



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

JULIANNA COSTA BERNARDO

**ÓLEO DE FRITURA E ADIÇÃO DE ANTIOXIDANTE NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS DE CORTE**

FORTALEZA
2022

JULIANNA COSTA BERNARDO

ÓLEO DE FRITURA E ADIÇÃO DE ANTIOXIDANTE NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS DE CORTE

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

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno

FORTALEZA

2022

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

B444Ó Bernardo, Julianna Costa.
Óleo de fritura e adição de antioxidante na alimentação de codornas de corte / Julianna Costa Bernardo. –
2022.
48 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

1. Aditivo antioxidante. 2. Estabilidade lipídica. 3. Óleo peroxidado. I. Título.

CDD 630

JULIANNA COSTA BERNARDO

ÓLEO DE FRITURA E ADIÇÃO DE ANTIOXIDANTE NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS DE CORTE

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

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno

Aprovado em: 30 /12/2022

BANCA EXAMINADORA

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

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

Prof. Dr. Thalles Ribeiro Gomes
Universidade Federal do Roraima (UFRR)

Dr. Danilo Rodrigues Fernandes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais amados, Bernardo e Vilani.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo à Deus, por me conceder o dom da vida.

Aos meus pais amados, que sempre me apoiaram e me instruíram em todas as escolhas, em cada passo de minha trajetória, sem vocês eu nada seria.

Ao Albano Uchoa por toda a força, apoio e encorajamento, você sempre fez a diferença.

Ao meu orientador Ednardo Freitas e meu coorientador Rafael Nepomuceno por todo o suporte, amparo e atenção.

À Patrícia Verônica, por todo o afeto, cuidado e dedicação no ínterim de toda a minha graduação, você foi e é como uma mãe.

À Dra. Diva Correia, por todos os ensinamentos sobre cactáceas e sobre a vida.

Aos meus amigos da Universidade e de vida, por quem nutro carinho especial e tive oportunidade de partilhar bons momentos: Caroline Sampaio, Ester Araújo, Breno Sousa, Breno Barros, Antônio Miguel, Laryssa Liberato, Adyla Oliveira, Leticia Fernandes.

Além de um agradecimento especial a todos do NEPEAVI e do LANA, que me ajudaram de alguma forma na execução do experimento de graduação: Gabriel, Marina, Marcele, Valquiria, Sr. Cláudio, Diego, Ormanin, Isaías, Keyla, Leticia, Renata. Danilo.

Gostaria de agradecer também por todo o fomento que à mim foi oferecido na concessão de bolsas durante à faculdade, obrigada CNPQ, Capes, UFC e Embrapa.

“Nunca fiz um gol em minha vida sem receber um passe de outra pessoa.”

(Abby Wambach)

RESUMO

Com objetivo de avaliar os efeitos da substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura e a adição de antioxidantes na ração de codornas de corte, foram utilizadas 420 de codornas de corte com 14 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $(2 \times 3) + 1$, totalizando 7 tratamentos com 6 repetições de 10 aves. Os tratamentos foram constituídos por rações obtidas a partir dos fatores estudados: dois níveis de substituição do óleo de soja por óleo de fritura (50 e 100%) e três opções de inclusão de aditivos antioxidantes (sem antioxidante, e as inclusões dos antioxidantes comerciais A ou B), além de uma ração controle com 100% de óleo de soja e sem aditivos antioxidantes. Foram avaliados a metabolizabilidade da energia e nutrientes das rações, o desempenho das aves, as características de carcaça e estabilidade oxidativa do fígado e da carne *in natura*. Os resultados do ensaio de metabolismo mostraram que em relação ao tratamento controle os valores de energia metabolizável da ração foram menores apenas no tratamento com a substituição de 100% de óleo de fritura sem antioxidantes. Em relação ao tratamento controle, o consumo de ração nos tratamentos com a substituição de 50 e 100% do óleo de soja por óleo de fritura sem antioxidante e rações com 100% de óleo fritura e os antioxidante A ou B foi menor, cujo impacto sobre a conversão alimentar mostrou piora significativa apenas para o tratamento com 100% do óleo de fritura sem antioxidante. Não houve nenhum efeito significativo dos tratamentos sobre os parâmetros de carcaça. Na avaliação da estabilidade lipídica observou-se que em relação ao tratamento controle as codornas alimentadas com ração com substituição total do óleo de soja pelo de fritura sem inclusão de antioxidante apresentaram fígado e carne com maior valor de TBARS. A inclusão dos antioxidantes A e B reduziu o valor de TBARS na carne. No fígado observou-se que o aumento da substituição de 50 para 100% do óleo de soja pelo de fritura aumentou o valor de TBARS apenas dos tratamentos em que não houve a inclusão dos aditivos antioxidantes, enquanto os antioxidantes A e B foram eficientes na manutenção do status oxidativo nos dois níveis testados de substituição das fontes de gordura. Logo, conclui-se que a substituição do óleo de soja por óleo de fritura pode ser realizada no nível de 50% sem prejuízos aos parâmetros de desempenho, carcaça e cortes e estabilidade oxidativa do fígado e da carne, sendo viável a substituição total apenas quando associado ao uso de aditivos antioxidantes na ração.

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

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of replacing soybean oil with frying oil and the addition of antioxidants in the feed of broiler quails, 420 14-day-old broiler quails were used, distributed in an entirely randomized design in a factorial scheme $(2 \times 3) + 1$, totaling 7 treatments with 6 replicates of 10 birds. The treatments consisted of feeds obtained from the studied factors: two levels of replacement of soybean oil by frying oil (50 and 100%) and three options for inclusion of antioxidant additives (no antioxidant, and the inclusions of commercial antioxidants A or B), and a control feed with 100% soybean oil and no antioxidant additives. The metabolizability of energy and nutrients in the feed, bird performance, carcass characteristics, and oxidative stability of liver and meat *in natura* were evaluated. The results of the metabolism test showed that compared to the control treatment, the metabolizable energy values of the feed were lower only in the treatment with 100% replacement of frying oil without antioxidants. Compared to the control treatment, the feed consumption in the treatments with the replacement of 50 and 100% of soybean oil with frying oil without antioxidant and feeds with 100% frying oil and the antioxidants A or B was lower, whose impact on feed conversion showed significant worsening only for the treatment with 100% frying oil without antioxidant. There was no significant effect of the treatments on the carcass parameters. In the evaluation of lipid stability it was observed that in relation to the control treatment the quails fed with feed with total replacement of soybean oil by frying oil without antioxidant inclusion presented liver and meat with higher TBARS values. The inclusion of antioxidants A and B reduced the TBARS value in the meat. In the liver, it was observed that the increase in the replacement from 50 to 100% of soybean oil by frying oil increased the TBARS value only in the treatments in which antioxidant additives were not included, while antioxidants A and B were efficient in maintaining the oxidative status in the two levels tested of replacement of fat sources. Therefore, it can be concluded that the replacement of soybean oil with frying oil can be done at a level of 50% without harming the performance parameters, carcass and cuts, and oxidative stability of liver and meat, with total replacement being viable only when associated with the use of antioxidant additives in the feed.

Keywords: antioxidant additive, lipid stability, peroxidized oil

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e níveis nutricionais calculados da ração controle para codornas de corte de 14 a 42 dias de idade.	25
Tabela 2 - Coeficientes de metabolizabilidade e valores de energia metabolizável de rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e adição de aditivos antioxidantes.....	29
Tabela 3 - Desempenho de codornas europeias de 14 a 42 dias de idade alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e adição de aditivos antioxidantes.	31
Tabela 4 - Parâmetros de carcaça de codornas europeias de 14 a 42 dias de idade alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e adição de aditivos antioxidantes	33
Tabela 5 - Status oxidativo do fígado e carne <i>in natura</i> de codornas europeias alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e adição de aditivos antioxidantes	34
Tabela 6 - Desdobramento da interação entre os fatores nível de substituição de óleo de soja por óleo de fritura e dos aditivos antioxidantes sobre o <i>status</i> oxidativo do fígado <i>in natura</i>	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Coturnicultura	14
2.1.1	<i>Coturnicultura de corte</i>	15
2.2	Óleos na ração de aves	16
2.2.1	<i>Óleo de soja</i>	16
2.2.2	<i>Óleo de palma</i>	17
2.2.3	<i>Óleo de fritura</i>	18
2.4	Antioxidantes na alimentação de aves de corte	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÃO	35
6	REFERÊNCIAS	38

INTRODUÇÃO

A utilização de óleos e gorduras na alimentação de aves de corte já é algo bem estabelecido e tem como objetivos: aumentar a densidade energética da ração e servir como fonte de ácidos graxos essenciais, além de melhorar a palatabilidade, absorção de vitaminas lipossolúveis e, também, consistência das rações, diminuindo a pulverulência. Para atender essa demanda, fontes alternativas de gordura, tais como os óleos de frituras, tem despertado interesse por sua possível utilização como fontes energéticas, principalmente, porque os óleos de fritura são mais baratos que os óleos vegetais convencionalmente utilizados na alimentação de aves (Villanueva et al., 2020).

No processo de fritura, os óleos ou gorduras são submetidos a altas temperaturas por longos períodos na presença de ar, promovendo reações químicas que reduzem a insaturação de ácidos graxos, produzem peróxidos e aumentam os materiais polares. Estes compostos promovem a degradação das gorduras, alterando suas propriedades físico-químicas (Villanueva et al., 2020). Vale destacar que fontes lipídicas que têm em sua composição altos teores de ácidos graxos insaturados estão mais propensas a oxidação lipídica, que pode ser acelerada pelo aquecimento durante a fritura (Bou et al., 2005).

