



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

RAFAEL DANTAS COELHO

FONTES E NÍVEIS DE ÓLEO EM RAÇÕES PARA CODORNAS DE CORTE

FORTALEZA

2019

RAFAEL DANTAS COELHO

FONTES E NÍVEIS DE ÓLEO EM RAÇÕES PARA CODORNAS DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno

FORTALEZA

2019

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)

C619f Coelho, Rafael Dantas.

Fontes e níveis de óleo em rações para codornas de corte / Rafael Dantas Coelho. – 2019.
40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

1. Coturnix coturnix coturnix. 2. Fontes lipídicas. 3. Subprodutos. I. Título.

CDD 636.08

RAFAEL DANTAS COELHO

FONTES E NÍVEIS DE ÓLEO EM RAÇÕES PARA CODORNAS DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: __/__/_____.

BANCA EXAMINADORA

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

Dr. Thalles Ribeiro Gomes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Msc. Edibergue Oliveira dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus e à doce e eterna Maria das Graças
Dantas (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade a mim concedida de obter um ensino superior de qualidade.

Ao Prof. Dr. Ednardo Freitas, por ter aceitado me orientar nesse trabalho, pela paciência e pelos ensinamentos.

Ao Dr. Rafael Nepomuceno, por toda a orientação, suporte e ensinamentos.

Aos membros da banca, Dr. Thalles Ribeiro e Msc. Edibergue Oliveira, pelas considerações a respeito desse trabalho para aprimorá-lo.

Aos meus pais, Maria do Ó Dantas e Luciano Coelho, por todo o amor, atenção, e apoio que sempre me deram em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Rafaela Diniz, Priscilla Mesquita, e Daniel Lima. Eu não conseguiria imaginar a minha vida sem vocês.

A todos os meus familiares, em especial Luísa, Ana Clara e Raquel Dantas, por todo o amor e carinho.

À Vitória Daisy, Luciana Rogério e Késsya Lima, por todos os momentos de comilança, vergonha alheia (principalmente), risadas e pelo companheirismo e fidelidade de sempre ao longo de todos esses anos.

Aos colegas de graduação, pela companhia e pela ajuda nos momentos bons e ruins que ocorreram ao longo desses anos, em especial Bruno Gomes, Matteus Almeida, Sacha Silva, Elton Farias, Thomas Ribeiro e Daniel Franco, muito obrigado!

Ao Prof. Dr. Germano do Nascimento, pela orientação, apoio e ensinamentos durante meu período como bolsista de iniciação científica.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, pelo valioso conhecimento transmitido de forma profissional e eficiente.

À Dona Rose, pelas conversas, lanches e risadas durante minha permanência no Laboratório de Nutrição Animal, a senhora é incrível!

Aos colegas do NEPEAVI, pela parceria, pelos momentos de aprendizado e de descontração, e pela ajuda na condução do experimento.

Ao servidor da coordenação José Clécio, por ser sempre extremamente solícito e prestativo nos momentos em que nós, da graduação, mais precisamos. Salvou minha vida várias vezes, muito obrigado!

A todos que contribuíram de alguma forma com meu crescimento profissional e pessoal, meu MUITO obrigado!

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão do óleo de soja e de girassol em rações para codornas de corte sobre o desempenho produtivo, as características de carcaça, a oxidação lipídica da carne e a viabilidade econômica. Um experimento foi realizado com codornas no período de 7 a 42 dias de idade. Foram selecionadas 360 codornas e distribuídas em DIC, com 5 tratamentos e 6 repetições com 12 aves. Os tratamentos consistiram em uma ração controle e as demais com inclusão de 2 ou de 4% de óleo de soja ou de girassol na ração. Não houve interação significativa entre os óleos e os níveis de inclusão em todos os parâmetros avaliados. Verificou-se diferença significativa sobre a conversão alimentar e sobre a porcentagem de gordura entre a ração controle e as rações que continham óleo. As quantidades de óleo utilizadas não foram suficientes para diferir significamente a estabilidade lipídica com 1 dia de armazenamento. Os níveis e as fontes lipídicas diferiram entre si sobre a oxidação lipídica aos 60 dias de armazenamento, no qual o nível de 2% e o óleo de girassol apresentaram menores valores. Além disso, a inclusão de 4% de óleo de soja diferiu significativamente do tratamento controle sobre a oxidação lipídica aos 60 dias de armazenamento. As rações com óleo apresentaram melhores valores de custo por kg ganho, de IEE e de IC, independente do óleo e do nível de inclusão. A inclusão de óleo na ração, independente de fonte e nível, melhora a conversão alimentar e não influencia sobre o desempenho e as características de carcaça, porém, o uso do óleo de soja ou a inclusão de 4% de qualquer óleo prejudica a oxidação lipídica aos 60 dias de armazenamento.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix coturnix*. Fontes lipídicas. Subprodutos.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the inclusion of soybean and sunflower oil in diets for quails on productive performance, carcass characteristics, lipid oxidation of meat and economic viability. An experiment was performed with quails from 7 to 42 days old. 360 quails were selected and distributed in CDR, with 5 treatments and 6 repetitions of 12 birds. The treatments consisted of the inclusion of 2 or 4% soybean or sunflower oil and a control treatment without oil inclusion. There was no significant interaction between oils and inclusion levels in all parameters evaluated. Significant differences were found in feed conversion and fat percentage between control and oil-containing diets. The amounts of oil used were not sufficient to significantly differ on lipid stability at 1 and 60 days of storage, except for soybean oil under 4% of inclusion, which presented higher concentration of malonaldehyde. Lipid levels and sources differed on lipid oxidation at 60 days of storage, in which the 2% level and sunflower oil showed lower values. The diets with oil presented better cost per kg gained, EEI and CI, regardless of oil and inclusion level. The inclusion of oil in the feed, regardless of source and level, improves feed conversion and does not influence performance and carcass characteristics, however, the use of soybean oil or the inclusion of 4% of any oil impairs lipid oxidation at 60 days of storage.

Keywords: *Coturnix coturnix coturnix*. Lipid sources. Byproducts.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição de ácidos graxos de óleo de vísceras de aves, de sebo bovino, de banha suína e de óleo de peixe	16
Tabela 2- Composição de ácidos graxos de óleo de canola, de coco, de milho, de soja e de girassol	17
Tabela 3- Energia metabolizável (kcal/kg) de diferentes fontes lipídicas para aves	17
Tabela 4- Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais para codornas de corte	26
Tabela 5- Desempenho de codornas de corte suplementadas com diferentes níveis de óleos vegetais no período de 7 a 42 dias de idade	29
Tabela 6- Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis de 2 e de 4% de óleo de soja e de girassol no período de 7 a 42 dias de idade	31
Tabela 7- Oxidação lipídica (valor de TBARS expresso em µg de MDA/g de carne) da carne de codornas, resfriada, um dia após o abate, e após 60 dias armazenada sob congelamento	33
Tabela 8- Avaliação econômica da inclusão de óleo de soja e de girassol para codornas de corte	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
AGI	Ácido graxo insaturado
AGS	Ácido graxo saturado
ANOVA	Análise de variância
BHT	Hidroxitolueno butilado
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CE	Ceará
Cu	Cobre
DZ	Departamento de Zootecnia
Fe	Ferro
g	Gramas
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
m	Metro
MDA	Malonaldeído
mEq	Miliequivalente
mg	Miligrama
ml	Mililitro
mm	Milímetro
MUFA	Ácido graxo monosaturado
Nº	Número
nm	Nanômetro
ppm	Partes por milhão
PUFA	Ácido graxo poli-insaturado
rpm	Rotação por minute
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TBARS	Substâncias reagentes ao ácido tiobarbitúrico
UFC	Universidade Federal do Ceará
USDA	United States Department of Agriculture

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau centigrade
+	Mais
α	Alfa
<	Menor que
>	Maior que
μ	Micro
OH-	Hidróxido
ROOH	Hidroperóxido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Fontes lipídicas na nutrição de aves.....	15
<i>2.1.1 Óleo de soja.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.2 Óleo de girassol.....</i>	<i>20</i>
2.2 Oxidação lipídica da carne.....	21
<i>2.2.1 Influência das fonte lipídicas sobre a oxidação da carne</i>	<i>23</i>
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Dentre os fatores relacionados à produção animal, a nutrição se destaca, pois o manejo nutricional e alimentar tem impacto direto no desempenho das aves, podendo afetar diversos aspectos na qualidade das carcaças e da carne, além de ser o principal custo do sistema de produção de aves, equivalente a 70 % dos custos totais de produção (FREITAS et al, 2006).

