



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CARLA NÁGILA CORDEIRO

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL DA TORTA DE GIRASSOL E SEU USO NA ALIMENTAÇÃO
DE CODORNAS DE CORTE**

FORTALEZA

2018

CARLA NÁGILA CORDEIRO

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL DA TORTA DE GIRASSOL E SEU USO NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

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

- C818d Cordeiro, Carla Nágila.
Determinação da composição química e valores de energia metabolizável da torta de girassol e seu uso na alimentação de codornas de corte / Carla Nágila Cordeiro. – 2018.
71 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.
1. Alimento alternativo. 2. Coturnix coturnix coturnix. 3. Desempenho. 4. Enzimas. 5. Subprodutos. I.
Título.

CDD 636.08

CARLA NÁGILA CORDEIRO

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL DA TORTA DE GIRASSOL E SEU USO NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.
Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 19 / 01 / 2018 .

BANCA EXAMINADORA

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

Prof.º Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.º Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.ª Dr. Silvana Cavalcante Bastos Leite (Conselheira)
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Prof.ª Dr. Irani Ribeiro Vieira Lopes (Conselheira)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

À DEUS, por ser o autor e consumidor da minha vida, socorro sempre presente na hora da angústia.

Aos meus pais, Carlos Alberto e Rosa Irene, aos meus irmãos, Carlos Filho e Adriana, a minha sobrinha, Heloisa, e a minha tia, Rita, pelo incentivo e compreensão, pois valeu a pena toda distância e renúncias.

À Silvana Leite, pelo exemplo de mulher cristã, e pelos inúmeros incentivos.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, porque Ele é quem dá a sabedoria, toda honra e glória é para Ele.

Aos meus familiares, por compreenderem minha ausência durante esse período de dedicação ao mestrado, e pela confiança creditada, mesmo quando não acreditava.

Ao meu orientador, Prof.º Dr. Ednardo Rodrigues Freitas, grande mestre, pela confiança e cruciais ensinamentos.

Ao coorientador, Dr. Rafael Carlos Nepomuceno, e a Dra. Sarah Gomes Pinheiro, pelas contribuições e sugestões para o melhor desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Prof.º Dr. Pedro Henrique Watanabe, Prof.º Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento, Prof.ª Dr. Silvana Cavalcante Bastos Leite, Prof.ª Dr. Irani Ribeiro Vieira Lopes, pelas sugestões e colaborações na melhoria da qualidade deste trabalho.

A todos os amigos do grupo NEPEAVI, em especial Davyd, Germana, Edibergue, Cirliane, Anna e André, por todo apoio e grande dedicação na condução dos experimentos, o qual foi de grande importância para o sucesso deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Claudio, Diego, Isaías, Ormani, e Elisvaldo, pela amizade e importante apoio durante a realização dos experimentos.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA), em especial Dona Rose, pelo importante apoio durante a realização das análises laboratoriais.

Ao Laboratório de Mecânica e Pavimentação dos Solos, pela realização das análises de qualidade óssea.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

A Universidade Federal do Ceará (UFC), pela ajuda na realização da pós-graduação, pela formação profissional e pessoal.

A todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a concretização deste trabalho.

Meu sincero obrigada!

“Não to mandei Eu? Sê forte e corajoso; não temas, nem te espantes, porque o senhor, teu Deus, é contigo por onde quer que andares. ”

(Josué 1:9)