Para as aves, a ingestão de ração que sofreu processos oxidativos avançados pode gerar danos, como: diminuir o consumo afetando negativamente o desempenho, problemas a saúde do animal, além de reduzir o tempo de conservação e aumentar os radicais livres do produto, que podem ser danosos a saúde do consumidor (Grau et al., 2001a; Grau et al., 2001b; Racanicci et al., 2008). Assim, na literatura tem sido demonstrado que gorduras de fritura com altos níveis de oxidação podem reduzir a digestibilidade, o consumo de ração e a eficiência alimentar das aves (Vázquez-Añón e Jenkins, 2007; Vázquez Añón et al., 2008, Ali et al., 2020). No entanto, em alguns casos, as gorduras de fritura podem ser utilizadas em dietas para frangos de corte com eficiência alimentar semelhante aos óleos vegetais (Orduña-Hernández et al., 2016).

Estudando os efeitos da alimentação de frangos de corte com 5% de óleos de palma, soja, linhaça e peixe, frescos ou peroxidados, Lindblom et al., (2019) observaram correlações entre a composição do óleo com o desempenho e os marcadores de estresse oxidativo e que, embora seja evidente o efeito negativo das gorduras peroxidadas pelo calor, as fontes lipídicas podem influenciar diferencialmente o desempenho e os marcadores de estresse oxidativo no plasma e no fígado de frangos de corte. Segundo os pesquisadores, o desempenho foi

negativamente afetado pelo estresse oxidativo promovido pela adição da gordura peroxidada, que foi medido por análises como determinação da concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

Com o intuito de interromper ou amenizar os efeitos da oxidação lipídica em ingredientes e nas rações, são utilizadas substâncias antioxidantes, artificiais ou naturais, capazes de preservar a sua qualidade, trazendo benefícios para o animal e o consumidor final do produto. Um fator a ser avaliado é a contribuição da adição de antioxidantes na ração para reduzir os efeitos adversos no desempenho causados pelo aumento do estresse oxidativo nas aves com a adição de gorduras peroxidadas pelo calor.

Diante do exposto objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos da substituição do óleo de soja pelo óleo de fritura e a adição de antioxidantes na ração de codornas de corte sobre o metabolismo da energia e nutrientes da ração, desempenho das aves, parâmetros de carcaça e estabilidade oxidativa do fígado e da carne.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Coturnicultura

Coturnicultura é o segmento da avicultura destinado ao estudo e criação de codornas para a exploração de carne e ovos (MARQUES, 2019; BERTECHINI, 2010). As codornas são aves pertencentes à família *Phasianidae*, subfamília *Pernicinidae* e gênero *Coturnix* (PINTO et al., 2002). Dentre as espécies mais difundidas estão: *Coturnix coturnix japonica* (codorna japonesa), *Coturnix coturnix coturnix* (codorna europeia), *Colinus virginianus* (codorna americana), e a *Coturnix adansonii* (codorna chinesa) (NASCIMENTO et al., 2021).

No Brasil a codorna japonesa é a mais difundida, se trata de uma ave de peso corporal considerado baixo aos 42 dias (115g), com alta taxa de postura, chegando até 300 ovos por vida útil que é de aproximadamente um ano (CAVALCANTE et al., 2010; FERREIRA, 2013).

Já a codorna europeia é comercializada no país com enfoque principal para corte, possui carne saborosa e de alto valor agregado, sendo comercializada como iguaria fina, além do maior peso aos 42 dias (280g) (CAVALCANTE et al., 2010). Porém, apresenta taxas inferiores de postura, quando comparado com codornas japonesas (cerca de 200 ovos/ano), fato compensado pelo tamanho superior dos ovos (OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Almeida et al. (2013) as codornas foram introduzidas no Brasil em 1959 por um imigrante italiano com interesse em seu canto, porém somente na década de 1970, essas aves foram exploradas com fins comerciais. (PASTORE et al., 2012). Esse segmento registrou avanços significativos na produção e comercialização de seus produtos, com destaque para ovos e carne (REIS, 2011). Bertechini (2010), afirma que essa evolução foi impulsionada pelo aumento de trabalhos acadêmicos relacionados à melhoramento genético, nutrição, manejo e tecnificação na coturnicultura.

A criação racional de codornas ocupa 5ª lugar no ranking de produção animal nacional, com aproximadamente 16.512.169 cabeças, ficando atrás somente de galináceos, bovinos, suínos e ovinos (IBGE, 2020). No Brasil, o maior efetivo de codornas está na região Sudeste, (63,1%) e da produção de ovos (66,1%), com destaque para os três estados de maior relevância no segmento nacional: Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2020).

Dentre os principais atrativos da coturnicultura estão: o rápido crescimento, rusticidade, precocidade sexual, alta taxa de postura, e baixo consumo de alimento, além de menores

investimentos financeiros aliados ao rápido retorno econômico, quando comparado à avicultura tradicional (Pastore *et al.*, 2012; Matos, 2007).

2.1.1 - Coturnicultura de corte

Segundo Pasquetti (2011) a exploração de codornas para corte em escala comercial teve início em 1989 no Brasil, após a empresa ‘Perdigão Industrial’ iniciar a produção de aves sofisticadas intitulada ‘Avis Rara’. A carne de codorna é caracterizada por apresentar coloração escura, e textura média (Carvalho, 2011), é rica em vitaminas, ácidos graxos e possui elevadas concentrações de proteína, ferro, cálcio e fósforo, além de bom aporte de aminoácidos como: triptofano, treonina, leucina, lisina, cisteína e metionina, bem como baixo teor de gorduras (MORAES & ARAKI, 2009; MURAKAMI; GARCIA, 2007; FILGUEIRA, 2012).

Na coturnicultura, a principal espécie utilizada para produção de carne é a *coturnix coturnix coturnix*, conhecida como codorna europeia, por apresentar melhor desempenho quando comparada com a codorna japonesa (DA CUNHA, 2009). A codorna europeia é geralmente criada confinada sobre a cama, o que permite alta densidade na criação e praticidade no manejo (Cordeiro, 2018). É caracterizada pelo crescimento acelerado, maior rendimento de carcaça, ganho de peso e eficiência alimentar, e precocidade para abate (BARRETO *et al.*, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2002). Para o aumento e melhoria na produção dessas aves, são necessários estudos com enfoque em manejo, genética, nutrição e alimentação desses animais principalmente buscando analisar a viabilidade de uso de alimentos alternativos na composição de rações, já que esses representam os maiores custos no sistema produtivo (CORDEIRO *et al.*, 2018)

Na coturnicultura, aproximadamente 70% dos custos de produção correspondem à alimentação, nesse sentido diversas pesquisas são realizadas com objetivo de minimizar esse percentual (Barros Júnior *et al.*, 2018).

Dessa forma, a busca por alimentos que supram essa necessidade vem crescendo, com destaque para o uso de alimentos alternativos, que por sua vez são em subprodutos provenientes de indústrias alimentícias e agropecuárias que sejam aptos para serem usados na alimentação com objetivo de substituir parcialmente alimentos convencionais, e além gerar um destino melhor para esses subprodutos, também evitar problemas ambientais. (AMORIM *et al.*, 2015).

Porém, antes de ocorrer o uso desses alimentos, deve-se observar sua viabilidade, verificando a disponibilidade do alimento, conhecendo sua composição química nutricional e energética, bem como a digestibilidade e presença de fatores antinutricionais (OLIVEIRA; SANTOS; CUNHA, 2014). Que por sua vez, caso estejam presentes, deve-se verificar a possibilidade da existência de técnicas que possam melhorá-las ou ativá-las (SILVA, 2016).

2.2 - Óleos na ração de aves

A adição de óleos e gorduras na alimentação de aves têm sido uma estratégia bastante utilizada e é considerada um avanço na nutrição animal. Além de sua elevada contribuição como fonte de energia tem outros efeitos quando adicionados na ração, tais com: redução da pulverulência e melhoria da palatabilidade das rações, favorecendo o consumo, diminuição da taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal, favorecendo a digestão, redução do incremento calórico, possibilitando melhorias no desempenho das aves (Lara *et al.*, 2005; Ferreira, 2004).

A adição de óleo auxilia no aumento da absorção de vitaminas solúveis em gordura e na eficiência de consumo de energia. Além de reduzir a taxa de passagem da digesta no trato gastrointestinal, o que permite uma melhor absorção de todos os nutrientes presentes na dieta (Baião e Lara, 2005).

A quantidade de óleo a ser adicionado na ração varia de acordo com a qualidade da mesma, bem como dos ingredientes a serem misturados e a depender da fase da espécie. Em se tratando de aves para corte, por exemplo, os percentuais de adição são variáveis, podendo chegar até 10% no caso de aves em fase de acabamento ou engorda, porém normalmente os níveis vão no máximo até 6%. É válido ressaltar que à medida que há um aumento no nível energético da ração, o consumo tende a diminuir. No entanto, como o consumo é influenciado pelo nível de energia, as exigências nutricionais das aves devem ser expressas em relação ao conteúdo energético delas, principalmente as exigências proteicas. Logo, há uma necessidade de correção dos nutrientes à medida que se altera o nível de energia na ração (Andrigueto et al. 1999; Vieira, 2014).

2.2.1 - Óleo de soja

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é a oleaginosa mais produzida no Brasil e no mundo, esse destaque se dá em decorrência às suas características agrônômicas favoráveis, além de ser fonte proteica de alta qualidade e possuir óleo comestível, muito utilizado na alimentação humana e animal (Gunstone, 2005; IBGE, 2020). Além de representar a principal

matéria-prima na produção de biodiesel (equivalente a 71,4% do total (Brasil, 2020). Hui (1996) afirma que o óleo de soja é a melhor opção de fonte lipídica e energética para animais jovens, isso se dá devido ao alto teor de ácidos graxos insaturados na composição contendo cerca de 15% de ácidos graxos saturados, 22% de ácido oléico, 54% de ácido linoléico e 7,5% de ácido linolênico (VERGARA et al., 2006).