A partir disso, o uso de óleos e gorduras na alimentação de aves gera algumas vantagens nutricionais, como: diminuição da taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal, aumento de consumo, melhora na conversão alimentar, efeitos estes denominados extra-calóricos, redução no incremento calórico, efeito denominado como extra-metabólico (SAKOMURA et al, 2004). Além disso, a inclusão de óleos e gorduras ocasiona em efeitos positivos sobre as rações em si, elevando a densidade energética, melhorando a palatabilidade da ração e diminuindo a pulverulência (BAIÃO E LARA, 2005).

Na literatura, encontram-se vários relatos sobre melhorias sobre os parâmetros de desempenho de aves ao consumir rações contendo fontes lipídicas com altos teores de ácidos graxos mono ou poli-insaturados (GAIOTTO et al, 2000; LÓPEZ-FERRER, 2001; FERREIRA, 2004; GAIOTTO, 2004; RACANICCI, 2008), nutrientes estes que são mais bem absorvidos pelo organismo por conta da grande afinidade das proteínas de membrana dos enterócitos presentes no trato intestinal com essas substâncias (HAJRI; ADUMRAD, 2002). Os ácidos graxos saturados, encontrados principalmente em produtos de origem animal, acarretam em menor efeito sobre o valor de energia metabolizável e sobre sua digestibilidade (GAIOTTO et al., 2000).

Fontes lipídicas como os óleos vegetais, possuem altos valores de ácidos graxos insaturados e de energia metabolizável, sendo estes alguns dos principais motivos pelos quais esses ingredientes são utilizados na nutrição de aves (JUNQUEIRA et al., 2005), principalmente óleos como o de soja. No Brasil, esse grão é produzido em larga escala (USDA, 2019), podendo ser aproveitados alguns de seus subprodutos, como o óleo, oriundos do processamento do grão, na alimentação avícola (FARIA, 2019).

Entretanto, os ácidos graxos insaturados são altamente susceptíveis à oxidação, causada pela reação do oxigênio com as duplas ligações das cadeias dos ácidos graxos, gerando substâncias que comprometem as características sensoriais do produto final e, além disso, podem apresentar comportamento nocivo no organismo após a ingestão do alimento deteriorado (FARMANI; SAFARI; HAMED, 2009).

Uma alternativa para a amenização desse problema é o uso do óleo de girassol na nutrição das aves, pois, além de possuir em torno de 89,4% de ácidos graxos insaturados em sua composição, possui altos teores de α -tocoferol e de compostos fenólicos, substâncias detentoras de ação antioxidante (TURATTI, 2000; OLIVEIRA; VIEIRA, 2004; ZHAO; DENG; LIU, 2019).

A partir dessa premissa, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de duas fontes de óleo (soja e girassol) sob dois níveis de inclusão (2 e 4%) em rações para codornas de corte sobre desempenho produtivo, as características de carcaça, a oxidação lipídica da carne e a viabilidade econômica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fontes lipídicas na nutrição de aves

Os lipídios são definidos como substâncias apolares solúveis em solventes orgânicos não polares, como o álcool, o querosene e a benzina, e insolúveis em água (hidrofóbicos), uma vez que esta também possui cadeias apolares, sendo os exemplares mais conhecidos os ácidos graxos e seus derivados: esteróis, ceras e carotenoides. Esse nutriente pode ser classificado em três grupos, de acordo com sua composição química: os lipídios simples, compostos por ésteres de ácidos graxos com o álcool; os lipídios compostos, também formados por ésteres de ácidos graxos, porém, contendo substâncias além do álcool e dos ácidos graxos; e os lipídios derivados, sendo estas substâncias oriundas das classes lipídicas citadas por meio da hidrólise (BAIÃO E LARA, 2005; BERTECHINI, 2012).

As fontes de lipídeos podem ser separadas em dois grupos, os óleos e as gorduras, estes constituídos principalmente por triglicerídeos. Esses agrupamentos diferenciam-se em sua forma física em temperatura ambiente de acordo com sua composição; os óleos possuem altos teores de ácidos graxos insaturados (AGI), ou seja, moléculas constituídas de cadeias com uma ou mais ligações duplas, característica que influencia na pouca aderência entre as cadeias de AGI, conferindo um aspecto líquido aos óleos. Já as gorduras são compostas, principalmente, por ácidos graxos saturados (AGS), moléculas de cadeia média e longa que não possuem ligações duplas, ocasionando na consistência sólida das gorduras (RAMALHO E SUAREZ, 2013). Além disso, o número de moléculas de carbono também influencia na forma física dos lipídios. Quanto menor o número, ou seja, quanto menor for as cadeias que compõem esse nutriente, maior a tendência a este ter aspecto oleoso, por mais que as cadeias sejam saturadas, características que se apresentam, por exemplo, no óleo de coco (PUPA, 2004).

A adição de lipídios na alimentação animal demonstra diversos benefícios além do suprimento energético nas rações, como a melhor absorção de vitaminas lipossolúveis, diminui a pulverulência, aumenta a palatabilidade, diminui a taxa de passagem da digesta no trato gastrintestinal, ocasionando em uma melhor absorção dos nutrientes presentes na dieta, atos denominados como “efeitos extra-calóricos”, aumenta a eficiência da energia consumida, relacionada ao aumento da energia líquida da ração por conta da redução do incremento calórico, consequência esta denominada “efeito extra-metabólico” (SAKOMURA et al., 2004) e possuem o valor calórico 2,25 vezes maior do que o de outros alimentos, acarretando na

economia de ração em virtude da melhoria na conversão alimentar e maior velocidade de crescimento com abate precoce dos animais. (PUPA, 2004; BAIÃO E LARA, 2005). Ademais, quando adequadamente preparados e estabilizados, os lipídios contribuem para o suprimento de ácidos graxos, os quais são indispensáveis aos processos biológicos, como a formação de novas células e a reprodução (PUPA, 2004).

As principais gorduras de origem animal utilizadas na nutrição avícola são o óleo de vísceras de aves, o sebo bovino, a banha suína e o óleo de peixe (BAIÃO E LARA, 2004). Suas composições lipídicas (Tabela 1) variam de acordo com a qualidade da matéria prima e com a nutrição e com o manejo adotado aos animais que deram origem a esses ingredientes.

Tabela 1- Composição de ácidos graxos de óleo de vísceras de aves, de sebo bovino, de banha suína e de óleo de peixe.

	Ácidos graxos totais (%) – N° de carbonos										Total	
	<10	12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	>20	Saturado	Insaturado
Óleo de vísceras	0,0	0,1	0,9	21,6	5,7	6,0	37,3	19,5	1,0	1,2	31,2	68,5
Sebo	0,0	0,9	2,7	24,9	4,2	18,9	36,0	3,1	0,6	0,3	52,1	47,9
Banha	0,1	0,2	1,3	23,8	2,7	13,5	41,2	10,2	1,0	1,0	41,1	58,9
Óleo de peixe	-	-	8,0	15,1	10,5	3,8	14,5	2,1	1,5	29,5	33,3	66,7

Fonte: PUPA (2004).

Ao se considerar esses tipos de gordura na alimentação das aves, deve-se atentar ao atendimento das exigências energéticas dos animais e à qualidade de processamento desses alimentos, uma vez que a presença de impurezas pode comprometer a qualidade, a composição e a durabilidade das rações (AMORIN et al., 2015).

Em relação aos óleos vegetais, estes se apresentam como ótimas opções de fontes lipídicas na nutrição de aves, pois possuem altos valores de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), como o ácido oléico (18:1) e o palmitoleico (16:1), e poli-insaturados (PUFA), como o ácido linoleico (18:2) e o linolênico (18:3) (Tabela 2), sendo o perfil lipídico do produto final, o ovo e o tecido adiposo presente na carcaça, grandemente influenciado pela composição lipídica das rações (OLIVEIRA, 2008). Os AGI possuem grande importância na nutrição humana, atuando na prevenção de problemas cardíacos, de cânceres e de infecções, na formação de hormônios importantes para o bom funcionamento do organismo, além de

possuir propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, e de fortalecer o sistema imunológico (SOUZA, 2018).

Tabela 2- Composição de ácidos graxos de óleo de canola, de coco, de milho, de soja e de girassol.

	Ácidos graxos totais (%) – N° de carbonos										Total	
	<10	12:0	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	>20	Saturado	Insaturado
Canola	0,0	0,0	0,0	4,0	0,2	1,8	56,1	20,3	9,3	3,6	7,4	92,6
Coco	14,1	44,6	16,8	8,2	0,0	2,8	5,8	1,8	0,0	-	91,9	8,1
Milho	0,0	0,0	0,0	10,9	0,0	1,8	24,2	59,0	0,7	-	13,3	86,7
Soja	0,0	0,0	0,1	10,3	0,2	3,8	22,8	51,0	6,8	0,2	15,1	84,9
Girassol	0,0	0,0	0,0	5,4	0,2	3,5	39,8	45,3	0,2	-	10,6	89,4

Fonte: PUPA (2004).

