo de fritura sobre o rendimento de carcaça e partes da carcaça das codornas está de acordo com a literatura. Frequentemente, não tem sido relatada variação nos indicadores de rendimento de carcaça e partes da carcaça entre frangos de cortes alimentados com óleo de fritura ou com óleo fresco (Kamran *et al.*, 2020 e Villanueva-Lopez *et al.*, 2020), mesmo quando a adição do óleo de fritura comprometeu o ganho de peso das aves (Yaseen *et al.*, 2021). Contudo, trabalhando com codornas, Ghasemi-Sadabadi *et al.* (2020) observaram que o rendimento de carcaça reduziu e a gordura abdominal aumentou com a elevação do nível de peroxidação lipídica no óleo de fritura. O aumento da gordura abdominal foi relatado como uma consequência do aumento do nível de óleo oxidado na ração em frangos (Zhang *et al.*, 2023).

Por outro lado, o aumento do peso relativo do fígado constatado em aves alimentados com ração contendo gordura oxidada tem sido atribuído ao acúmulo de produtos oxidativos provenientes das dietas o que pode levar a seu aumento de tamanho em função da maior atividade metabólica no processo de desintoxicação, conforme observações descritas por Zhang *et al.* (2023).

Tabela 3 - Parâmetros de carcaça de codornas europeias com rações com substituição de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol.

Fatores	Rendimento (%)				
	Carcaça	Peito	Coxa+Sobrecoxa	Gordura	Fígado
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst)					
0%	73,12	39,09	21,31	1,01	1,87b
50%	71,48	39,23	22,22	1,28	1,97ab
100%	70,85	37,24	22,17	1,16	2,09a
Inclusão do aditivo à base de timol + carvacrol (Antiox)					
0,00 g/kg	71,85	39,01	21,88	1,04	1,93
0,10 g/kg	71,57	38,08	22,26	1,27	1,98
0,30 g/kg	72,03	38,48	21,59	1,14	2,01
EPM ¹	0,424	0,364	0,166	0,067	0,037
ANOVA ²			<i>p-valor</i>		
Subst	0,0805	0,0495	0,0450	0,2106	0,0463
Antiox	0,9033	0,5702	0,2535	0,3537	0,6827
Subst x Antiox	0,3164	0,7379	0,8944	0,0876	0,6220

¹ Erro padrão da média; ² Análise de variância

Quanto aos efeitos da adição de timol e carvacrol sobre as características de carcaça e tamanho dos órgãos os resultados têm sido variáveis. Alguns pesquisadores demonstraram que a suplementação com timol e carvacrol na ração de frangos pode aumentar o rendimento de carcaça de corte e diminuir o tamanho do fígado (Hashemipour *et al.*, 2016). Todavia, a dição de timol e carvacrol presentes no Tomilho adicionado na ração promoveu aumento no rendimento de carcaça e reduziu a gordura abdominal sem efeito no rendimento de peito, coxa e sobrecoxa e tamanho do fígado (Belali, *et al.*, 2021), enquanto, Kalantar *et al.*, (2017) observaram redução no rendimento de carcaça e nos cortes, na percentagem de gordura abdominal e tamanho do fígado. Em codornas, a dição de timol e carvacrol presentes no Tomilho adicionado na ração promoveu aumento no rendimento de carca e, também, resultou em menor acúmulo de gordura (Maulod *et al.*, 2022). Em outros os parâmetros de carcaça e o tamanho do fígado não são influenciados pela adição de timol e carvacrol na ração (Sariözkan *et al.*, 2020), semelhante ao observado na presente pesquisa. É possível que a variabilidade de resultados dos efeitos do timol e carvacrol sobre as características de carcaça e desenvolvimento dos órgãos em aves de corte se deve as condições experimentais e, principalmente a origem e dose destes compostos nos produtos testados, fatos já relatados sobre os efeitos no desempenho.

Na avaliação do status oxidativo do fígado e da (Tabela 4), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores, níveis de substituição do óleo de soja

por óleo de fritura e os níveis de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol, sobre os valores de TBARS no fígado, na carne fresca e na carne armazenada por 60 dias. Contudo, a substituição do óleo de soja pelo de fritura e a adição de aditivo influenciaram significativamente essas variáveis.