O incremento desse ingrediente nas rações visa melhorar a produção animal e diminuir custos, sendo largamente adotado na formulação de rações para aves, podendo ser incluso mesmo tendo origem de diferentes tipos de processamentos, sem causar prejuízos em consumo, rendimento de carcaça e desempenho zootécnico (Brandão, 2008). Urbano (2006) não constatou diferença no desempenho de frangos de corte após trabalhar com três níveis (1, 4 e 7%) de inclusão de óleo de soja na ração, sem refletir em diferenças significativas quanto ao ganho de peso e conversão alimentar. Pinto et al., (2014), sugere que o óleo de soja pode auxiliar no aumento de produção de anticorpos em frangos de corte.

Segundo MAPA (2006), o óleo de soja refinado é obtido pela prensagem de grãos da espécie *Glycine max* (L) Merrill por meio de processos tecnológicos adequados. O processo de refinamento gera diversos subprodutos, que podem ser utilizados em rações de diferentes espécies avícolas, como: óleo de soja degomado (Mendonça et al., 2021) e óleo ácido de soja (Roll et al., 2018). Segundo Lima (2019) o óleo de soja ocasionou maior consumo e ganho de frangos de corte quando comparado com rações contendo outras fontes lipídicas, como o óleo ácido de soja.

2.2.2. Óleo de palma

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira monocotiledônea, pertencente à família Arecaceae, subfamília Arecoideae (VALOIS, 1997; CHIA et al., 2009) com origem africana, introduzida no Brasil no século XVII. Porém, os registros de produções industriais da cultura são datados somente no início da década de 60 na Bahia, e logo após no Pará e Amazonas (Drouvot e Drouvot 2011). Essa planta é adaptada a diversos tipos de solos e a condições climáticas típicas de regiões tropicais úmidas (Abrapalma, 2018). Trata-se de uma cultura perene com ciclo produtivo entre 25 e 30 anos, que possui frutos dos quais é possível extrair óleos com largas aplicações e alta produtividade, sendo até 10 vezes mais produtivo que a soja (GABRIEL, 2015).

Do fruto é possível extrair dois tipos de óleos: óleo de palma advindo do mesocarpo, rico em ácidos graxos palmítico e oléico, e óleo de palmiste retirado da amêndoa rico em ácidos

láurico e mirístico. O óleo de palma é rico em vitamina E, ácidos graxos saturados e insaturados, seguindo quase uma relação de 1:1. Já o óleo de palmiste, é composto de palmitina, oleína, linolina, estearina e ácido palmítico (RIVAL, 2007; KOK et al., 2011; LIN, 2011; SEPTEVANI et al., 2015). Além disso há a presença de compostos antioxidantes, como tocotrienóis e tocoferóis e carotenóides no óleo de palma o que confere ao mesmo, elevada estabilidade à oxidação (ANDREU-SEVILLA, 2008; CODEX STAN, 2011). A produção anual mundial gira em cerca de 74.583,225 milhões de toneladas, sendo o Brasil responsável por 400.560 mil toneladas (FAO, 2019). Entre os maiores produtores de óleo de palma no mundo, destacam-se a Indonésia e Malásia que, por sua vez, representam mais de 90% do mercado internacional (Alves et al, 2011), o Brasil está entre os nove maiores produtores de óleo de dendê do mundo, tendo mais de 90% da produção nacional é centralizada no estado do Pará (Dendê, 2020).

O óleo de palma possui diversos usos, como: cosmético, alimentício, higiene e limpeza, têxtil, siderúrgica, produção de combustíveis como biodiesel e aplicação farmacêutica, representando elevado desempenho agrícola e agroindustrial (Abrapalma, 2018; Coelho et al., 2004).

A inclusão do óleo de palma na alimentação de aves mostrou-se possível, em um nível de até 6%, sem apresentar comprometimento às características de desempenhos de codornas japoneses, porém percebeu-se que à medida que o nível de óleo aumenta na ração, é o incremento no consumo, isso pode ser explicado pela necessidade da ave de suprir a demanda lipídica (Vieira, 2014).

2.2.3 - Óleo de fritura

A gordura ou óleo de fritura é uma mistura de óleos vegetais utilizada em restaurantes para fritar alimentos, geralmente por longos períodos em altas temperaturas. As reações químicas de hidrólise, oxidação e polimerização dos óleos ocorrem durante o processo de fritura; essas reações produzem peróxidos, reduzem a insaturação de ácidos graxos e aumentam a formação de espuma, cor, viscosidade, densidade e concentração de ácidos graxos livres e materiais polares (Choe & Min, 2007).

O óleo residual de fritura é um resíduo que pode acarretar diversos problemas se descartado de forma incorreta, variando entre entupimento de redes de esgoto, contaminação de águas de rios, e em casos mais extremos, gerar a liberação de gás metano devido a decomposição desse óleo (NAGGAR et al., 2017; MATTSSON et al., 2015; FREITAS et al., 2010). Esse problema

é agravado devido à difícil reutilização desse produto já que podem ocorrer alterações químicas e físicas na substância após o aquecimento no processo de fritura, variando desde alterações na cor, aumento na viscosidade até diminuição do ponto de fumaça, formação de espuma, além de hidrólise, oxidação e polimerização (Veloso et al., 2012).

Nesse contexto, há o maior interesse no desenvolvimento de técnicas de destinação e reaproveitamento desse resíduo, dentre eles estão: produção de detergentes, velas, sabão, lubrificantes para motor, biodiesel e uso como ingrediente em rações animais (COELHO et al., 2020; Veloso et al., 2012).

Nos estudos de viabilidade do uso de fontes lipídicas alternativas na alimentação de aves, destacam-se a viabilidade de inclusão de fontes como: óleo ácido de soja (Lara, et al., 2005; Roll et al., 2018), óleo de soja degomado (Duarte et al., 2010; Mendonça et al., 2021), óleo de linhaça (Pinto et al., 2014) e óleo de vísceras de aves (Duarte et al., 2010), porém a utilização de óleo residual de fritura em dietas animais tem se tornado tema recorrente de pesquisas visando a padronização de qualidade e regulamentação para o uso em rações animais (VAN CLEEF et al., 2016). Contudo os poucos estudos referentes ao uso desse subproduto na alimentação de aves, principalmente de codornas de corte, não permitem o entendimento claro da influência exercida pela adição do óleo residual na dieta.

Gorduras de fritura com altos níveis de oxidação podem reduzir a digestibilidade, o consumo de ração e a eficiência alimentar dos animais (Vázquez-Añón & Jenkins, 2007; Vázquez Añón et al., 2008, Ali et al., 2020). No entanto, em alguns casos, as gorduras de fritura podem ser utilizadas em dietas para frangos de corte com eficiência alimentar semelhante aos óleos vegetais (Orduña-Hernández et al., 2016). A gordura de fritura também é mais barata que óleos vegetais convencionalmente utilizados na alimentação de aves (Villanueva-López et al., 2020).

Wu et al. (2011) observaram desempenho produtivo semelhante em frangos de corte alimentados com dietas à base de óleo de soja ou óleo de fritura com baixos níveis de ácidos graxos livres (3%); no entanto, quando o óleo de fritura apresentou altos níveis de ácidos graxos livres (12%), o desempenho produtivo dos frangos de corte foi reduzido. Por sua vez, Dorra et al. (2014) e Orduña- Hernández et al. (2016) observaram desempenho produtivo semelhante em frangos de corte alimentados com dietas com óleo de fritura ou óleo vegetal, atribuindo essa resposta aos baixos níveis de ácidos graxos livres no óleo de fritura que eles utilizaram.

Em estudos recentes tem sido demonstrado que frangos de corte alimentados com dietas com óleo vegetal tiveram melhor desempenho produtivo do que aves alimentadas com dietas com óleo de fritura.

Estudando os efeitos da alimentação de frangos de corte com 5% de óleos de palma, soja, linhaça e peixe, frescos ou peroxidados, Lindblom et al (2019) observaram que, embora seja evidente o efeito negativo das gorduras peroxidadas pelo calor, as fontes lipídicas podem influenciar diferencialmente o desempenho e os marcadores de estresse oxidativo no plasma e no fígado de frangos de corte. As correlações observadas entre a composição do óleo com desempenho e os marcadores de estresse oxidativo foram evidenciadas, pois o desempenho foi afetado pelo estresse oxidativo medido por medidas plasmáticas como a concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

Ali et al. (2020) relataram desempenho produtivo reduzido de frangos de corte alimentados com dietas com óleo de palma termicamente oxidado quando comparados com frangos de corte que receberam óleo de palma fresco na dieta. Villanueva-López et al. (2020) observaram que, na fase de 21 a 42 dias de idade, os frangos de corte alimentados com gordura de fritura apresentaram ganho de peso semelhante e maior consumo de ração e pior conversão alimentar em relação aos alimentados com o óleo vegetal normal.

Quanto ao efeito da utilização de óleo de fritura sobre as características de carcaça em frangos de corte, Anjum et al. (2004) não observaram diferenças na porcentagem de rendimento de carcaça e pesos de órgãos entre frangos de corte alimentados com dietas com óleo de soja in natura ou óleo de soja oxidado. Nobakht et al. (2011) não encontraram influência de diferentes óleos vegetais dietéticos no rendimento de carcaça, peito e coxa. Dorra et al. (2014) relataram que a gordura de fritura em substituição ao óleo fresco nas rações não influenciaram significativamente as características de carcaça de frangos de corte. Villanueva-López et al. (2020) relataram que as características de carcaça não foram influenciadas pelo tipo de óleo utilizado na alimentação.