Da mesma forma com os lipídios de origem animal, deve-se atentar, no momento da formulação de rações, se esses ingredientes atendem às necessidades nutricionais das aves, além da qualidade da matéria prima, do processamento e do armazenamento.

Os valores de energia metabolizável de fontes lipídicas (Tabela 3) variam de acordo com seu perfil de ácidos graxos, quanto maior a concentração de cadeias insaturadas, maior o aproveitamento energético desses ingredientes (GAIOTTO, 2004).

Tabela 3- Energia metabolizável (kcal/kg) de deferentes fontes lipídicas para aves.

Fonte lipídica	Energia metabolizável
Óleo de vísceras	8681
Sebo bovino	7401
Banha suína	8080
Óleo de peixe	8715
Óleo de canola	8784
Óleo de coco	7924
Óleo de milho	8773
Óleo de soja	8790
Óleo de girassol	8500 (FEDNA, 2010)

Fonte: FEDNA (2010); ROSTAGNO et al. (2017).

De acordo com Gaiotto et al. (2000), o uso de gorduras com altos níveis de AGS pode ocasionar numa redução do desempenho devido à baixa formação de micelas no intestino delgado, reduzindo seu aproveitamento, sendo aconselhado o uso, quando a utilização desse tipo de alimento se mostrar vantajoso, associado com outras fontes lipídicas com maiores teores de AGI.

Ao avaliar o desempenho de frangos de corte durante o período entre 21 a 42 dias alimentados com rações contendo sebo bovino, óleo de soja e suas combinações (0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0), Ferreira (2004) verificou que não houve diferença significativa para as variáveis de peso médio, consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso.

Racanicci et al. (2008), ao testarem a inclusão de 4% de óleo de vísceras de aves em rações para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho dos animais, verificaram que não resultou em prejuízo ao desempenho zootécnico e nem ao rendimento de carcaça dos frangos, porém, provocou redução no rendimento do peito.

Ao estudarem a influência da suplementação de 0, 2 e 4% de óleo de canola juntamente com a inclusão de 8% de sebo bovino na ração sobre o consumo de ração de frangos de corte da linhagem Cobb, López-Ferrer et al. (2001) observaram que aqueles suplementados com óleos vegetais apresentaram maior consumo de ração.

Roll (2012) observou melhoria do peso inicial da progênie de codornas de duplo propósito suplementadas com selênio orgânico (0 e 0,3 ppm) associado à inclusão de óleo de canola (0, 50 e 100% de substituição ao óleo de soja), tendo esse alterado positivamente o perfil lipídico das gemas dos ovos produzidos pelas matrizes.

2.1.1 Óleo de soja

O óleo de soja é o segundo óleo vegetal mais produzido mundialmente, ficando atrás apenas do óleo de palma, o qual é produzido principalmente nos Estados Unidos, Brasil, Argentina e China, sendo o Brasil responsável por cerca de 14,75% da produção mundial do óleo, com a safra de 2018/19 estimada em 55,89 milhões de toneladas (USDA, 2019). O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial de soja em grão, farelo e óleo de soja. O Complexo Soja, que reúne a cadeia produtiva de soja em grão, farelo e óleo, é um dos principais itens da Balança Comercial Brasileira e exportou cerca de US\$41 bilhões em 2018 (ABIOVE, 2019).

O óleo bruto (o que não passa pelo processo de refinamento), forma comumente usada na alimentação animal, pode ser obtido pelo método mecânico de extração, a prensagem, ou

pelo método químico por meio do uso de solventes (GAIOTTO, 2004). Na prensagem, é utilizada uma extrusora com objetivo de desativar os fatores antinutricionais do grão de soja, processo que consiste na elevação da temperatura produzida pelo atrito do grão com eixo interno e o cilindro externo da máquina, formando uma massa que é direcionada a uma prensa para extração de parte do óleo, originando a soja semi-integral e o óleo bruto de soja (LIU, 1999). Já na extração química do óleo, ocorre a retirada da casca das sementes, em seguida, a laminação, processo que reduz o tamanho dos grãos em partículas menores, que devem ter dimensões de 0,3 a 0,4 mm de espessura e de 8 a 18 mm de diâmetro, a mistura com o solvente, sendo o hexano o mais utilizado, e a separação feita por diferença entre os pontos de ebulição do óleo e do solvente (KEMPER, 2005; PRADO, 2014).

O óleo de soja possui alto valor nutricional, com teor em torno de 18% no grão. Como características principais, é rico em ácidos graxos insaturados, aproximadamente 85% do total, mais especificamente ácido palmítico, entre 7 e 14%, ácido oléico, entre 19 e 30%, ácido linoleico, entre 44 a 62% e ácido linolênico, entre 4 e 11% (GUNSTONE, 2002). O teor e a composição em cada ácido graxo do óleo de soja podem ser afetados pelas diferenças de variedade e pelos vários fatores geográficos e do meio ambiente, principalmente das condições climáticas (HAMMOND et al., 2005).

Além das características metabólicas positivas que esse óleo, como uma fonte essencialmente lipídica, proporciona às aves, ele também pode ser utilizado como forma de enriquecer os produtos finais, carne e ovos, por meio de sua inclusão nas rações desses animais, devido a sua composição de ácidos graxos insaturados, os quais são metabolizados e incorporados aos produtos, principalmente na forma de ácido alfa-linolênico (ALA), ácido eicosapentenoico e ácido docosahexaenoico (DHA) (FARIA et al, 2019).

Ao avaliar a inclusão de 0,0; 3,3; 6,6 e 9,9% de óleo de soja em rações para frangos de corte no período entre 21 e 56 dias de idade, Andreotti et al.(2004) observaram melhoria linear sobre ganho de peso, consumo de ração e de energia e, de forma quadrática, melhoria na conversão alimentar e calórica até o 42º dia. A partir desse dia até o 56º, a porcentagem de gordura e o rendimento de carcaça também foram influenciados quadraticamente.

Lara et al. (2006) ao avaliar a inclusão de óleo de vísceras de aves, óleo degomado de soja, óleo ácido de soja, e a mistura do óleo de vísceras com o óleo degomado de soja e do óleo degomado com o ácido de soja (50:50 em ambas as misturas) em rações para frangos de corte, observaram maior teor de ácidos graxos poli-insaturados na carcaça quando comparado às aves que consumiram a ração com óleo de vísceras. Potença et al., (2010) também observaram essa mesma influência das fontes lipídicas na composição lipídica da carne em

frangos suplementados com óleo de soja, de vísceras e de sebo bovino, os quais tiveram maior teor de ácidos graxos insaturados ao consumir rações com os óleos de soja.

2.1.2 Óleo de girassol

Uma das principais características do girassol, quando comparado a outras oleaginosas, é a facilidade do seu processamento. As sementes de girassol são processadas inteiras e à temperatura ambiente, não sendo necessário cozimento prévio. Isso é possível devido à rotação relativamente alta, aliada ao teor de cascas, o que produz atrito, aquecendo o grão dentro da máquina, facilitando a extração do óleo (OLIVEIRA; VIEIRA, 2004).

De acordo com Portas (2001), o óleo de girassol pode ser produzido industrialmente ou artesanalmente. Industrialmente os grãos de girassol são higienizados, descascados, prensados e, em seguida, passam pelo processo de extração por solvente, normalmente o hexano, em extratores apropriados e seguros, gerando como produto o óleo bruto. O óleo destinado à alimentação humana é refinado através de diferentes tratamentos que incluem a degomagem, a neutralização, o branqueamento e a desodorização.

Em pequena escala, pode-se obter o óleo de girassol a partir de prensagem contínua dos grãos, seguida de filtração ou decantação, para separação dos resíduos, podendo ser utilizadas prensas domésticas (contínuas ou hidráulicas) e semi-industriais de pequeno porte, equipamentos simples e baratos com capacidade de processamento de 20 a 50 kg de matéria prima por hora, o que viabiliza a extração de óleo em pequenas propriedades (OLIVEIRA; VIEIRA, 2004). O óleo de girassol obtido por prensagem mecânica apresenta vida de prateleira de aproximadamente 100 dias, sendo recomendado que seja armazenado em embalagens opacas para evitar contato com a luz e impedir o processo de fotoxidação lipídica (TURATTI, 2000; TELLES, 2006). É o quarto óleo vegetal mais produzido mundialmente, com a safra de 2018/19 estimada em torno de 19,72 milhões de toneladas (USDA, 2019).