Tabela 4 - Status oxidativo do fígado e carne in natura de codornas europeias alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol.

Fatores	TBARS (mg de malonaldeído/kg)		
	Fígado	Carne armazenada	
		0 dias	60 dias
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst)			
0%	2,14b	2,16b	3,59c
50%	2,19ab	2,22ab	3,81b
100%	2,37a	2,30a	4,02a
Inclusão do aditivo à base de timol + carvacrol (Antiox)			
0,00 g/kg	2,50a	2,33a	4,48a
0,10 g/kg	2,24b	2,22b	3,76b
0,30 g/kg	1,96c	2,13c	3,19c
EPM ¹	0,054	0,024	0,101
ANOVA ²	<i>p-valor</i>		
Subst	0,0405	0,0143	0,0002
Antiox	<0,0001	0,0005	<0,0001
Subst x Antiox	0,3157	0,9614	0,0652

¹ Erro padrão da média; ² Análise de variância; ^{ab} Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A substituição do óleo de soja pelo de fritura aumentou a oxidação lipídica no fígado e na carne fresca e armazenada, obtendo-se os maiores valores com a substituição total. A oxidação lipídica no fígado e na carne fresca proporcionada pela substituição parcial não diferiu significativamente dos valores determinados com a ração sem substituição e substituição total, contudo, para a carne armazenada o resultado obtido foi significativamente superior ao determinado para carne das aves alimentadas com o óleo de soja e menor que a determinada na carne das aves alimentadas com 100% de óleo de fritura.

A inclusão do aditivo contendo timol e carvacrol reduziu significativamente a oxidação lipídica no fígado e na carne fresca e armazenada. Os valores de oxidação lipídica determinados para as aves alimentadas com a ração sem adição do ativo foram significativamente maiores em relação aos valores obtidos com a adição de 0,10 e 0,30 g

do aditivo/kg de ração. O aumento da inclusão do ativo de 0,10g/kg para 0,30g/kg proporcionou menor oxidação lipídica no fígado e na carne fresca e armazenada.

O aumento dos indicadores de oxidação lipídica no fígado e na carne das codornas alimentadas com óleo de fritura e, também, a redução desses indicadores com a adição do aditivo a base de timol e carvacrol na ração se assemelham aos relatados por outros pesquisadores. De acordo com Ghasemi-Sadabadi *et al.* (2020) o aumento da oxidação lipídica do óleo de fritura utilizado na ração das codornas promoveu aumento nos valores de oxidação lipídica no sangue e na carne das codornas, sendo os efeitos adversos reduzidos pela adição de antioxidante comercial sintético e pelos antioxidantes naturais a base de extrato de Alecrim e Aloe Vera.

O efeito antioxidante do timol e carvacrol beneficiando o estado oxidativo das aves e de seus produtos tem sido, frequentemente, relatado nos estudos com a inclusão desses compostos na ração, sendo a magnitude dos efeitos dose dependente (Gholami-Ahangaran *et al.*, 2022).

Na avaliação da viabilidade econômica dos custos com alimentação das codornas (Tabela 5), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores, níveis de substituição do óleo de soja e a inclusão do aditivo antioxidante à base de timol e carvacrol, para todas as variáveis estudadas. Contudo, a substituição do óleo de soja pelo de fritura e a adição de aditivo influenciaram significativamente o custo com alimentação por kg de ganho de peso, índice de eficiência econômica e índice de custo.

A substituição total do óleo de soja pelo de fritura reduziu os custos com alimentação por kg de ganho de peso e o índice de custo e aumentou a eficiência econômica, diferindo significativamente em relação aos resultados obtidos com as rações com substituição parcial e sem substituição. Essas variáveis não diferiam significativamente entre os valores determinados com a ração sem substituição e substituição parcial do óleo de fritura.

A inclusão do aditivo contendo timol e carvacrol, nos dois níveis avaliados, reduziu os custos com alimentação por kg de ganho de peso e o índice de custo e aumentou a eficiência econômica em relação aos resultados obtidos com a ração contendo óleo de soja. Contudo, as variáveis não diferiam significativamente entre os valores determinados para inclusão de 0,10 ou 0,30 g de aditivo/kg de ração.