RESUMO

Objetivou-se determinar as composições nutricional e energética da torta de girassol (TG) e avaliar os efeitos de sua inclusão na ração de codornas de corte, bem como da sua associação a um complexo enzimático (CE). Um ensaio de metabolismo utilizando o método de coleta total de excretas foi conduzido com 144 codornas de 21 dias de idade distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e seis repetições de oito aves. Os tratamentos consistiram em uma ração referência e duas rações testes em que a TG substituiu em 20% e 40% a ração referência. Observou-se que a composição nutricional da TG está dentro da variação já relatada na literatura e a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) determinada com substituição de 20% (2.629 kcal/kg de matéria seca) foi superior a determinada com substituição de 40%, sendo esse o valor recomendado para formulações das rações. Dois experimentos de desempenho foram realizados com codornas no período de 7 a 42 dias de idade. Em cada um, 432 aves foram distribuídas em DIC, com seis tratamentos e seis repetições de 12 aves. No primeiro, os tratamentos consistiram na inclusão de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25% de TG. Verificou-se redução linear no coeficiente de metabolização da matéria seca (CMMS) e energia bruta (CMEB) da ração com aumento de TG e, comparado ao grupo controle, a inclusão acima de 10% resultou em valores inferiores de CMMS e CMEB, enquanto, a inclusão de 20% e 25% reduziu o valor de EMAn. Para o ganho de peso, conversão alimentar, custo com alimentação por ganho de peso vivo, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) houve efeito quadrático, estimando-se melhores valores para essas variáveis em rações com níveis de TG de 15,5%, 14%, 15,48%, 15,4% e 15,4%, respectivamente. O peso da moela aumentou linearmente com o aumento da inclusão de TG e a qualidade óssea não foi influenciada pela inclusão da TG. Pode-se incluir até 25% na ração para codornas de corte, entre 7 e 42 dias de idade, sem prejuízos no desempenho. Contudo, a melhor conversão alimentar e viabilidade econômica ocorrem com a inclusão de 15% de TG. No segundo, utilizou-se um esquema fatorial 2x3, sendo dois níveis de TG (10% e 20%) e três formulações de rações (normal - calculada para atender às exigências nutricionais das aves; reduzida – redução na matriz nutricional e energética considerando a contribuição das enzimas; e reduzida com adição do CE). Não houve interação entre os níveis de TG e as formulações de rações. A inclusão de 10% de TG promoveu maior CMMS, CMEB e EMAn e menor peso de moela. O melhor coeficiente de metabolização do nitrogênio e EMAn foi obtido na ração normal e na reduzida com CE, e melhor rendimento de peito em aves alimentadas com ração reduzida com CE. As rações reduzidas com ou sem CE apresentaram melhor IEE e IC. Concluiu-se que o uso de complexo enzimático composto por carboidrases, proteases e fitase, possibilita

melhor metabolização do nitrogênio e energia da ração contendo torta de girassol e que é viável incluir até 20% de torta na ração sem a adição de enzimas.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Coturnix coturnix coturnix. Desempenho. Enzimas. Subprodutos.

ABSTRACT

This study aimed to determine the nutritional and energetic composition of the sunflower cake (SC) and evaluate the effects of its inclusion in the diet of meat-type quails, as well as its association with an enzymatic complex (EC). To determine the metabolizable energy, a metabolism test was conducted using the traditional method, total excreta collection, with 144 21-days-old quails distributed in a completely randomized design (CRD) in three treatments and six replicates of eight birds. Treatments consisted of one reference ration and two rations test which the SC replaced reference ration by 20% and 40%. It was observed that the nutritional composition of SC is within the range already reported in the literature and the nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn) determined with a substitution of 20% (2,629 kcal/kg of dry matter) was higher than that determined with 40%, which is the recommended value for feed formulations. Two performance experiments were performed with quails in the period from 7 to 42 days old. In each one, 432 birds were distributed in CDR, with six treatments and six replicates of 12 birds. In the first one, treatments consisted of inclusion of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25% of SC. There was a linear reduction in the dry matter metabolism coefficient (DMMC) and crude energy one (CEMC) of the ration with SC increase and, compared to the control group, the inclusion above 10% resulted in lower values of DMMC and CEMC, while, the inclusion of 20% and 25% reduced the AMEn value. For the weight gain, feed conversion, feed cost per live weight gain, economic efficiency index (EEI) and cost index (CI), there was a quadratic effect, estimating better values for these variables in rations with SC levels of 15.5%, 14%, 15.48%, 15.4% and 15.4%, respectively. The weight of the gizzard increased linearly with increased SC inclusion and bone quality was not influenced by the inclusion of SC. Up to 25% can be included in the quail feed, between 7 and 42 days old, with no impairment in performance. However, the best feed conversion and economical viability occurred with the inclusion of 15% SC. In the second, a 2x3 factorial scheme was used, with two SC levels (10% and 20%) and three rations formulations (normal - calculated to meet the nutritional requirements of the birds; reduced - nutritional and energy matrix reduction considering the contribution of enzymes and reduced with addition of EC). There was no interaction between SC levels and rations formulations. The inclusion of 10% of SC promoted higher DMMC, CEME and AMEn and lower weight of gizzard. The best metabolism coefficient of nitrogen and AMEn was obtained in normal and reduced rations with EC, and better breast yield in birds fed with reduced ration with EC. Reduced rations with or without EC showed better EEI and CI. It is concluded that the use of an enzymatic complex composed of carbohydrases, proteases and phytase, allows better metabolization of nitrogen and energy of the ration containing