O óleo de girassol é caracterizado, ainda, por apresentar uma elevada concentração de ácido linoleico, entre 60 a 70%, e de ácido oleico, entre 20 a 30%, já os ácidos graxos saturados, principalmente ácido palmítico e ácido esteárico, constituem menos do que 15% do teor de ácidos graxos totais, além de ser rico em α -tocoferol (vitamina E) e em compostos fenólicos, substâncias que possuem excelentes propriedades antioxidantes, sendo a concentração de α -tocoferol de 58,0 mg para cada 100g de óleo (TURATTI, 2000; OLIVEIRA; VIEIRA, 2004; ZHAO; DENG; LIU, 2019).

Silva (2014), ao avaliar a inclusão de 3% de óleo de girassol ou de soja associada à

diferentes níveis de suplementação de vitamina E em rações para codornas europeias, constatou aumento da massa de ovos produzida das aves que consumiram rações contendo o óleo de girassol associado à inclusão de 200 e 300 ppm/kg da vitamina, quando comparado com as rações que continham óleo de soja.

Foi observado por Roriz (2014), melhoria no consumo de ração e na conversão alimentar de codornas de postura europeias alimentadas com rações contendo 3% de óleo de girassol associado a diferentes níveis de suplementação de vitamina C em comparação com a inclusão do óleo de soja.

Güçlü et al. (2008), ao testarem a inclusão de 4% de óleo de milho, de sésamo, de girassol, de algodão, de oliva, de avelã, de soja e de vísceras de peixe em rações para codornas japonesas, observaram maior peso de ovos das aves que consumiram a ração com óleo de girassol e menor concentração de triglicerídeos nas gemas de ovos produzidos pelas aves que consumiram a ração que continha óleo de girassol e de avelã.

2.2 Oxidação lipídica da carne

A oxidação lipídica, ou rancidez, é o principal mecanismo de deterioração dos lipídios presentes na carne. Esse processo interfere negativamente na qualidade do produto final, pois ocorre a desnaturação de nutrientes, como vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos insaturados, além de gerar substâncias indesejáveis sob o ponto de vista sensorial, definindo o tempo de prateleira do produto (OSAWA et al., 2005; DOMINGUES, 2008).

Alguns fatores contribuem para a ocorrência da rancidez, como a presença de íons de metais livres e o teor de ácidos graxos insaturados na carne, sendo este diretamente influenciado pela dieta fornecida ao animal que originou o produto. Os óleos utilizados como fonte lipídica nas rações possuem altas taxas de cadeias insaturadas que são facilmente oxidadas, acelerando o processo de desnaturação dos nutrientes da carne (ALMEIDA, 2005).

Ocorrem dois tipos de rancidez, a hidrolítica, a qual ocorre na presença de água devido a ação das enzimas lipase na catálise dos triglicerídeos via hidrólise, e a oxidativa, que ocorre por meio da ação de enzimas lipoxigenase ou de ações não enzimáticas, como a auto-oxidação e a foto-oxidação (COUTRO E BURATIN, 2004).

O mecanismo químico da oxidação lipídica é dividido em três etapas: a iniciação, a propagação e a terminação, descritas como uma reação em cadeia (DECKER et al. 2000).

Durante a fase de iniciação, ocorre a formação de radicais livres (alquila) pela abstração de um átomo de hidrogênio oriundo de lipídios insaturados por meio de

catalisadores ou de substâncias reativas ao oxigênio (ROS) (FERREIRA, 2016). Choe; Min (2005) relatam que o radical hidroxil (OH⁻) apresenta grande potencial de redução, sendo o principal redutor da oxidação lipídica.

A fase de propagação tem início quando a alquila gerada na primeira fase reage com o oxigênio, convertendo-se em outros radicais livres com maior poder oxidante (peroxil, hidroxil, etc.). Estes radicais abstraem outro hidrogênio de outros lipídios insaturados, dando início a uma reação em cadeia com formação de mais radicais livres e hidroperóxidos (ROOH) como produto final da oxidação lipídica. Esses hidroperóxidos podem reagir com metais de transição, como o Fe⁺² e o Cu⁺, formando radicais peroxil e alcoxil, que possuem reatividade intermediária, reação esta denominada como reação de Fenton (FENTON, 1984).

Na fase final da oxidação lipídica, a terminação, os radicais livres formados se rearranjam e reagem entre si para formar produtos estáveis. Além disso, nessa etapa, os radicais peroxil podem reagir com outros compostos, formando peróxidos de alquila, enquanto os radicais alcoxil podem reagir com outros lipídios insaturados, formando cetonas, alcoóis, éteres e aldeídos insaturados, como o malonaldeído (MDA), sendo estes os produtos secundários da oxidação. Apesar de ser denominada como terminação, o processo oxidativo não é finalizado nessa fase, pois ocorre a continuação da formação de mais radicais, porém, de forma lenta e em menor concentração, que podem reagir com lipídios insaturados (ESKIN; SHAHIDI, 2015).

De acordo com Morrissey et al. (1998), o processo oxidativo dos lipídios ocorre em três estágios diferentes no tecido muscular: no animal vivo, na conversão do músculo em carne e no processamento desta após a transformação.

Os lipídios são a principal forma de armazenamento energético nos animais. Para que ocorra a liberação de energia para os tecidos vivos por meio desse nutriente, é necessária a mobilização dos ácidos graxos dos adipócitos e seu transporte até as células musculares, como também a mobilização dos ácidos graxos das reservas intramusculares de triglicerídeos, para as mitocôndrias dos miócitos, onde ocorre a β -oxidação dos lipídios, consistida na total degradação desses por meio de uma sequência de reações de oxidação, de hidratação e de tiólise, resultando na liberação de energia para o metabolismo celular (ANDRADE, 2006).

Em relação à conversão do músculo em carne, as alterações bioquímicas que ocorrem nesse processo geram um desequilíbrio entre os agentes pró-oxidantes e antioxidantes do tecido muscular, ocasionando na oxidação das frações fosfolipídicas insaturadas das membranas celulares. Ademais, os casos ocorrentes após o abate dos animais, como queda de pH e de temperatura, associados ao metabolismo anaeróbico ocasionado pela falta de

suprimento de oxigênio, pela redução do aporte de nutrientes aos tecidos e pela perda dos mecanismos de proteção enzimática, favorecem a desestruturação celular, liberando íons metálicos, principalmente o ferro, atuantes na catalisação da oxidação lipídica (ESTÉVEZ; MORCUENDE; VENTANAS, 2008; FERREIRA, 2016).

As etapas de processamento da carne, como a salga e a moagem, também auxiliam na liberação do ferro oriundo das hemoglobinas, ferritinas e mioglobinas por meio do rompimento das membranas celulares e da desnaturação proteica. No armazenamento, fatores como temperatura, umidade, luz, oxigênio, enzimas, metais e pigmentos também atuam na oxidação lipídica, gerando compostos prejudiciais à saúde humana, como o malonaldeído e óxidos de colesterol, os quais possuem ação cancerígena comprovada (FERREIRA, 2016).

Uma das formas de acompanhar a oxidação lipídica da carne é a determinação das substâncias reagentes ao ácido tiobarbitúrico por meio da análise de TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substances*). Esta reação ocorre por meio da interação do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) com o malonaldeído, produzindo um composto de cor vermelha que é medido espectrofotometricamente a comprimento de onda variando entre 500 e 550 nm, de acordo com a metodologia adotada. Além dos aldeídos, como o malonaldeído, outras substâncias como cetonas, ésteres, açúcares e aminoácidos também podem reagir com o TBA. Os resultados desse procedimento dependem da composição lipídica das amostras testadas, quanto mais insaturadas forem as cadeias, mais forte será a tonalidade da amostra. Ademais, o teste pode não ser específico para o malonaldeído, já que outras TBARS podem reagir com o TBA e influenciar nos valores de absorbância das amostras (DOMINGUES, 2008).

2.2.1 Influência das fontes lipídicas sobre a oxidação da carne

A oxidação lipídica está diretamente relacionada ao teor lipídico e ao perfil de ácidos graxos da carne, sendo os ácidos graxos insaturados os principais substratos das reações oxidativas, devido à presença das duplas ligações em suas cadeias, portanto, o uso de óleos com altos teores desse nutriente na nutrição de aves pode interferir negativamente no tempo de prateleira da carne (MURAKAMI, 2009).

Tavárez et al. (2011), ao avaliarem a inclusão de óleo de soja fresco e oxidado associado ou não a inclusão de antioxidantes artificiais em rações para frangos de corte, observaram decréscimo da concentração de malonaldeído no fígado das aves que consumiram o óleo fresco, em comparação às aves que consumiram o óleo oxidado.