Tabela 5 - Viabilidade econômica dos custos com alimentação de codornas europeias alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e nível de inclusão do aditivo à base de timol e carvacrol.

Fatores	Custo com ração/kg ganho (R\$)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst)			
0%	8,83a	97,50b	102,59a
50%	8,78a	97,94b	102,08a
100%	8,61b	100,00a	100,00b
Inclusão do aditivo à base de timol + carvacrol (Antiox)			
0,00 g/kg	8,85a	97,95b	102,20a
0,10 g/kg	8,66b	100,00a	100,00b
0,30 g/kg	8,70b	99,64a	100,34b
EPM ¹	0,033	0,377	0,399
ANOVA ²		<i>p-valor</i>	
Subst	0,0078	0,0060	0,0076
Antiox	0,0230	0,0267	0,0238
Subst x Antiox	0,1534	0,1616	0,1516

¹ Erro padrão da média; ² Análise de variância; ^{ab} Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Considerando que o consumo de ração e o ganho de peso não variaram significativamente com a substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura, a redução nos custos com alimentação e índice de custo e maior eficiência econômica proporcionados pela ração com o nível de 100% de substituição se deve ao impacto da diferença de preço do quilograma do óleo de soja (R\$ 8,50/kg), em relação ao do óleo de fritura (R\$ 4,00/kg) que contribuiu para o menor custo da ração com substituição total. Verificou-se que o preço do quilograma das rações utilizadas foram: de R\$ 2,35 - com óleo de soja; para R\$ 2,32 - com substituição parcial e R\$ 2,29 - com substituição total, quando não houve a inclusão do aditivo. Por sua vez, a inclusão do aditivo avaliado (R\$ 104,46) resultou em acréscimo no preço das rações de R\$ 0,01 para a dose 0,10g/kg e R\$ 0,03 para dose de 0,03g/kg. Mesmo assim, o preço das rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura contendo o aditivo ficou menor em relação ao da ração com óleo de soja e com aditivo e, no máximo, foi igual ao da ração com óleo de soja sem aditivo.

Quanto a melhor resposta para viabilidade econômica dos custos com alimentação quando o aditivo a base de timol e carvacrol foi adicionado na ração, os resultados podem ser associados ao bom desempenho das aves, uma vez se observou redução no consumo e melhoria de ganho de peso e na conversão alimentar com o uso do aditivo, o que

contribuiu para obtenção dos melhores resultados nos custos com alimentação, índice de custo e eficiência econômica. Dessa forma, adição de timol e carvacrol em ambos os níveis proporcionou melhor resultado de viabilidade econômica em relação as rações sem aditivo, sem diferença entre as doses de 0,10 g/kg e 0,30 g/kg. A maior viabilidade econômica dos custos com alimentação com a adição de um produto contendo timol e carvacrol também foi relatada por Belali *et al.* (2021) para frangos de corte, que associou o resultado ao melhor desempenho das aves que receberam o aditivo.

4 CONCLUSÕES

A substituição parcial ou total do óleo de soja pelo óleo de fritura avaliado não compromete o desempenho e as características de carcaça das codornas e se mostrou uma prática economicamente viável para reduzir os custos com alimentação. Contudo, essa prática aumenta o estresse oxidativo nas aves aumentando oxidação lipídica no fígado e na carne fresca e armazenada.

A adição de timol e carvacrol na ração melhora o desempenho das aves sem alterar as características de carcaça. Também se mostrou economicamente viável quanto aos custos com alimentação e, contribuiu, para prevenir estresse oxidativo nas aves e a oxidação lipídica na carne fresca e armazenada, sendo a dose de 0,30 g do aditivo /kg de ração a indicada para assegurar os benefícios para as aves e o seu produto.