A composição do óleo original e as alterações causadas durante o processo de fritura em cada tipo de óleo, irão influenciar nas características do óleo de fritura e, conseqüentemente, nos efeitos de seu uso na alimentação das aves, conforme os resultados apresentados por Lindblom et al (2019).

No processo de fritura os óleos ou gorduras são submetidos a altas temperaturas constantemente por longos períodos na presença de ar. Isso causa reações químicas que

produzem peróxidos, reduzem a insaturação de ácidos graxos e aumentam os materiais polares. Estes compostos promovem a degradação das gorduras, alterando suas propriedades físico-químicas (Choe & Min, 2007). Rancidez oxidativa ou peroxidação diminui o valor nutritivo de gorduras e óleos, produzindo odor e sabor indesejáveis. Além disso, o aumento de ácidos graxos livres nas gorduras reduz sua absorção (Sklan, 1979; Baião & Lara, 2005) e, conseqüentemente, a energia metabolizável para frangos de corte (Wiseman & Salvador, 1991). Estes efeitos podem ser atribuídos à baixa solubilidade ou formação micelar com o aumento dos ácidos graxos livres na composição da fonte lipídica (Garrett & Young, 1975; Baião & Lara, 2005).

A menor energia metabolizável do óleo de fritura em relação ao óleo original pode ser o fator responsável pela variabilidade nos resultados nas pesquisas, principalmente, porque em muitos estudos ocorre apenas a substituição isométrica de um óleo vegetal normal pelo óleo de fritura, sem que sejam consideradas as diferenças nos valores de energia metabolizável entre as fontes lipídicas testadas.

Em geral os óleos de fritura não têm valores nutritivos constantes em função da variabilidade de sua composição final que sofre influência da composição lipídica do tipo de óleo de origem e, principalmente, do tempo de uso e temperatura aplicada no processo de fritura. Essa falta de padronização pode ser considerada o principal problema para inclusão segura dessa fonte alternativa de energia na ração.

Certamente, se corretamente avaliado em sua contribuição energética e pelo baixo custo em relação ao óleo de soja convencionalmente utilizado nas rações, o óleo de fritura poderá ser utilizado na composição das rações das aves. Outro fator a ser avaliado é a contribuição da adição de antioxidantes na ração para melhorar os efeitos adversos no desempenho causados pelo aumento do estresse oxidativo nas aves com a adição de gorduras peroxidadas pelo calor, conforme foi demonstrado por Lindblom et al (2019).

2.4 – Antioxidantes na alimentação de aves de corte

Por definição, os antioxidantes são compostos químicos que possuem função de retardar ou inibir a oxidação lipídica de óleos, gorduras e alimentos gordurosos (Ramalho e Jorge, 2006). Coneglian et al., (2011) afirma que o processo de rancidez oxidativa pode ser mitigado através do uso de antioxidantes, principalmente se for tratada em fase inicial e controlar os níveis de oxigênio a partir de procedimentos físicos (MELO FILHO & VASCONCELOS, 2011).

Segundo Ramalho & Jorge (2006) e Coneglian (2008), os antioxidantes devem cumprir alguns requisitos para que estejam adequados ao uso em rações animais, sendo eles: fornecer eficácia na conservação de gorduras, vitaminas e outros alimentos que estão sujeitos à destruição oxidativa, não apresentar toxicidade aos seres humanos e animais, ser economicamente viável, representar eficácia sob baixas concentrações (0,001 a 0,1%) e ter compatibilidade com o alimento e ser de fácil aplicação, além disso a efetividade de um antioxidante está relacionada a fatores como: energia de ativação, as constantes de velocidade, potencial de redução, solubilidade e com a facilidade com a qual o produto pode se destruir ou perder.

Os antioxidantes podem ser classificados quanto aos mecanismos de ação, como: atuantes na redução de radicais livres (antioxidante primário), ou mecanismo que envolve a redução direta dos radicais livres (antioxidantes secundário), Além disso podem ser classificados também quanto a origem, podendo ser: de origem natural, com destaque para produtos contendo tocoferóis, ácidos ascórbico, cítrico e fítico ou sintéticos, com a larga adoção de compostos fenólicos sintéticos, como BHA (hidroxianisol butilado), BHT (hidroxitolueno butilado), TBHQ (terc-butil hidroquinona), e PG (galato de propila) (Coneglian, 2008; AKOOH; MIN 2002; POKORNY; YANISHILIEVA; GORDON 2001).

Para estabilizar as gorduras de fritura são utilizados antioxidantes, como o butil hidroxianisol (BHA) e o butil hidroxitolueno (BHT) que em altas concentrações podem ser tóxicos para animais (Jayalakshmi & Sharma, 1986; Kahl & Kappus, 1993). Nesse contexto, atualmente, tem ganhado espaço no mercado os antioxidantes naturais compostos por substâncias bioativas presentes nas plantas, tais como flavonoides, fenólicos e terpenos. Esses compostos fazem parte da constituição de diversos vegetais, sendo que alguns apresentam altas concentrações de determinados grupos. Dentre os compostos antioxidantes presentes nos vegetais um dos mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos e sua quantidade é diretamente proporcional à eficiência da atividade antioxidante (PRADO et al., 2009; SOUSA & VIEIRA, 2011).

Para Abreu (2013) os antioxidantes naturais são mais interessantes pois representam menores impactos ambientais e riscos toxicológicos à saúde, à exemplo disso temos o uso de sálvia, orégano e alecrim como antioxidantes naturais para evitar peroxidação na carne de frango (BOTSOGLOU et al., 2002; FARAG et al., 1989; LOPEZ-BOTE et al., 1998), porém ainda há a necessidade de adequar doses e metodologias de tratamento desses aditivos às diferentes espécies animais. Por sua vez, os antioxidantes sintéticos já estão melhor estabelecidos quanto

à sua inclusão, além de se mostrarem muito eficientes e usuais pela indústria de alimentos e rações. Nesse contexto, estudos comprovaram que o BHT é mais estável devido à elevação de temperaturas, enquanto, o BHA é mais indicado quando há o processo de tratamentos térmicos, como frituras em alimentos (NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará, sobre o protocolo CEUA nº 2510202101 e está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

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. Foram usados 420 machos de codornas europeias (*Coturnix Coturnix coturnix*) com 14 dias de idade, alojados em gaiolas metálicas com dimensões de 0,50 x 0,50 m equipadas com comedouro tipo calha, bebedouro de pressão e bandeja para coleta de excreta.

As aves selecionadas para o experimento foram provenientes de um lote de codornas criadas nas duas primeiras semanas de idade em círculo de proteção contendo comedouros tipo bandeja e bebedouro tipo copo de pressão, piso coberto de maravalha e campânulas, utilizadas como fonte de calor, para aquecimento das aves. Durante esse período a área do círculo de proteção foi ampliada gradativamente e as aves receberam ração e água à vontade. Aos 14 dias de idade, as aves foram sexadas e os machos selecionados pelo peso médio corporal do lote $72,7g \pm 5,2$ para serem distribuídos nas unidades experimentais.

A distribuição das aves nos tratamentos seguiu um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $(2 \times 3) + 1$, totalizando sete tratamentos, com seis repetições de dez codornas por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos por rações obtidas a partir dos fatores estudados que foram dois níveis de substituição do óleo de soja por óleo de fritura (50 e 100%) e três opções de inclusão de aditivos antioxidantes (sem antioxidante, e as inclusões dos antioxidantes comerciais A ou B), além de uma ração controle com 100% de óleo de soja e sem aditivos antioxidantes.

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. Os antioxidantes comerciais utilizados foram: antioxidante A Verdilox® (tocoferóis, dióxido de silício, pirofosfato tetrassódico, extrato de alecrim, extrato de chá verde e extrato de hortelã) e antioxidante B – Laz dry® Plus (BHT, BHA, etoxiquin, ácido cítrico e ácido fosfórico), com as respectivas recomendações de inclusão 0,300 e 0,150 g/kg de ração.

Para a obtenção das rações experimentais foi formulada uma ração controle (Tabela 1) com óleo de soja, sem a inclusão antioxidantes e com um ingrediente inerte na concentração de 0,300 g/kg de ração, sendo considerado as exigências nutricionais recomendados 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 pelos aditivos antioxidantes, de acordo com os níveis recomendados pelos fabricantes e conforme o tratamento proposto.

Tabela 1. Composição e níveis nutricionais calculados da ração controle para codornas de corte de 14 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	1000,00
Composição calculada	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00
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
Cálcio (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.

Durante o período experimental, houve o fornecimento de água e ração à vontade. O programa de luz adotado foi de 24 horas por dia (natural + artificial) durante todo período experimental. A iluminação artificial foi através de lâmpadas fluorescentes de 40 watts,

distribuídas a uma altura de 2,4 m do piso, de maneira que todas as aves receberam luz de maneira uniforme.

Durante o período experimental foram avaliados a metabolizabilidade da energia e nutrientes das rações, o desempenho das aves, as características de carcaça e estabilidade oxidativa do fígado e da carne in natura.

Metabolizabilidade da energia e nutrientes das rações

Para avaliar a metabolizabilidade da energia e dos nutrientes das rações um ensaio de metabolismo, seguindo o método tradicional de coleta total de excretas foi realizado aos 28 dias de idade, adotando um período de coletas de 4 dias, dispensando período para adaptação, uma vez que as codornas já estavam alojadas nas gaiolas e adaptadas às rações. Para sinalizar o início e fim do período de coletas das excretas foi utilizado como marcador o óxido férrico nas rações na concentração de 1%. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 horas), sendo estas acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e congeladas em freezer a -20°C até o final do período experimental. Ao término do período de coleta, o consumo total de ração e a produção de excretas de cada unidade experimental foram quantificados para posterior determinação dos coeficientes de metabolização da matéria seca, nitrogênio e energia e valores de energia metabolizável das rações.