Avila-Ramos et al. (2012), ao estudarem os efeitos da inclusão de óleo bruto e ácido de

soja associado à inclusão de 100 mg/kg de óleo essencial de orégano ou de 10 ou 100 mg de vitamina E em rações para frangos de corte sobre a oxidação lipídica do peito cozido e armazenado por 0, 3, 6 e 9 dias, observaram menores valores de malonaldeído nas amostras de aves que consumiram o óleo bruto associado à inclusão de 100 mg de vitamina E até o 6º dia de armazenamento, enquanto as aves que consumiram o óleo bruto associado à inclusão do óleo essencial de orégano apresentaram menores valores no 9º dia de armazenamento em comparação com as outras amostras com o mesmo período de armazenamento.

Narciso-Gaytán et al. (2010), ao testarem a inclusão de óleo de soja, de palma e banha suína em rações para frangos de corte e seus efeitos sobre a oxidação lipídica da carne, constataram que o óleo de soja apresenta maiores valores de malonaldeído em coxas armazenadas por 10 e 15 dias, enquanto as aves que consumiram o óleo de palma apresentaram menor concentração.

Racanicci et al (2008), ao avaliarem o uso de óleo fresco ou oxidado de vísceras de peixe na alimentação de frangos de corte e seus efeitos sobre a estabilidade lipídica da sobrecoxa das aves, sendo a análise de TBARS realizada mensalmente até os 9 meses de armazenamento, verificou maiores concentrações de malonaldeído nas amostras obtidas das aves que consumiram rações contendo o óleo de vísceras oxidado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Ceará, e estão de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal.

Para avaliar os efeitos da inclusão do óleo de soja e de girassol em rações para codornas de corte sobre o desempenho, rendimento e oxidação lipídica da carne, foi conduzido um experimento no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no município de Fortaleza - CE.

Na primeira semana de idade, 1 a 7 dias, as codornas foram alojadas em círculo de proteção, contendo comedouros tipo bandeja, bebedouro tipo copo de pressão e campânulas, utilizadas como fonte de calor para aquecimento das aves. Todas as aves receberam ração e água à vontade. Aos sete dias de idade, as aves foram selecionadas pelo peso corporal médio do lote e distribuídas em parcelas, de acordo com indicações de Sakomura e Rostagno (2007), com peso médio de $25 \text{ g} \pm 0,42$ por ave.

Foram utilizadas 360 codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade, alojadas em um galpão convencional de alvenaria com dimensões de 9 m de largura e 10 m de comprimento, distribuídas em 30 boxes com dimensões de 0,60 x 0,60m, contendo comedouro tipo tubular e bebedouro tipo copo de pressão.

As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ (níveis de inclusão x tipo de óleo + tratamento controle), composto por cinco tratamentos com seis repetições com 12 aves cada. Os níveis de inclusão de óleo de soja e de girassol foram de 2 e de 4%.

As rações experimentais utilizadas foram constituídas à base de milho e farelo de soja (Tabela 4), formuladas para atender às exigências nutricionais de codornas de corte propostas por Silva e Costa (2009), considerando os valores de composição química dos alimentos indicados por Rostagno et al. (2017).

O programa de luz adotado foi o 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 recebessem luz uniformemente.

Tabela 4- Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais para codornas de corte.

Ingredientes	Preço ¹ (R\$/kg)	Controle	Óleo de soja		Óleo de girassol	
			2%	4%	2%	4%
Milho	0,80	59,72	54,75	48,65	54,75	49,03
Farelo de soja	1,56	33,41	39,69	40,86	39,66	40,80
Óleo de soja	3,00	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00
Óleo de girassol	3,50	0,00	0,00	0,00	2,00	4,00
Farelo de glúten de milho (60%)	3,20	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerte	0,10	0,00	0,76	3,52	0,61	3,20
Calcário	0,27	1,08	1,06	1,06	1,06	1,06
Fosfato bicálcico	3,00	1,06	1,01	1,02	1,01	1,02
Sal	0,32	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Premix mineral ²	7,99	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix vitamínico ³	17,85	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
L-lisina	7,78	0,17	0,02	0,00	0,02	0,00
DL-metionina	11,67	0,24	0,27	0,27	0,27	0,27
Anticoccidiano	22,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/kg)		1,24	1,23	1,26	1,24	1,28
Composição nutricional e energética calculada						
Energia metabolizável		2950	2950	2950	2950	2950
Proteína bruta (%)		23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Cálcio (%)		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fósforo disponível (%)		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Lisina digestível (%)		1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Metionina+cistina digestível (%)		0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Treonina digestível (%)		0,77	0,78	0,78	0,78	0,78
Triptofano digestível (%)		0,24	0,26	0,26	0,26	0,26
Gordura (%)		2,72	4,56	6,36	4,59	6,38
Sódio (%)		0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloro (%)		0,29	0,29	0,38	0,29	0,28
Potássio (%)		0,81	0,90	0,93	0,91	0,90
Balanço eletrolítico (mEq/kg)		195,19	218,49	220,27	218,42	220,26

¹Valores de ingredientes obtidos em setembro/2019 no município de Fortaleza-CE; ²Composição 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; ³Composição 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.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas por meio do uso de um *datalogger*, localizado no ponto central do alojamento das aves, a cada meia hora durante todos os dias do período experimental. As médias de temperatura ambiente e de umidade

relativa do ar registrada dentro do galpão no período experimental foram 29,42°C e 63,22%, respectivamente.

Para avaliação de desempenho, as aves e as rações foram pesadas no início do experimento (7 dias) e ao final do período experimental (42 dias de idade), para a obtenção do consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar.

O consumo de ração foi obtido pela diferença da quantidade de ração fornecida no início do experimento e a quantidade de sobra no final do período experimental de cada parcela. O ganho de peso foi calculado pela diferença de peso médio da parcela aos 7 e 42 dias de idade. A conversão alimentar foi obtida pelo valor de consumo de ração dividido pelo ganho de peso de cada parcela. A variável de consumo foi corrigida pela mortalidade.

Para a avaliação de carcaça, aos 42 dias de idade, duas aves de cada unidade experimental, um macho e uma fêmea, foram selecionados de acordo com o peso médio da parcela. Após jejum de 6 horas, as aves foram pesadas, eutanasiadas por eletronarose com posterior sangria, escaldadas, depenadas e evisceradas.

Após a retirada de cabeça, pescoço e pés, a carcaça foi pesada para determinação do rendimento de carcaça utilizando o peso da ave em jejum. Em seguida, foram cortados e separados o peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal e pesados para cálculo de rendimento de cortes. Os cortes de coxas + sobrecoxas e dorsos foram identificados e congelados em nitrogênio líquido, triturados, homogeneizados, e armazenados em um *freezer* a -20°C durante dois períodos (1 e 60 dias) para posterior análise de oxidação lipídica. O fígado e a moela também foram pesados para obtenção de seus respectivos rendimentos. Os dados obtidos para rendimento de peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal foram resultantes da relação de cada parte analisada pelo peso da carcaça quente. O peso relativo do fígado e da moela foram obtidos pela relação do peso dos órgãos pelo peso da ave.

Após o fim de cada período de armazenamento, as amostras foram avaliadas quanto à oxidação lipídica determinando-se a concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA). A curva de calibração e o preparo das amostras para determinação da oxidação lipídica da carne (Tbars), foram realizados utilizando-se o método de extração ácido aquosa segundo a técnica descrita por KANG et al., (2001). Em um tubo de 15 mL, foram pesados aproximadamente 2 g de amostra e adicionado 6,75 mL de ácido perclórico (3,86%) e 18,75 µL de BHT (4,5%), sendo a mistura homogeneizada por meio de um mixer durante 1 minuto. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 8500 rpm por 10 minutos, o homogeneizado foi filtrado, sendo coletado 1 mL do sobrenadante, transferindo-o a um *ependorf* de 2 mL e adicionado 1 mL de solução de TBA (20 mM). Os tubos foram

aquecidos em banho de água a 95°C durante 30 minutos. Após isso, as amostras foram centrifugadas sob temperatura de 4°C para resfriamento das amostras. Por último, foi realizada a leitura no espectrofotômetro a 531 nm. O branco utilizado foi preparado com 1 mL de ácido perclórico e 1 mL da solução de TBA. O número de Tbars da amostra foi expresso como µg de malonaldeído por g da amostra.

Para determinar a viabilidade econômica da inclusão do óleo de soja e de girassol 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 o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho et al. (1992): $IEE = (MCE_i / CTE_i) \times 100$ e $IC = (CTE_i / MCE_i) \times 100$, em que MCE_i = menor custo da ração por quilograma de ganho, observado entre tratamentos e CTE_i = custo do tratamento i considerado. Para custos das rações, foram consideradas as composições de cada ração e os preços dos ingredientes obtidos em setembro de 2019, no município de Fortaleza - CE. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *Statistical Analyses System*.