REFERÊNCIAS

- ALI, S. A. F. *et al.* Influence of thermally oxidized palm oil on growth performance and PPAR- α gene expression in broiler chickens. **Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. C, Physiology and Molecular Biology**, v. 12, n. 1, p. 23-37, 2020
- BELALI, M.; SEIDAVI, A.; BOUYEH, M. Effects of short-term and combined use of thyme powder and aqueous extract on growth performance, carcass and organ characteristics, blood constituents, enzymes, immunity, intestinal morphology and fatty acid profile of breast meat in broilers. **Large Animal Review**, v. 27, p. 223-232, 2021
- BELLAVER, C. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, p. 969-974, 1985.
- DORRA, T. M. *et al.* The use of recovered frying oil in broiler chicken diets: effect on performance, meat quality and blood parameters. **Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences**, v. 2, n. 3, p. 11-15, 2014.
- FIALHO, E. T. *et al.* Utilização da cevada em dietas suplementadas com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1467-1475, 1992.
- GHASEMI-SADABADI, M. *et al.* Determining tolerance of Japanese quail to different dietary fat peroxidation values by supplementation with rosemary and aloe vera on performance and meat quality. **Animal Feed Science and Technology**, v. 267, p. 114574, 2020.
- GHOLAMI-AHANGARAN, M. *et al.* Thymol and carvacrol supplementation in poultry health and performance. **Veterinary Medicine Science**, v. 8, n. 1, p. 267-288, jan. 2022
- HASHEMIPOUR, H. *et al.* Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 92, n. 8, p. 2059-2069, 2013.
- KALANTAR, M. *et al.* Performance, immune, and carcass characteristics of broiler chickens as affected by thyme and licorice or enzyme supplemented diets. **Open Journal of Animal Sciences**, v. 7, p. 105-109, 2017.
- KAMRAN, J. *et al.* Influence of thermally oxidized vegetable oil and animal fats on growth performance, nutrient digestibility, carcass parameters and meat quality of broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 22, n. 2, eRBCA-2020-1254, 2020.
- KANG, K. R. *et al.* Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.

- LI, Z. *et al.* Effects of encapsulated thymol and carvacrol mixture on growth performance, antioxidant capacity, immune function and intestinal health of broilers. **Italian Journal of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 1651–1659, 2022.
- LI, L. *et al.* Effects of thymol and carvacrol eutectic on growth performance, serum biochemical parameters, and intestinal health in broiler chickens. **Animals: An Open Access Journal from MDPI**, v. 13, n. 13, p. 2242, 2023.
- MAULOD, D. D.; JALAL, A.; AHMED, S. M. Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) as a feed additive on the growth performance, blood parameters and carcass characteristics of Japanese quails. **Tikrit Journal for Agricultural Sciences**, 2022.
- ORDUNA-HERNANDEZ, Héctor Manuel *et al.* Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde. **Ciencia UAT**, Ciudad Victoria, v. 10, n. 2, p. 44-51, jun. 2016.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa: UFV, p. 488, 2017.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, p. 283, 2016.
- SARIÖZKAN, S. *et al.* The effects of thyme essential oil and vitamin combinations on performance, carcass quality and oxidation parameters in broilers exposed to heat stress. **Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 67, p. 357-364, 2020.
- SAS. Statistical Analysis System University Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000.
- SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. Tabela para codornas japonesas e europeias. 2. ed. Jaboticabal, São Paulo, FUNEP, p. 110, 2009.
- SOLTAN, M. A. *et al.* Growth Performance, Blood biochemical, Immune response, Intestinal and Liver Histopathology in Japanese Quail fed Oxidized Oil and Turmeric Supplemented Diets. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 76, n. 2, p. 70-81, jan. 2023.
- VILLANUEVA, L. D. *et al.* Effect of dietary frying fat, vegetable oil and calcium soaps of palm oil on the productive behavior and carcass yield of broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 22, n. 4, p.1-7, 2020.
- YASEEN, *et al.* Effects of thermally oxidized vegetable oil on growth performance and carcass characteristics, gut morphology, nutrients utilization, serum cholesterol and meat fatty acid profile in broilers. **Catalysts**, v. 11, n. 12, p. 1528, 2021.
- ZHANG, Y. *et al.* Oxidized corn oil changes the liver lipid metabolism of broilers by upregulating peroxisome proliferators activate receptor- α . **Journal of Poultry Science**, v. 102, n. 3, 2023