Para isso amostras das excretas foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, moídas em moinho de facas com peneira de 16 mash com crivos de 1mm e então submetidas juntamente com as amostras das rações as análises laboratoriais para determinação de matéria seca (método 934.01), nitrogênio (método 976,05) conforme metodologia descrita pela AOAC Internacional (2005). A energia foi determinada em bomba calorimétrica (C200, IKA®, Stauten, Alemanha). Para os cálculos dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, nitrogênio e energia bruta e dos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio foram utilizados os dados laboratoriais aplicando as equações propostas por Matterson et al. (1965).

Desempenho zootécnico

Para avaliar o desempenho, as aves e as dietas foram pesadas no início e no final do experimento (14 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. 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).

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 submetidas 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 e da moela foi expresso em relação ao peso da ave.

Estabilidade oxidativa

A avaliação da estabilidade oxidativa foi realizada em amostras do fígado e na carne in natura. A amostra da carne foi obtida da moagem das coxas, sobrecoxas e dorso, e a amostra do fígado foi obtida da sua maceração. 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 15s em alta velocidade. O homogêneo foi filtrado e 0,75 mL desta solução foi transferido para tubos de ensaio com 0,75 mL de ácido 2-tiobarbitúrico (20 mM). 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.

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 $(2 \times 3) + 1$, representado por dois níveis de substituição do óleo de soja por óleo de fritura (50 e 100%), três opções de uso de antioxidantes (sem antioxidante, antioxidante A e antioxidante B) e um tratamento controle. A comparação do tratamento controle com os demais tratamentos foi realizada pelo teste Dunnett ao nível de 5 % de significância. Para avaliar o efeito dos fatores e de suas interações, o tratamento controle foi retirado do modelo e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do ensaio de metabolismo mostraram que em relação ao tratamento controle os valores de energia metabolizável da ração foram significativamente menores apenas no tratamento com a substituição de 100% de óleo de fritura sem antioxidantes, não havendo diferença estatística para os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, energia bruta e do nitrogênio. A análise da interação entre os fatores, nível de substituição do óleo de soja por óleo de fritura e as opções de inclusão de aditivos antioxidantes, não foi significativa para nenhuma das variáveis. Também não foi detectada diferença significativa entre os dois níveis de substituição dos óleos, bem como, como entre as três estratégias para uso de antioxidantes para nenhum dos parâmetros avaliados, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Coeficientes de metabolizabilidade e valores de energia metabolizável (EM) de rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e adição de aditivos antioxidantes

Fatores	CMMS (%)	CMEB (%)	CMN (%)	EM (kcal/kg MS)	EMAn (kcal/kg MS)	EMAn (kcal/kg MN)
Rações						
Controle	75,35	81,25	46,58	3.799	3.654	3.289
50% de subst.	74,79	79,93	45,35	3.720	3.579	3.219
100% de subst.	73,94	79,05	43,21	3.668*	3.532*	3.186*
50% de subst. + Antiox. A	75,35	80,20	45,15	3.742	3.604	3.244
100% de subst. + Antiox. A	74,22	79,54	40,95	3.707	3.581	3.235
50% de subst. + Antiox. B	74,08	79,73	41,96	3.740	3.619	3.243
100% de subst. + Antiox. B	74,20	79,54	42,05	3.719	3.593	3.235
EPM ¹	0,212	0,207	0,600	0,010	0,010	0,008
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst)						
50%	74,74	79,95	44,16	3.734	3.601	3.235
100%	74,12	79,37	42,07	3.698	3.569	3.219
Aditivo Antioxidante (Antiox.)						
Sem antioxidante	74,36	79,49	44,28	3.694	3.556	3.202
Antiox. A	74,79	79,87	43,05	3.725	3.593	3.240
Antiox. B	74,14	79,63	42,01	3.730	3.606	3.239
ANOVA²				p-valor		
Rações	0,3460	0,1219	0,0852	0,0282	0,0230	0,0416
Subst	0,1989	0,1989	0,1091	0,0906	0,1002	0,3401
Antiox	0,5289	0,7797	0,3495	0,3173	0,0994	0,1467
Subst x Antiox	0,5263	0,8097	0,3898	0,8263	0,8654	0,7980

¹ Erro padrão da média;

² Análise de variância;

*Efeito estatístico significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Por se tratar de uma gordura obtida do processo de cocção de alimentos em altas temperaturas e por longos períodos, o óleo de fritura sofre uma série de reações químicas que incluem: hidrólise, oxidação e polimerização, que por sua vez alteram a estrutura química original da gordura envolvendo um gasto energético e resultando na produção de compostos indesejáveis (ácidos graxos livres, peróxidos e radicais livres) alteração da estabilidade, o valor energético e a qualidade nutricional da fonte de gordura (Choe e Min, 2007). De acordo com Vázquez-Añón e Jenkins, (2007), Vázquez-Añón et al., (2008) e Ali et al., (2020), o processo de aquecimento de fontes lipídicas pode reduzir a sua digestibilidade. O aumento de ácidos graxos livres e/ou a baixa solubilidade micelar nas gorduras reduz sua absorção (Garrett e Young, 1975; Sklan, 1979; Baião e Lara, 2005) e energia metabolizável em frangos de corte (Wiseman e Salvador, 1991). A depender do nível de oxidação do óleo de fritura e do seu nível de inclusão na composição da ração, pode haver o comprometimento do valor energético da dieta, o que foi observado nesta pesquisa, considerando que o valor de energia metabolizável da ração foi aproximadamente 103 kcal menor quando a substituição isométrica do óleo de soja pelo óleo de fritura foi de 100%.

Os resultados dos parâmetros de desempenho mostraram que as codornas alimentadas com as rações com a substituição de 50 e 100% do óleo de soja por óleo de fritura sem antioxidante e rações com 100% de óleo fritura e os antioxidante A ou B apresentaram consumo de ração significativamente menor quando comparadas com aquelas alimentadas com ração controle, cujo impacto sobre a conversão alimentar mostrou piora significativa apenas para o tratamento com 100% do óleo de fritura sem antioxidante em relação ao controle, não havendo diferença estatística para o ganho de peso e peso final das aves. Não houve interação significativa entre os fatores, nível de substituição do óleo de soja por óleo de fritura e as opções de inclusão de aditivos antioxidantes para nenhuma das variáveis. Também não foi detectada diferença significativa entre os dois níveis de substituição dos óleos, bem como, como entre as três estratégias para uso de antioxidantes para nenhum dos parâmetros avaliados, como apresentado na Tabela 3.

Dentre os principais fatores associados à variação no consumo de ração das aves destacam-se: o nível de energia metabolizável e a palatabilidade da ração (Leeson e Summers, 2001). No tocante ao valor de energia das rações, constatou-se que a ração em que houve a substituição total do óleo de soja pelo óleo de fritura teve menor valor de energia metabolizável, o que pode ser associado ao maior consumo de ração observado. De acordo com Corrêa et al. (2007), as codornas que consomem ração com menor teor energético tendem a compensar a

insuficiente ingestão de energia, aumentando o consumo para atender às exigências de energia para suas funções fisiológicas.

Tabela 3. Desempenho de codornas europeias de 14 a 42 dias de idade alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e adição de aditivos antioxidantes

Fatores	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Peso aos 42 dias (g)
Rações				
Controle	647,73	161,82	4,04	234,02
50% de subst.	695,42*	157,75	4,42	230,03
100% de subst.	703,74*	151,45	4,68*	227,53
50% de subst. + Antiox. A	690,46	154,83	4,46	226,88
100% de subst. + Antiox. A	693,84*	151,77	4,60	223,92
50% de subst.+ Antiox. B	679,57	156,01	4,36	228,22
100% de subst.+ Antiox. B	695,02*	157,57	4,42	229,63
EPM ¹	4,841	1,614	0,061	1,447
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst)				
50%	688,48	156,20	4,41	228,38
100%	697,53	153,60	4,57	227,03
Aditivo Antioxidante (Antiox.)				
Sem antioxidante	699,58	154,60	4,55	228,78
Antiox. A	692,15	153,30	4,53	225,40
Antiox. B	687,29	156,79	4,39	228,93
ANOVA²		p-valor		
Rações	0,0348	0,6572	0,1187	0,7042
Subst	0,3714	0,2258	0,3876	0,6269
Antiox	0,6038	0,5101	0,6293	0,5034
Subst x Antiox	0,8844	0,8084	0,5601	0,7772

¹ Erro padrão da média;

² Análise de variância;

*Efeito estatístico significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Embora a palatabilidade da ração seja outro fator que pode ter influência sobre a ingestão de alimentos, é improvável que os resultados obtidos sejam consequência desse tipo alteração, pois a oxidação de gorduras geralmente produz sabor e odor desagradável, enquanto que antioxidantes que tem na sua constituição compostos fenólicos podem modificar as características organolépticas dos alimentos, tornando-os menos atrativos e palatáveis (Choe e Min, 2007; Agbor-Egbe e Rickard, 1990; Racanicci et al., 2004). Em ambas as situações o efeito provável seria a redução no consumo de ração, o que não ocorreu.