Os dados foram submetidos à ANOVA do SAS (2000) segundo um modelo inteiramente casualizado, e as médias dos tratamentos contendo óleo foram comparadas com a do controle pelo teste de Dunnett (5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do desempenho das aves (Tabela 5), observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o consumo de ração e o ganho de peso, contudo, houve diferença significativa para a conversão alimentar, de modo que as aves alimentadas sem a adição de óleo na ração apresentou pior conversão alimentar em relação as aves dos tratamentos contendo óleo. Quanto ao tipo de óleo e o nível de inclusão utilizado, observou-se que não houve interação significativa ou efeito isolado da fonte ou do nível de óleo.

Tabela 5- Desempenho de codornas de corte suplementadas com diferentes níveis de óleos vegetais no período de 7 a 42 dias de idade

Rações	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g/g)
Sem óleo	971,39	246,56	3,94
2% de óleo de soja	923,85	251,83	3,67*
4% de óleo de soja	924,75	253,06	3,66*
2% de óleo de girassol	917,39	247,28	3,71*
4% de óleo de girassol	910,17	248,56	3,66*
Média	929,51	249,46	3,73
Coefficiente de variação	4,22	3,44	3,99
Fonte de gordura			
Óleo de soja	924,30	252,444	3,66
Óleo de girassol	913,78	247,919	3,69
Nível de óleo			
2%	920,62	249,56	3,69
4%	917,46	250,81	3,66
Efeito estatístico	<i>p</i> -valor		
Rações	0,0901	0,6225	0,0115
Tipo de óleo	0,5278	0,1915	0,6545
Nível de óleo	0,8489	0,7122	0,6139
Fonte x Nível	0,8069	0,9929	0,7688

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

De acordo com Scott et al. (1982) os lipídios são responsáveis pela maior eficiência de utilização da energia metabolizável em aves em crescimento, cuja taxa de aproveitamento expressa em energia líquida é 90% para esse nutriente, superior aos carboidratos e proteínas que são respectivamente de 75 e 60%. Esse argumento embasa os resultados obtidos nessa pesquisa, uma vez que as aves alimentadas com ração sem a inclusão de óleo tiveram conversão alimentar pior comparado àquelas cuja ração fornecida tinha óleo na sua composição, considerando que as rações testadas tinham mesmo valor de energia

metabolizável. De acordo com Sakomura et al. (2004) o melhor desempenho das aves, associado à suplementação de gordura na ração, pode ser atribuído ao efeito extracalórico, que consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes dos ingredientes da ração, e ao efeito extra metabólico da gordura, que resulta em melhoria da eficiência energética pelo incremento da energia líquida da ração.

Resultado similar foi observado por Carew e Hill, 1964, verificaram que aves de corte utilizam energia metabolizável de forma mais eficiente para o crescimento quando parte dos carboidratos da dieta é substituída isocaloricamente por óleo de milho. De forma similar Baião e Lara (2005) observaram que a inclusão de óleo na dieta inicial de pintos de corte aumentou a digestibilidade da gordura e resultou em melhor desempenho aos 21 dias de idade, em comparação aos pintos que receberam rações sem óleo.

Ademais, supõe-se que as rações com óleo possuem maior aderência entre seus constituintes, reduzindo a pulverulência, melhorando a apreensão e minimizando o desperdício, fator este que pode superestimar a quantidade de alimento consumido pelos animais cuja ração não tinha óleo, o que reflete nos resultados de conversão alimentar.

Em relação às fontes de lipídios testadas, o óleo de soja e de girassol, a ausência de efeito sobre os parâmetros de desempenho podem ser associadas ao ajuste dos níveis nutricionais das dietas no momento da formulação e à similaridade no seu valor energético e composição de ácidos graxos, cujos valores de energia metabolizável para aves e a quantidade ácidos graxos saturados e insaturados é de 8790 kcal/kg e 15,1% de gorduras saturadas e 84,9% de insaturada no óleo de soja, e 8500 kcal/kg e 10,6% de gorduras saturadas e 89,4% de insaturadas no óleo de girassol (ROSTAGNO et al., 2017).

Resultados semelhantes foram encontrados por Barbosa Filho et al. (2017), os quais não encontraram diferença significativa entre as variáveis de desempenho ao testar, sob o mesmo nível de inclusão, o uso de óleo de soja e de canola, sendo esta associada ou não à suplementação de vitamina E em rações para frangos de corte no período de 1 a 42 dias. Lima et al. (2019), ao estudar a inclusão de 2 e 4% de óleo de soja em rações para codornas de corte, não observaram efeito significativo sobre as variáveis de desempenho.

Por outro lado, Raber (2007), verificou diferença significativa entre níveis de óleo sobre os mesmos parâmetros de desempenho ao testar 2, 3, 4 e 5% de inclusão de óleo degomado de soja ou óleo ácido de soja em rações para frangos de corte, no qual os níveis de 2 e 3% diferiram dos níveis de 4 e 5% sobre conversão alimentar e consumo de ração, e 2% diferiu de 4 e 5%, sobre o ganho de peso, enquanto o nível de 3% foi estatisticamente igual a todos os tratamentos nessa variável.

Na avaliação das características de carcaça (Tabela 6), observou-se menor porcentagem de gordura abdominal nas aves alimentadas com ração sem a inclusão de óleo, não havendo efeitos significativos para as demais variáveis. Quanto ao tipo de óleo e o nível de inclusão utilizado, observou-se que não houve interação significativa ou efeito isolado da fonte ou do nível de óleo.

Tabela 6- Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis de 2 e de 4% de óleo de soja e de girassol no período de 7 a 42 dias de idade

Rações	Carcaça	Peito	Coxa+ Sobrecoxa	Fígado	Gordura
Sem óleo	71,05	40,77	22,60	2,72	1,51
2% de óleo de soja	72,22	40,66	22,38	2,39	2,39*
4% de óleo de soja	71,95	40,32	22,33	2,70	2,72*
2% de óleo de girassol	72,27	39,82	23,01	2,70	2,51*
4% de óleo de girassol	72,44	41,18	22,46	2,50	2,35*
Média	71,99	40,55	22,56	2,60	2,30
Coefficiente de variação	1,92	3,60	3,54	12,13	15,75
Fonte de lipídeo					
Óleo de soja	72,08	40,49	22,36	2,54	2,55
Óleo de girassol	72,35	40,50	22,74	2,60	2,43
Nível de óleo					
2%	72,24	40,24	22,70	2,54	2,45
4%	72,20	40,75	22,40	2,60	2,53
Efeito estatístico			<i>p</i> -valor		
Rações	0,4546	0,5774	0,5928	0,2789	0,0001
Fonte de lipídeo	0,6437	0,9946	0,2147	0,5999	0,4571
Nível de óleo	0,9366	0,3950	0,3250	0,6346	0,6010
Fonte x Nível	0,7100	0,1654	0,4025	0,3280	0,1468

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

Os resultados dos parâmetros de carcaça são reflexos dos resultados de desempenho das aves, sendo a ausência de efeito dos rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa e peso relativo do fígado esperada, em virtude da similaridade no ganho de peso das aves entre os tratamentos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Veras (2017), ao avaliar a inclusão de 1 e de 2% de óleo de canola e de coco em rações para codornas de corte. Não houve diferença significativa entre os óleos e entre os níveis de inclusão sobre os rendimentos de carcaça, de peito e de sobrecoxa. Todavia, houve efeito sobre o rendimento de fígado, no qual a inclusão de 1% de óleo de canola, que gerou o menor valor, diferiu entre 2% de canola e de coco, enquanto o nível de 1% de coco foi estatisticamente igual a todos os tratamentos.

Urbano (2006), ao testar a inclusão de 1,0; 4,0 e de 7,0% de óleo de soja em rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade sob duas condições ambientais de temperatura, observou diferença significativa sobre o rendimento de carcaça entre os níveis de 1 e de 7%, enquanto o de 4% foi estatisticamente igual a esses tratamentos. Entretanto, não foram observados efeitos entre os níveis sobre o rendimento de peito e de coxa e sobrecoxa.

Por outro lado, a maior porcentagem de gordura abdominal nos tratamentos com a inclusão dos óleos de soja e de girassol é decorrente da melhora observada na conversão alimentar, tendo em vista que a inclusão de óleo nas rações pode ter aumentado a disponibilidade de energia na forma de energia líquida, evidenciando seu efeito extra-metabólico, cuja quantidade que excedeu a demanda metabólica para deposição de massa magra foi armazenada na carcaça na forma de gordura abdominal (SAKOMURA et al., 2004).