sunflower cake and that it is feasible to include up to 20% of the SC in the diet without the addition of enzymes.

Keywords: Alternative food. Byproducts. Coturnix coturnix coturnix. Enzymes. Performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição bromatológica de diferentes tortas de girassol.....	23
Tabela 2 – Composição de aminoácidos totais e digestíveis da torta de girassol para frangos de corte.....	23
Tabela 3 – Composição centesimal e níveis nutricionais calculados da ração referência.....	34
Tabela 4 – Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais para codornas de corte	37
Tabela 5 – Contribuição nutricional e energética das enzimas	41
Tabela 6 – Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais para codornas de corte	42
Tabela 7 – Composição química e energética da torta de girassol, expressos na matéria seca	46
Tabela 8– Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da torta de girassol determinados com codornas de corte, expressos na matéria seca	47
Tabela 9— Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte contendo níveis crescentes da torta de girassol	48
Tabela 10 – Desempenho de codornas de corte alimentadas com torta de girassol no período de 7 a 42 dias de idade	50
Tabela 11– Rendimento de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa, gordura abdominal e porcentagem de moela e fígado de codornas de corte alimentadas com torta de girassol no período de 7 a 42 dias de idade	51
Tabela 12 – Parâmetros Ósseos do fêmur e da tíbia de codornas de corte alimentadas com torta de girassol.....	52
Tabela 13– Avaliação econômica da inclusão de torta de girassol na alimentação de codornas de corte.....	54
Tabela 14 – Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte, alimentadas com 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE).....	55
Tabela 15 – Desempenho de codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, alimentadas com níveis de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE)	56

Tabela 16 – Características de carcaça de codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, alimentadas com níveis de 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE)	57
Tabela 17 – Parâmetros Ósseo de codornas de corte alimentadas com níveis de 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE)	59
Tabela 18– Avaliação econômica de níveis de 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE) para codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Coturnicultura	15
2.1.1	<i>Coturnicultura de corte</i>	15
2.2	Alimentos alternativos para aves	17
2.2.1	<i>Semente de girassol e seus subprodutos</i>	19
2.2.1.1	<i>Óleo de girassol</i>	21
2.2.1.2	<i>Torta de girassol</i>	22
2.2.1.3	<i>Farelo de girassol</i>	25
2.3	Enzimas exógenas na alimentação de aves	29
2.3.1	<i>Uso de enzimas em rações contendo subprodutos da semente de girassol</i>	31
3	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1	Experimento 1 -Determinação da composição química e energia metabolizável da torta de girassol para codornas de corte	33
3.2	Experimento 2 – Diferentes níveis de torta de girassol nas rações de codornas de corte	35
3.2	Experimento 3 – Uso de enzimas em rações para codornas de corte contendo torta de girassol	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	Experimento 1 - Determinação da composição química e energia metabolizável da torta de girassol para codornas de corte	46
4.2	Experimento 2 – Diferentes níveis de torta de girassol nas rações de codornas de corte	47
4.2	Experimento 3 – Uso de enzimas em rações para codornas de corte contendo torta de girassol	54
5	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Com as mudanças no cenário de comercialização da carne proveniente da criação de codornas e a introdução de uma espécie destinada à produção de carne, um crescimento significativo é observado nos últimos anos na produção de codornas de corte, sendo uma alternativa para compor a alimentação humana. Ela está relacionada às características nutricionais e gastronômicas da carne, às possibilidades de geração de renda para pequenos produtores por investimento relativamente baixos, pequenas áreas requeridas, elevados índices produtivos e menores quantidades de dejetos produzidos (MÓRI *et al.*, 2005; MASSUDA; MURAKAMI, 2008).