É importante considerar que embora tenha havido um aumento no consumo de ração nos tratamentos com a substituição parcial e total do óleo de soja pelo de fritura associado ou não ao antioxidante A ou B, o ganho de peso e o peso final das aves não foram afetados, sendo a conversão alimentar prejudicada apenas no tratamento em que houve a substituição de total do óleo sem antioxidante, tratamento em que foi observado o menor valor de energia metabolizável. O efeito na conversão alimentar para esse tratamento ocorreu em virtude do maior ajuste no consumo pelas aves para manter a taxa de crescimento. Relatos na literatura indicam que gorduras oriundas do processo de fritura, com altos níveis de oxidação podem reduzir o consumo de ração e a eficiência alimentar dos animais (Anjum et al., 2004; Vázquez-Añón e Jenkins, 2007; Vázquez-Añón et al., 2008; Ali et al., 2020; Yaseen et al., 2021)

Na avaliação dos parâmetros de carcaça (Tabela 4) não foi detectado diferença significativa na comparação do tratamento controle com os demais tratamentos para nenhuma das variáveis, bem como ausência de interação significativa entre os fatores: nível de substituição do óleo de soja por óleo de fritura e as opções de inclusão de aditivos antioxidantes. Também não foi detectada diferença significativa entre substituição parcial e total dos óleos na ração, assim como, como entre as três estratégias para uso de antioxidantes para nenhum dos parâmetros avaliados.

Por outro lado, alterações no perfil de ácidos graxos e o grau de oxidação da gordura poderia ter efeito sobre a deposição de gordura e no peso relativo do fígado. Crespo e Esteve-Garcia (2001) sugerem que o perfil de ácidos graxos da dieta pode afetar a quantidade de gordura abdominal em aves de corte, onde a maior presença os ácidos graxos poliinsaturados na dieta resultam em menor deposição de gordura abdominal do que os ácidos graxos saturados ou monoinsaturados. Enquanto que para o fígado o aumento do peso relativo constatado em aves alimentados com ração contendo gordura oxidada (Anjum et al., 2004) tem sido atribuído ao acúmulo de produtos oxidativos da dieta (Cherian et al., 1996), o que pode levar a seu aumento de tamanho em função da maior atividade metabólica no processo de desintoxicação.

Todavia, nenhuma alteração na porcentagem de gordura abdominal e no peso relativo do fígado foi observada nessa pesquisa que testou óleo de soja e o óleo de fritura oriundo de palma submetido ao processo de cocção de alimentos. Assim a possível diferença entre os resultados observados e aqueles relatados pode ser em função das diferentes fontes e grau de oxidação lipídica e presença de aditivos.

Tabela 4. Parâmetros de carcaça de codornas europeias de 14 a 42 dias de idade alimentadas com rações com substituição do óleo de soja por óleo de fritura e adição de aditivos antioxidantes

Fatores	Rendimento (%)				
	Carcaça	Peito	Coxa+Sobrecoxa	Gordura	Fígado
Rações					
Controle	73,79	40,44	21,47	0,80	1,81
50% de subst.	74,15	40,18	21,22	0,95	1,97
100% de subst.	73,37	40,26	21,19	0,74	1,98
50% de subst. + Antiox. A	73,74	39,39	21,33	1,06	1,93
100% de subst. + Antiox. A	73,95	40,26	21,26	0,92	2,08
50% de subst.+ Antiox. B	73,5	38,40	21,56	1,24	1,93
100% de subst.+ Antiox. B	73,88	40,31	21,5	0,89	2,03
EPM ¹	0,144	0,277	0,132	0,055	0,032
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst)					
50%	73,8	39,32	21,37	1,08	1,94
100%	73,73	40,28	21,31	0,85	2,03
Aditivo Antioxidante (Antiox.)					
Sem antioxidante	73,76	40,22	21,2	0,85	1,97
Antiox. A	73,85	39,82	21,29	0,99	2,00
Antiox. B	73,69	39,35	21,53	1,06	1,98
ANOVA²			p-valor		
Rações	0,8414	0,4184	0,9859	0,2657	0,4076
Subst	0,8373	0,1252	0,8578	0,0655	0,2005
Antiox	0,9149	0,5151	0,6494	0,3453	0,9422
Subst x Antiox	0,2688	0,4719	0,9983	0,7539	0,7067

¹ Erro padrão da média;

² Análise de variância.

Na avaliação da estabilidade lipídica do fígado e da carne *in natura* (Tabela 5), mensurada por meio da determinação do valor de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), observou-se que em relação ao tratamento controle as codornas alimentadas com ração com substituição total do óleo de soja pelo de fritura sem inclusão de antioxidante apresentam fígado e carne com maior valor de TBARS. A análise dos fatores mostrou que houve interação *status* oxidativo do fígado, o que não ocorreu para carne. Não houve efeito entre substituição parcial e total dos óleos em nenhuma das variáveis. Por outro lado, constatou-se efeito significativo da estratégia a utilização dos antioxidantes para carne *in natura*, em que o valor TBARS foi maior para as aves alimentadas sem antioxidante na ração em comparação àquelas alimentadas com ração contendo dos antioxidantes A e B.

Tabela 5. 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 adição de aditivos antioxidantes.

Fatores	TBARS (mg de malonaldeído/kg)	
	Fígado	Carne
Rações		
Controle	1,36	3,2
50% de subst.	1,43	3,67
100% de subst.	1,61*	4,12*
50% de subst. + Antiox. A	1,27	2,85
100% de subst. + Antiox. A	1,30	2,83
50% de subst.+ Antiox. B	1,29	2,65
100% de subst.+ Antiox. B	1,30	2,63
EPM ¹	1,364	0,104
Substituição do óleo de soja por óleo de fritura (Subst)		
50%	1,33	3,05
100%	1,40	3,19
Aditivo Antioxidante (Antiox.)		
Sem antioxidante	1,52	3,89a
Antiox. A	1,28	2,84b
Antiox. B	1,29	2,64b
ANOVA ²		p-valor
Rações	<,0001	<,0001
Subst	0,002	0,3926
Antiox	<,0001	<,0001
Subst x Antiox	0,0031	0,3859

¹ Erro padrão da média;

² Análise de variância;

*Efeito estatístico significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$);

^{ab} Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O *status* oxidativo dos lipídios da carne é influenciado pelo perfil de ácidos graxos que a compõem, que segundo Crespo e Esteve-Garcia (2001) pode ser influenciado pela dieta. Nesse sentido, considerando os resultados observados para a carne *in natura*, é possível afirmar que a opção de substituir totalmente o óleo de soja pelo óleo de fritura promove mudança no perfil lipídico da carne, uma vez que a estabilidade lipídica foi influenciada negativamente. Isso pode ter ocorrido em função da diferença entre o perfil de ácido graxos do óleo de soja e do óleo de fritura, obtido da cocção de alimento em óleo de palma. De acordo com Lindblom et al. (2019) o óleo de palma submetido ao processo térmico (90°C), apresenta uma relação de ácidos graxos insaturados por ácidos graxos saturados de 0,81 com o total de 50 duplas ligações na cadeia de ácidos graxos e a presença de 1.327,2 mg/kg de aldeídos, enquanto que a relação no óleo de soja fresco é de 5,32, 126 duplas ligações e 14,4

mg/kg de aldeídos, o que caracteriza a diferença entre perfil lipídico e grau de oxidação das duas fontes testadas.

Por sua vez, o enriquecimento da dieta com antioxidantes também pode influenciar a estabilidade oxidativa da carne. Abdel-Moneim et al. (2020) comentam que as fontes de antioxidantes podem reduzir as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico na carne de codorna, o que corrobora com os resultados obtidos nessa pesquisa, onde a estratégia de uso dos antioxidantes A ou B na ração inibiu o processo oxidativo na carne, expresso pelo menor valor de TBARS, o que não ocorreu na carne das aves alimentadas sem antioxidante que apresentaram maior quantidade de malonaldeído.

O desmembramento da interação entre os fatores (Tabela 6), observado na estabilidade oxidativa do fígado, mostrou que aumento da substituição de 50 para 100% do óleo de soja pelo de fritura aumentou significativamente o valor de TBARS apenas dos tratamentos em que não houve a inclusão dos aditivos antioxidantes, e que os antioxidantes A e B foram igualmente eficientes na manutenção do status oxidativo nos dois níveis testados de substituição das fontes de gordura.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre os fatores nível de substituição de óleo de soja por óleo de fritura e dos aditivos antioxidantes sobre o status oxidativo do fígado *in natura*.

Substituição do óleo de soja (%)	Sem antioxidante	Antiox. A	Antiox. B	p-valor
50	1,43Ba	1,27Ab	1,29Ab	<,0001
100	1,61Aa	1,30Ab	1,30Ab	<,0002
p-valor	0,0073	0,4169	0,6310	

^{ab} Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Uma das funções do fígado é a desintoxicação do organismo de substâncias pró-oxidantes, que podem ser geradas pelo metabolismo das aves ou absorvidas pelo organismo mediante a ingestão de produtos da peroxidação lipídica que resulta no acúmulo de aldeídos no lúmen gástrico que são então absorvidos pelo intestino delgado onde são concentrados e metabolizados no fígado (Kanazawa e Ashida, 1998). Dessa forma, considerando que a mensuração do valor de TBARS no fígado funciona como um marcador de estresse oxidativo, é possível inferir que a utilização nas rações do óleo de fritura, que é uma gordura oxidada, implica na ingestão de ácidos graxos livres, peróxidos e radicais livres, e consequente

absorção e metabolização destes compostos no fígado, cujo efeito encontra-se bem caracterizado neste estudo. Resultados similares têm sido reportados em estudos com óleo de soja fresco e oxidado (Anjum et al., 2004; Lindblom et al. (2019).

Nesse contexto, considerando que o estresse oxidativo é o desequilíbrio entre a geração de espécies reativas ao oxigênio e as atividades de defesa antioxidantes (Aruoma, 1998), é possível inferir que a adição dos antioxidantes A e B na ração funcionaram no fortalecimento do sistema de defesa das aves, pois em ambas a situação o valor de TBARS foi menor em relação aos tratamentos que não foi utilizado nenhum os antioxidante.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a substituição do óleo de soja por óleo de fritura pode ser realizada no nível de 50% sem prejuízos aos parâmetros de desempenho, carcaça e cortes, bem como estabilidade oxidativa do fígado e da carne, sendo viável a substituição total apenas quando associado ao uso de aditivos antioxidantes na ração.