Em concordância com os resultados obtidos nesse trabalho, Andreotti et al (2004) e Urbano (2006), em suas pesquisas, observaram valores crescentes de gordura abdominal em frangos de corte à medida que se aumentava a inclusão de óleo de soja nas rações.

Em relação à ausência de efeito para as fontes e o nível de lipídios sobre os parâmetros de carcaça faz-se referência novamente à similaridade na composição de ácidos graxos e energia metabolizável para aves. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2019), ao estudar a inclusão de 2 e 4% de óleo de soja em rações para codornas de corte, não observaram efeito significativo sobre os parâmetros de carcaça..

Na avaliação da oxidação lipídica (Tabela 7), não houve efeito significativo nos valores de TBARS entre a carne das aves alimentadas com ração controle e aquelas que tiveram a inclusão do óleo de soja ou de girassol nos níveis de 2 e 4%, assim como não houve efeito entre as fontes e níveis dos lipídeos testados. Quanto ao tipo de óleo e o nível de inclusão utilizado, observou-se que não houve interação significativa ou efeito isolado da fonte ou do nível de óleo.

Na avaliação da oxidação lipídica na carne das codornas submetidas a 60 dias sob congelamento, observou-se que houve efeito significativo nos valores de TBARS obtidos na carne das aves alimentadas com ração controle e aquelas que foram alimentadas com ração contendo 4% de óleo de soja, sendo a inclusão de 2% dos óleos de soja e girassol e 4% de óleo de girassol insuficiente para alterar significativamente a estabilidade oxidativa. Também foi observada diferença significativa entre as fontes, sendo os maiores valores de TBARS obtidos na carne oriunda do tratamento com o óleo de soja. Para o nível de óleo verificou-se efeito somente para as aves alimentadas com ração contendo óleo de soja, cujo maior valor de TBARS foi observado no nível de 4%.

Tabela 7- Oxidação lipídica (valor de TBARS expresso em μg de MDA/g de carne) da carne de codornas, resfriada, um dia após o abate, e após 60 dias armazenada sob congelamento, alimentadas com rações sem e com a inclusão de fonte de óleo

Rações	Resfriada por 1 dia	Congelada por 60 dias
Sem óleo	2,10	4,82
2% de óleo de soja	2,18	5,67
4% de óleo de soja	2,04	6,91*
2% de óleo de girassol	2,15	5,31
4% de óleo de girassol	2,09	5,52
Média geral	2,11	5,64
Coefficiente de variação (%)	13,52	14,83
Fonte		
Óleo de soja	2,12	6,29A
Óleo de girassol	2,12	5,42B
Nível		
2%	2,17	5,49B
4%	2,07	6,21A
Análise de variância		<i>p</i> -valor
Rações	0,9293	0,0037
Fonte de lipídeo	0,9993	0,0055
Nível de óleo	0,3353	0,0172
Fonte x Nível	0,6393	0,0800

*Efeito estatístico significativo pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$); médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de F ($P < 0,05$).

Nesse contexto, os resultados obtidos na carne após 60 dias congelada são consistentes, pois os óleos de soja e girassol, caracterizados pela presença de ácidos graxos de cadeia longa com insaturações, em função dos níveis utilizados nas rações, podem ter influenciado o teor e a composição de gordura presente na carne e conseqüentemente a estabilidade oxidativa dessa, sendo esse efeito minimizado quando a fonte de lipídios foi óleo de girassol, que é rico em substâncias antioxidantes, como os α -tocoferóis e compostos fenólicos, principalmente o ácido clorogênico, (ZHAO; DENG; LIU, 2019), os quais podem ter sido transferidos para a carne, protegendo-a de danos oxidativos e reduzindo a concentração de substâncias reativas ao TBA.

Crespo e Esteve-Garcia (2002), ao avaliarem os efeitos de inclusão de 10% de óleo de oliva, de girassol e de linhaça em rações para frangos de corte, observaram maiores valores de oxidação na carne de aves alimentadas com as rações contendo óleo de linhaça e girassol.

Grau et al. (2001), estudando os efeitos da inclusão de óleo de linhaça, de girassol, de girassol oxidado e de sebo bovino associados à vitamina E em rações para frangos de corte, observaram que os ácidos graxos insaturados dos óleos aumentaram a susceptibilidade da carne à oxidação. Cortinas et al. (2005) também encontraram resultados semelhantes ao adicionar 9% de sebo com diferentes proporções de óleo de peixe e linhaça e 4 níveis de vitamina E (0,100, 200, e 400mg/kg), observando que a oxidação das amostras de coxa aumentava a medida que também aumentava a concentração de ácidos graxos insaturados na carne.

Em relação à viabilidade econômica do uso de óleo de soja e de girassol na alimentação de codornas de corte (Tabela 8), não houve interação significativa entre as fontes lipídicas e os níveis de inclusão sobre o custo com ração, o índice de eficiência econômica e o índice de custo, como também não houve diferença significativa entre as fontes e os óleos testados sobre as variáveis. No entanto, a ração sem óleo apresentou maior custo de ração por quilograma de peso ganho e piores índices de eficiência econômica e de custo em relação à ração que tiveram a inclusão de 2 e 4% de óleo de soja e girassol.

Tabela 8- Avaliação econômica da inclusão de óleo de soja e de girassol para codornas de corte.

Níveis de inclusão	Custo com ração / kg de ganho (R\$)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
Sem óleo	4,94	93	107
2% de óleo de soja	4,54*	102*	98*
4% de óleo de soja	4,52*	102*	98*
2% de óleo de girassol	4,55*	101*	99*
4% de óleo de girassol	4,58*	101*	99*
Média	4,63	99,91	100,32
Coeficiente de variação	3,77	3,62	3,77
Fonte de gordura			
Óleo de soja	4,53	102	98
Óleo de girassol	4,56	101	99
Nível de óleo			
2%	4,54	102	98
4%	4,55	101	99
Efeito estatístico	<i>p</i> -valor		
Fonte de lipídeo	0,5286	0,5216	0,5092
Nível de óleo	0,9040	0,9355	0,9210
Fonte x Nível	0,7178	0,7119	0,7126

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

Embora haja diferença no custo do quilograma das rações sem óleo (R\$ 1,24) e com 2% de óleo de soja (R\$ 1,23) e girassol (R\$ 1,24) e nas rações com 4% de óleo de soja (R\$ 1,26) e girassol (R\$ 1,28), como pode ser observado na Tabela 3, essa disparidade nos valores influenciou os resultados de viabilidade econômica apenas na comparação com o tratamento controle, pois o efeito positivo da inclusão do óleo sobre a conversão alimentar das aves implica no menor custo com ração ingerida convertida em incremento de peso e consequente melhores índices de eficiência e custo.

Muito embora o óleo de girassol tenha sido R\$ 0,50 mais caro que o óleo de soja a opção de usa-lo nas rações não impacta a avaliação de viabilidade econômica com alimentação, da mesma forma que o nível de 2 e 4%. Contudo há de se considerar que para inclusão de apenas 2% de ambas as fontes de lipídios isenta a necessidade da utilização de farelo de glúten de milho nas rações, ingrediente de disponibilidade restrita. Além disso, a recomendação de 2% de inclusão de cada um dos óleos testados diminui a dependência dessa matéria-prima em nível maior.

5 CONCLUSÕES

Independente da fonte e do nível, a de inclusão de óleo na ração melhora a conversão alimentar, tornando o uso desse alimento economicamente viável.

O tipo de óleo, soja ou girassol, não tem influência sobre o desempenho e sobre as características de carcaça, contudo, o óleo de soja pode favorecer maior oxidação lipídica da carne armazenada por 60 dias.

A inclusão de 2 ou de 4% de óleo nas rações não influencia o desempenho, entretanto, aumenta a porcentagem de gordura na carcaça, enquanto o uso de 4% de inclusão favorece a maior oxidação lipídica da carne armazenada por 60 dias.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS — ABIOVE. **Balanco de oferta e demanda do complexo soja**. Disponível em:<<http://abiove.org.br/estatisticas/estatistica-mensal-do-complexo-soja/>>. Acesso em: 25 out. 2019.
- ALMEIDA, C. O. **Avaliação físico-química e microbiológica de lingüiça Toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticadas em supermercado**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p.150, 2005.
- ANDRADE, P. M. M.; RIBEIRO, B. G.; CARMO, M. G. T. Papel dos lipídios no metabolismo durante o esforço. **Mn-metabólica**, p.80-88, 2006.
- ANDREOTTI, M. O. Tempo de Trânsito Intestinal, Desempenho, Característica de Carcaça e Composição Corporal de Frangos de Corte Alimentados com Rações Isoenergéticas Formuladas com Diferentes Níveis de Óleo de Soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.870-879, 2004.
- 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.
- AVILA-RAMOS F., *et al.* Effects of dietary oregano essential oil and vitamin E on the lipid oxidation stability of cooked chicken breast meat. **Poultry Science**, v.91, p.505–511, 2012.
- BAIÃO, N. C., LARA L. J. C. Lara. Oil and fat in broiler nutrition. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, p.129-141, 2005
- BARBOSA FILHO, J. A. *et al.* Características produtivas, carcaça, cortes e resposta imune humoral de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de óleo e vitamina E. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.2, p.497-504, 2017.
- BELLAVER, C. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n.8, p.969-974, 1985.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Mongástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2 ed. p.373, 2013.
- BLAS, C., MATEOS, G. G., GARCÍA-REBOLLAR, P. **Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 3 ed. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2010.