No entanto, a baixa disponibilidade de informações relacionadas à criação de codornas de corte, quando comparada com a produção de frangos de corte, colabora para elevação dos custos de produção dessa espécie, principalmente a nutrição, que representa a maior proporção dos custos totais. Com isso, pesquisas são realizadas no intuito de utilização de alimentos alternativos que possam substituir os alimentos convencionais com a finalidade de redução dos custos com a alimentação.

Em meio aos alimentos alternativos capazes de substituir os alimentos convencionais, os subprodutos oriundos da produção de biocombustíveis possuem características nutricionais que favorecem sua utilização na alimentação animal. A crescente demanda nos últimos anos de óleos vegetais para produção de biodiesel aumentou a quantidade de subprodutos resultante do processamento de sementes de oleaginosas, como tortas e farelos, que não agregam importância alguma a indústria de petróleo.

A torta de girassol é um subproduto obtido através da prensagem mecânica da semente de girassol para extração de óleo na indústria de biodiesel, alimentícias e cosmética, apresentando potencial para ser utilizado na alimentação animal, pois apresenta na sua composição 26,06% de proteína bruta, 20,51% de extrato etéreo e 5.249 kcal/kg de energia bruta (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Os autores encontraram efeitos positivos da inclusão de torta de girassol na alimentação de frangos de corte sobre o ganho de peso quando comparados com animais alimentados com rações à base de milho e farelo de soja.

Contudo, sua utilização na alimentação de monogástricos é limitada pela presença de fatores antinutricionais, como elevado teor de fibra e presença de fitato, que dificultam a digestão e absorção dos nutrientes da dieta, conseqüentemente afetando o desempenho produtivo dos mesmos.

Nesse cenário, a utilização de complexos enzimáticos pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes das rações, reduzindo os efeitos negativos dos fatores antinutricionais. Essa utilização obtém melhor eficiência na utilização da torta de girassol na alimentação de monogástricos pela maior disponibilidade de nutrientes. Assim reduz a suplementação com outras fontes nas dietas para atender às exigências nutricionais das aves, diminuindo o custo com a alimentação e com a subsequente redução no custo de produção.

Assim, objetivou-se determinar o valor energético da torta de girassol e avaliar a digestibilidade de nutrientes das rações, desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade óssea e viabilidade econômica de codornas de corte alimentadas com rações contendo diferentes níveis de torta de girassol, associadas ou não a complexo enzimático.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Coturnicultura

As codornas tiveram origem no norte da África, Europa e Ásia, com classificação taxonômica pertencentes à família dos Fasianídeos (*Phasianidae*), da subfamília dos Pernicinidae e gênero *Coturnix*, classificação na mesma família das galinhas e perdizes (PINTO *et al.*, 2002).