REFERÊNCIAS

Abdel-Moneim AM.E., Sabic E.M., Abu-Taleb A.M., Ibrahim N.S. (2020). Growth performance, hemato-biochemical indices, thyroid activity, antioxidant status, and immune response of growing Japanese quail fed diet with full-fat canola seeds. **Tropical Animal and Health Production**, 52: 1853–1862.

ABREU, V. K. G. **Efeito antioxidante do ácido anacárdico na estabilidade da gema do ovo in natura e desidratada e da carne e mortadela de frango.** 87f. 2013. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará. Centro de ciências agrárias, Departamento de tecnologia de alimentos, Programa de pós-graduação. Fortaleza, Ceará.

ABRAPALMA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. **DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DA PALMA DE ÓLEO.** 1ª edição. 2018. Disponível em: <http://www.abrapalma.org/pt/wp-content/uploads/2014/12/DIAGNOSTICO_PALMA.pdf> Acesso em 05 nov 2022.

Agbor-Egbe, T. e Rickard, JE (1990), Avaliação da composição química de aroids comestíveis frescos e armazenados. *J. Sci. Food Agric.*, 53: 487-495.

AKOH, C.C.; MIN, D.B. **Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology.** 2 ed. New York: Marcel Dekker, 2002; 1040p.

Ali SAF, Ismail AA, Abdel-Hafez SA, El-Genaidy HMA. 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* 2020; 12(1):23-37.

ALMEIDA, M. I. M. et al. Growth performance of meat male quails (*Coturnix* sp.) of two lines under two nutritional environments. **Archives of veterinary science**, v. 7, n. 2, 2002.

ALMEIDA, T. J. O. et al. **Evolução da produção de codornas para abate e postura no Brasil.** In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 2013

ALVES, S. A. O.; LEMOS, O. F.; SANTOS, F. B. G.; SILVA, A. L. In vitro embryo recuse of interspecific hybrids of oil palm (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*). **Journal of Biotechnology na Biodiversity**, Palmas, v. 2. P. 1-7, 2011.

AMORIM, A. L. *et al.* Subprodutos utilizados na alimentação de frangos de corte. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v. 9, n. 5, p. 195-210, 2015.

ANDREU-SEVILLA, A.; HARTMANN, A.; SAYAS, E.; BURLÓ-CARBONELL, F.; DELGADO-ESTRELLA, P.; VALVERDE, J. M.; CARBONELL-BARRACHINA, Á. A. Mathematical quantification of total carotenoids in Sioma oil using color coordinates and multiple linear regression during deep-frying simulations. *European Food Research and Technology*, v. 226, p. 1283-1291, 2008.

ANDRIGUETTO, José M.; PERLY, Luimar; MINARDI, Ítalo; et al. *Nutrição animal : As bases e os fundamentos da nutrição animal - Os alimentos*. São Paulo: Nobel, 1999.

Anjum MI, Mirza IH, Khan AG, Azim A. Effect of fresh versus oxidized soybean oil on growth performance, organs weights and meat quality of broiler chicks. *Pakistan Veterinary Journal* 2004; 24(4):173-178.

Aruoma, O.I. (1998), Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *J Amer Oil Chem Soc*, 75: 199-212.

BAIÃO, N.C; LARA, L.J.C. **Oil and fat in broiler nutrition**. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.7, n.3, p.129-141, 2005.

BARRETO, Sergio Luiz de Toledo et al. Exigência nutricional de lisina para codornas européias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 750-753, 2006.

BARROS JUNIOR, R.F. de; LANA, G.R.Q.; LANA, S.R.V.; LEÃO, A.P.A.; AYRES, I.C. de B.; SANTOS, D.S.; LIMA, L.A. dos A.; SILVA, W.A. da. **RESÍDUO DA POLPA DO MARACUJÁ COMO ALIMENTO ALTERNATIVO PARA CODORNAS EUROPEIAS FÊMEAS**. *Ciência Agrícola*, Rio Largo, v. 16, número suplementar, p. 9-12, 2018.

BERTECHINI, A. G. **Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3., 2010, Lavras. Anais [...]. Lavras: MG, 2010. p. 1-6.

BRANDÃO, T.M. **Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de frango: desempenho e características de carcaça**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário estatístico de agroenergia 2020**. Brasília: Secretaria de Produção e Agroenergia, 2020. 264 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2021/anuario-2021.pdf>> Acesso em 05 nov 2022

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.

BOU, R.; CODONY, R.; BAUCCELLS, M.D.; GUARDIOLA, F. Effect of Heated Sunflower Oil and Dietary Supplements on the Composition, Oxidative Stability, and Sensory Quality of Dark Chicken Meat. *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53, 7792–7801.

CAVALCANTE, L.E. et al., Determinação da Relação Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o Desempenho de Codornas Japonesas na Fase de Produção. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v.12, n.2, p.166-168, 2010.

CARVALHO, Alânia Vilar de et al. Codornas Europeias (*Coturnix coturnix*) alimentadas com diferentes níveis do farelo do caroço de cajarana (*Spondia sp*) na dieta sobre o desempenho produtivo e econômico em Patos-PB. 2011.

Cherian, G., F. W. Wolfe and J. S. Sim, 1996. Dietary oils with added tocopherols: Effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. *Poult. Sci.*, 75: 423-431.

CHIA, GILSON SANCHEZ; R.L. VIEIRA; R.N.V. CUNHA; R.N.C ROCHA. **germinação in vitro de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n.5., 2009.

Choe, E., Min, D.B. Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. Journal of Food Science. 72, 77-86, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x>

COELHO, F. L. L.; SANTOS, I. O.; PAIXÃO, D. C.; LHAMAS, D. E. L.; RODRIGUES, SUFFREDINI, G. D. F. P. MEDEIROS, A. C. G. 2020. **Produção de biodiesel de óleo de fritura residual em um módulo didático de biodiesel**. Brazil Journal of Developed, Vol. 06, no 5, p. 28844-28851

COELHO, S. T. C; SILVA. O. C. DA.; VELÁZQUEZ S. M. S. G.; MONTEIRO. M. B. C. A.; SILOTTO, C. E. G. **Implantação e testes de utilização de óleo vegetal como combustível para diesel geradores em comunidades isoladas da Amazônia**. Anais. Ene. Energ. Meio Rural 2004.

CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO). Codex Standard for named vegetable oils. CODEX STAN 210, 2011. Roma, 2011

Coneglian, S.M. **Utilização de antioxidantes nas rações**. PUBVET, V.2, N.20, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=228>> Acesso em: 22 abr 2022.

CORDEIRO, C.N. **Determinação da composição química e valores de energia metabolizável da torta de girassol e seu uso na alimentação de codornas de corte**. 2018. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2018.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. CORRÊA, A.B. et al. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.797-804, 2007.

Crespo, N. Esteve-Garcia, E.. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poult Sci** . 2001 Jan;80(1):71-8. doi: 10.1093/ps/80.1.71.

DA CUNHA, Rogério GT et al. Quail meat-an undiscovered alternative. **World Poultry**, v. 25, n. 2, p. 12-14, 2009.

DENDÊ. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/content/dend%C3%AA>. Acesso em: 06 nov 2022.

DORRA, T.M.; HAMADY, G.A.A.; ABDEL-MONEIM, M.A. 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*. Vol. 2(3), 11-15, 2014.

DROUVOT, C. M.; DROUVOT, H. **O Programa de Produção Sustentável do Dendê na Amazônia: a mobilização dos grupos de interesse no reflorestamento das áreas degradadas**. In: 6º Congresso do Instituto Franco-Brasileiro de Administração de Empresas - Inovação, Cooperação internacional e Desenvolvimento Regional. IFBAE, Franca 2011.

DUARTE, F.D.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; TEIXEIRA, J.L.; Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.62, n.2, p.439-444, 2010.

FARAG, R.S. et al. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *Journal of Food Protection*, v.52, n.9, p.665-667, 1989.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and livestock products. 2019. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>> Acesso em 07 nov 2022

FERREIRA, A.F. **Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte**. 2004.p. 36. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

FREITAS, F. C.; BARATA, A. R.; & NETO, S. M. L. 2010. **Utilização do Óleo de Cozinha Usado como Fonte Alternativa na Produção de Energia Renovável, Buscando Reduzir os Impactos Ambientais**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção Maturidade e

desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro.

FILGUEIRA, T.M.B. **Uso de subprodutos do arroz na alimentação de codornas do tipo corte**. 70p. 2012. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal do Ceará, 2012.

GABRIEL, K. C. P. **Produção De Biodiesel A Partir De Óleo De Palma**. 2015. Dissertação (Mestrado em Química), Técnico Lisboa, Março de 2015.

Garrett RL, Young RJ. Effect of micelle formation on the absorption of neutral and fatty acids by the chicken. **Journal of Nutrition** 1975;105(7):827-838.

Grau A, Guardiola F, Grimpa S, Barroeta AC, Codony R. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: influence of dietary fat and μ -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Poultry Science* 2001a; 80:1630-1642.

Grau A, Codony R, Grimpa S, Baucells MD, Guardiola F. Cholesterol oxidation in frozen dark meat: Influence of dietary fat source, and μ -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Meat Science* 2001b; 57:197-208.

GUNSTONE, F.D. Vegetable Oils. In: SHAHIDI, F. *Bailey's Industrial Oil & Fat Products: Edible Oil & Fat Products Chemistry, Properties & Health Effects*. 6. ed. New Jersey: Wiley Interscience. v.1. Cap. 6, p. 213-267, 2005.

Hui, C.H. (1996) One-Touch Double Barrier Binary Option Values. *Applied Financial Economics*, 6, 343-346.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2017, 2017. Número de estabelecimentos agropecuários com codornas. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6933>. Acesso em: 26 abr. 2022

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agropecuária no Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/> Acesso em: 26 abr. 2022

IBGE. Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2020.