CAREW, L. B., HILL, F. W. Effect of corn oil on metabolic efficiency of energy utilization by chicks. **The Journal of Nutrition**. 83:293. 1964.

CHOE, E.; MIN, D. B. Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods. **Journal of Food Science**, v.70, p.142-149, 2005.

COLTO, L.; BURATIN, A. E. Garrafas de PET para óleos comestíveis – avaliação da barreira à luz. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.14, n.3, p.206-211, 2004.

CORTINAS, L., *et al.* Influence of dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid Oxidation. **Poultry Science**, v.84, p. 48-55, 2005.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. **Poultry Science**, v.81, p.1533-1542, 2002.

DECKER, E. A.; FAUSTMAN, C.; BOTE-LOPEZ, C. J. **Antioxidants in Muscle Foods: Nutricional Strategies to Improve Quality**. 1 ed., New York: Jonh Willey, p.3-4, 2000.

DOMINGUES, M. A. F. **Qualidade lipídica de carne de frangos alimentados com ração contendo farelo do coco**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Ceará, p.67, 2008.

ESKIN, N. A. M., SHAHIDI, F. **Bioquímica de alimentos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ESTÉVEZ, M.; MORCUENDE, D.; VENTANAS, S. Determination of oxidation. In: **Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis**. [s.l: s.n]. p. 141-163, 2008.

FARIA, P. B. *et al.* Avaliação do perfil lipídico de ovos comerciais enriquecidos com ômega 3. **Higiene Alimentar**, v.33, p.925-929, abr.-maio, 2019.

FENTON, H. J. H. Oxidation of tartaric acid in the presence of iron. **Journal of Chemistry Society**, v.65, p.899-910, 1984.

FERREIRA, A. F. Valor nutricional do óleo de soja, sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte. **Zootecnia**. Universidade Federal do Mato Gross, Campo Grande. 2004.

FERRIERA, V. C. S. **Oxidação lipídica e proteica de um produto emulsificado tipo hambúrguer de frango**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p.140, 2016.

FIALHO, E.T. *et al.* Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em

crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.10, p.1467-1475, 1992.

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

GAIOTTO, J. B., *et al.* Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gordura em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2. p.219-227. 2000.

GAIOTTO, J. B. **Determinação da energia metabolizável de gorduras e sua aplicação na formulação de dietas para frangos de corte**. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 82, 2004.

GRAU, A., *et al.* Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: influence of dietary fat and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. **Poultry Science**, v.80, p.1630-1642, 2001.

GUNSTONE, F. D. **Vegetable oils in food technology**: Composition, properties and uses. 1ed. USA: CRC Press, p.352, 2002.

GÜÇLÜ, B. K.; UYANIK, F.; İSCAN, K. M. Effects of dietary oil sources on egg quality, fatty acid composition of eggs and blood lipids in laying quail. **South African Journal of Animal Science**, South African, v.38, n.2, p.91-100, 2008.

HAMMOND, E. G., *et al.* **Soybean Oil**. In: F. Shahidi (Editor), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. New Jersey: John Wiley and Sons, p 577- 653, 2005.

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

KEMPER, T. G. **Oil Extraction**. In: F. Shahidi (editor), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. New Jersey: John Wiley and Sons, p.46-70, 2005.

LARA, L. J. C. *et al.* Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.1, p.108-115, 2006.

LIMA, L. R. *et al.* Effect of Different Breeding Densities and Inclusion of Soybean Oil on Performance, Carcass Trait and Heat Loss in Meat Quails. **Journal of Agricultural Science**; v.11, n.7, p.130-138, 2019.

LIU, K. **Soybeans**: chemistry, technology and utilization. New York: Chapman and Hall, p.532, 1999.

LÓPEZ-FERRER, S. *et al.* n-3 Enrichment of Chicken Meat. 2. Use of Precursors of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids: Linseed Oil. **Poultry Science**, v. 80, p.753-761, 2001.

MORRISEY, P. A., *et al.* Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, v.49, n.1, p. 73-86, 1998.

MURAKAMI, K. T. T. **Óleo de linhaça como principal fonte lipídica na dieta de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, p.66, 2009.

NARCISO-GAYTÁN C., *et al.* Dietary lipid source and vitamin E effect on lipid oxidation stability of refrigerated fresh and cooked chicken meat. **Poultry Science**, v.89, p.2726–2734, 2010.

OLIVEIRA, D. D. **Fontes de lipídios na dieta de poedeiras**: Efeito sobre a produção e o perfil de ácidos graxos na gema. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, p.49, 2008.

OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, V. O. Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa. **Embrapa Soja - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Londrina, PR, documento 237, 2004.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Revista Química Nova**, v.28, n.4, p.655-663, 2005.

PORTAS, A. A. **O girassol na alimentação animal**. Campinas: CATI/D SM, 2001.

POTENÇA, A. Perfil lipídico e maciez da carne de coxa e sobrecoxa de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes lipídicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1774-1783, 2010.

PRADO, R. **Avaliação comparativa entre a extração do óleo de soja com hexano e com álcool anidro e as diferenças físico-químicas no farelo**. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 32, 2014.

PUPA, J. M. R. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, nº1, p.69-73, jul/ago de 2004.

RABER, M. R. **Eficiência do óleo ácido e do óleo degomado de soja empregados em dietas de frango de corte, suplementadas ou não com glicerol e lecitina**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.132, 2007.

RACANICCI, A. M. C., *et al.* 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**, v.37, p.443-449, 2008.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revista Virtual Química**, v.5, n.1, p.2-15, 2013.

ROLL, A. A. P. **Óleo de canola e selênio orgânico para codornas de duplo propósito**. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p.84, 2012.

RORIZ, C. G. Q. **Estabilidade oxidativa de ovos e desempenho de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) suplementadas com vitamina C e óleos de soja e de girassol**. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, p.77, 2014.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimento e exigências nutricionais. 4. Ed. Viçosa: UFV, 2017, 488 p, 2017.

SAKOMURA, N. K. *et al.* Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.

SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics**. Version 8. Carry, NC, 2000.

SCOTT, M. L., NESHEIM, M. C., YOUNG, R. J. **Nutrition of the Chicken**. 3rd ed. M. L. Scott and Associates. Ithaca, NY, 1982.

SILVA, F. L. **Desempenho e qualidade de ovos de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com dietas contendo óleo de soja ou girassol e suplementada de vitamina E**. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, p.80, 2014.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, p.110, 2009.

SOUZA, D. H. **Torta de girassol na alimentação de frangas de reposição**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Ceará, p.113, 2018.

TAVÁREZ, M. A., *et al.* Effect of antioxidant inclusion and oil quality on broiler performance, meat quality, and lipid oxidation. **Poultry Science**, v.90, p.922–930, 2011.

TELLES, M.M. **Caracterização dos grãos, torta e óleo de três variedades de girassol (*Helianthus annuus* L.) e estabilidade do óleo bruto**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2006.

TURATTI, J. M.; PORTAS, A. A. Produção artesanal de óleo de girassol. **CATI-DSMM (Coordenadoria de Assistência Técnica Local)**, Campinas, SP, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Foreign Agricultural Service (FAS). **Oilseeds: World Markets and Trade**. Disponível em: < <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/tx31qh68h/7d2797406/cj82kp34g/oilseeds.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019.

URBANO, T. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperatura termoneutra e quente**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, p.60, 2006.

VERAS, A. G. **Rações enriquecidas com óleo de coco e óleo de canola no desempenho e no perfil lipídico da carne de codornas europeias**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Escola Agrícola de Jundiá, Unidade acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, p.64, 2017.

ZHAO, J. S; DENG, W; LIU, H.W. Effects of chlorogenic acid-enriched extract from *Eucommia ulmoides* leaf on performance, meat quality, oxidative stability, and fatty acid profile of meat in heat-stressed broilers. **Poultry Science**, v.98, n.7, p.3040-3049, jul, 2019.