JAYALAKSHMI, C. P.; SHARMA, J. D. Effect of butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT) on rat erythrocytes. **Environmental research**, v. 41, n. 1, p. 235-238, 1986.

KAHL, R.; KAPPUS, H. Toxicology of the synthetic antioxidants BHA and BHT in comparison with the natural antioxidant vitamin E. **Zeitschrift für Lebensmittel-untersuchung und-forschung**, v. 196, n. 4, p. 329-338, 1993.

KANG, K. R.; CHERIAN, G.; SIM, J. S. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. *Poultry Science*, [s.l], v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.

KOK, S. et al. Comparison of nutrient composition in kernel of enera and clonal materials of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Food Chemistry**, v. 129, p. 1343-1347, 2011.

LARA, L.J.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. *et al.* Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.57, p.792-798, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Ontario: University Books, 2001. 413p.

LIMA, L. R. de. **Perda de calor e desempenho de codornas criadas em diferentes densidades e submetidas a dietas com diferentes níveis de óleo de soja**. 89f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2019.

Lindblom S.C.; Gabler, N.K.; Bobeck, E.A.; Kerr, B.J. **Oil source and peroxidation status interactively affect growth performance and oxidative status in broilers from 4 to 25 d of age**. *Poultry Science*, 98, 4: 1749-1761. 2019.

LIN, S. W. Palm oil. In: GUNSTONE, F. D. **Vegetable oils in food technology: composition, properties and use** (pp. 59-93). Iowa: Blackwell Publishing. 2011.

LOPEZ-BOTE, C.J. et al. **Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat.** British Poultry Science, v.39, n.2, p.235-140, 1998.

MARQUES, Rafael. **Coturnicultura – Uma visão geral.** Agroceres multimix. 2019. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/coturnicultura-uma-visao-gerao/> Acesso em: 03 abr. 2022.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W.; SINGSEN, E.P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.** Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7)

MATTSSON, J.; et al., **Impacts and managerial implications for sewer systems due to recente changes to inputs in domestic waste water - A review.** Journal of Environmental Management, 2015, 61, 188.

MATOS, E. H. S. F. **Dossiê técnico: criação de codornas.** Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – Brasília: CDT/UnB, 2007.

MENDONÇA K.R. BASTOS, H. P. A.; MOREIRA, A. L. NASCIMENTO, M. P. do; OLIVEIRA, K.S. de; SANTOS, M. R. dos. Desempenho de frangos de corte caipira alimentados com óleo de soja degomado no período de 1 a 13 dias de idade. **Revista Brasileira de Nutrição Animal** (v.15, n.2) p. 1 - 9 jul - dez (2021)

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006.

Monteiro, Paulo & Macedo, Willian. (2017). Enzimas e sua importância para a indústria de alimentos.

MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. **Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna.** Universidade estadual paulista, Jaboticabal-SP, p.97-103, 2009.

MURAKAMI, A.; GARCIA, E. d. M. J. C. D. A. E. A. P. P. **Pontos críticos na criação de codornas**. 4, p. 41-53, 2007.

NAGGAR, M.M.; et al., **Production of Biodiesel from Locally Available Spent Vegetable Oils**. Journal of Renewable Energy and Sustainable Development, 2017, 3, 2, 189.

NASCIMENTO, J.G. do; ZICA, A.R.; PRADO, A.W.S.; PASSOS, P.I.B. **Criação de codornas para corte**. 2021.Coleção Emater-DF; n.19. 53p. Disponível em: <file:///C:/Users/SAMSUNG/Downloads/Criacao De Codornas Para Corte_versao_final.pdf> Acesso em 03 abr. 2022.

NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM. “The NTP studies database”, (01/07/00), <http://ntpserver.niehs.nih.gov>,

NOBAKHT, Ali et al. Effects of different sources and levels of vegetable oils on performance, carcass traits and accumulation of vitamin E in breast meat of broilers. **Curr. Res. J. Biol. Sci**, v. 3, n. 6, p. 601-605, 2011.

AOAC International, 2005. Official Methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, United States.

OLIVEIRA, H. F.; SANTOS, J. S.; CUNHA, F. S. A. Utilização de alimentos alternativos na alimentação de codornas. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 11, n. 5, p. 3683 – 3690, 2014.

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. **CienciaUAT**, Ciudad Victoria , v. 10, n. 2, p. 44-51, jun. 2016 .

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P.; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. *Rev. Elet. Nutrit.*, v.9, p.2041-2049, 2012.

PASQUETTI, T. **Avaliação nutricional da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte**. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, PR.

Pinto M.F., Lima V.M.F., Ribeiro S.C., Bossolani I.L.C., Ponsano E.H.G. Garcia- -Neto M. 2014. **Fontes de óleo na dieta e sua influência no desempenho e na imunidade de frangos de corte.** Pesquisa Veterinária Brasileira 34 (5):409-414. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista.

PINTO, R. FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C. VARGAS JÚNIOR, J.G. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **R. Bras. Zootec.**, vol.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

PRADO, Adna et al. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. **Piracicaba-SP: Universidade de São Paulo**, 2009.

POKORNY, J./ YANISHLIEVA, N./ GORDON, M. (edit). Antioxidants in Food: practical applications. Boca Raton: CRC Press, 2001. 380p.

Racanicci, Aline & Menten, José & D'Arce, Marisa & Pino, Lílian. (2008). **Efeito do uso de óleo de vísceras de aves oxidado na ração de frangos de corte sobre o desempenho, a composição da carcaça e a estabilidade oxidativa da carne da sobrecoxa.** Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science - REV BRAS ZOOTECHN.

Ramalho, Valéria Cristina; Jorge, Neuza. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos.** Química Nova. Sociedade Brasileira de Química, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/21917>>. Acesso em 07 nov 2022

REIS, J. S. **Características da carcaça de uma linhagem de codornas de corte.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, **UFPel**, 2011.

RIVAL, A. **Oil Palm.** In: PUA, E. C.; DAVEY, R. Biotechnology in agriculture and forestry 61: transgenic crops IV. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2007, p. 59-80.

ROLL, A.A.P., FORGIARINI, J.; BAVARESCO, C; ROLL, V.F.B.; DIONELLO, N.J.L., RUTZ, F. Desempenho e metabolizabilidade de dietas em codornas alimentadas com níveis crescentes de óleo ácido de soja. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.70, n.4, p.1282-1292, 2018.

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). Composicao de alimentos e exigencias nutricionais. Tabelas Brasileiras para Aves e Suinos, 4. ed., Vicosa: UFV, p 252.

Sakomura, N. K.; Rostagno, Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. Funep, 2ª Edição. 262 P. 2016

SEPTEVANI, A. A. et al. **A systematic study substituting polyether polyol with palm kernel oil H.S. based polyester polyol in rigid polyurethane foam. Industrial Crops and Products**, v. 66, p.16–26, 2015.

Sklan D. Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides or free fatty acids: synthesis of monoglycerides in the intestine. **Poultry Science** 1979;58(4):885-889.

SILVA, J. C. T. Utilização do farelo de castanha do brasil em rações para frangos de corte de linhagem caipira. 2016. 66f. Dissertação (Mestrado em Sanidade e produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental), Rio Branco, 2016.

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

URBANO, T. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termonetras e quentes**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal - São Paulo, 2006.

VALOIS, A.C.C. **Comunicado técnico da cultura do dendê na Amazônia**, 1997. 7p.

VAN CLEEF, F. de O. S.; et al. Feeding behavior, nutrient digestibility, feedlot performance, carcass traits, and meat characteristics of crossbred lambs fed high levels of yellow grease or soybean oil. *Small Ruminant Research*. Amsterdam: Elsevier Science Bv, v. 137, p. 151-156, 2016.

VÁZQUEZ-AÑÓN, M.; JENKINS, T. Effects of feeding oxidized fat with or without dietary antioxidants on nutrient digestibility, microbial nitrogen, and fatty acid metabolism. **J. Dairy Sci.**, v.90, p.4361-4367, 2007.

VAZQUEZ-ANON, M.; NOCEK, J.; BOWMAN, G. et al. **Effects of feeding a dietary antioxidant in diets with oxidized fat on lactation performance and antioxidant status of the cow.** J. Dairy Sci., v.91, p.3165-3172, 2008.

VELOSO, Y. M. da S.; FREITAS, L.F. e L.; AMARAL FILHO, J.H.B.; SANTOS, I.T. dos; LEITE, M.S.; ARAUJO, P.J.L. **Rotas para a reutilização de óleos residuais de fritura.** Cadernos de Graduação. Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe. v. 1. n.15.p.11-18. out. 2012.

VERGARA, P.; WALLY, A. P.; PESTANA, V. R.; BASTOS, C.; ZAMBIAZI, R. C. **Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata.** B.CEPPA, Curitiba, v.24, n.1, p. 207-220, 2006.

VIEIRA, L.M.; SOUSA, M.S.B.; **FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE IN VITRO DE POLPAS DE FRUTOS TROPICAIS.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011

VIEIRA, Silva Silva. **Desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas (Coturnix coturnix japônica) alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de óleo de palma.** Orientador: Luiz Fernando de Souza Rodrigues. 2014. 57 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal da Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

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. **Braz. J. Poult. Sci.** 22 (04). 2020.

Wiseman J, Salvador F. The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed to broilers. **Poultry Science** 1991;70(3), 573-582.

Wu H, Gong LM, Guo L, Zhang L, Li JT. Effects of the free fatty acid content in yellow grease on performance, carcass characteristics, and serum lipids in broilers. **Poultry Science** 2011;90(9):1992-1998.

Yaseen et al., 2021. **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* 2021, 11(12), 1528.