Os primeiros registros de codornas são datados no século XII e, segundo alguns relatos, estas já tinham sido introduzidas no Japão no século XI. Com objetivo de produção de carne e ovos, em 1910, os japoneses começaram a estudar e realizar vários cruzamentos com codornas, oriundas da Europa e espécies selvagens, resultando na espécie *Coturnix coturnix japonica*, conhecida como codorna japonesa, com maior aptidão para produção de ovos (REIS, 1980 *apud* CARVALHO, 2011).

Segundo Pastore, Oliveira e Muniz (2012), as codornas foram introduzidas no Brasil por interesse no seu canto em 1959. No início da década de 70, essas aves começaram a ser exploradas para fins de produção comercial. Subseqüentemente, começou a surgir uma subespécie de codorna destinada para produção de carne, a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*), que ganhava peso em menor tempo e atingia maior peso aos 42 dias (280g), comparada a codorna japonesa (115g) (CAVALCANTE *et al.*, 2010). Além disso, o baixo custo requerido pela criação torna-se uma opção de diversificação agropecuária com alta rentabilidade.

A introdução da espécie europeia no Brasil possibilitou uma melhor comercialização de carne de codornas no país, uma vez que esses animais possuem crescimento acelerado quando comparados às codornas japonesas, chegando aos 35 dias de idade, pesando cerca de 25 vezes o peso ao nascer (SILVA *et al.*, 2012).

Atualmente, a demanda do consumidor por carne de qualidade e as vantagens na linha de produção tornam a criação de codornas promissora para o país, já que a ave é excelente produtora de carne e ovos, constituindo uma ótima alternativa de alimento proteico para compor a alimentação humana (PINTO *et al.*, 2002).

2.1.1 Coturnicultura de corte

Em 2015, o efetivo de codornas no Brasil foi de 21.987.842 animais, apresentando um aumento de 8,1% em relação a 2014, e 68% em relação a 2010. Independente do objetivo de criação, o maior número de codornas alojadas encontra-se na região Sudeste com 75,7%, seguida pela região Nordeste com 10,5%, sendo que o estado do Ceará suporta 35,5% da região nordeste, ocupando a quarta colocação entre os estados (IBGE, 2015).

A maior parte do plantel de codornas no Brasil está voltada para produção de ovos (MOTA *et al.*, 2015). Contudo, a produção crescente de codorna para carne vem sendo observada nos últimos anos, relacionada com a aceitabilidade do consumidor por possuir uma carne de alto valor nutritivo e peculiar sabor (PANDA; SINGH, 1990 *apud* SANTOS *et al.*, 2014b).

Segundo pesquisas realizadas, a carne de codornas é rica em vitaminas (B6, B1, B2 e niacina, ácido pantotênico), ácidos graxos e contém concentrações elevadas de Ferro (3,97 mg/100g), Cálcio (13 mg/100g) e Fósforo (275 mg/100g). Possui ainda um bom aporte de aminoácidos, 0,28% de triptofano, 0,94% de treonina, 1,61% de leucina, 1,64% de lisina, 0,59% de metionina e 0,34% de cistina (MORAES; ARIKI, 2009; *apud* FERNANDES, 2013). De acordo com Carvalho (2011), a carne da codorna é caracterizada por apresentar cor escura e textura macia, sendo considerada uma iguaria fina com preparação gastronômica similar ao preparo da carne de frango.

A codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) é a espécie utilizada para produção de carne. Essas codornas são criadas em sistema de confinamento sobre cama, sendo alimentadas com ração concentrada de acordo com um programa de alimentação constituído de uma ou mais rações ajustadas de acordo com as exigências nutricionais de cada fase. Isso permite sua criação em alta densidade, o que requer pouco espaço, além de manejo fácil e prático.

Outras vantagens da produção de codornas para corte, que desperta o interesse dos produtores e têm impulsionado o crescimento dessa cadeia produtiva, são a resistência a doenças, baixo consumo de ração, reduzindo custos de investimentos (BARRETOS *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2014b), e a menor produção de dejetos, devido seu pequeno porte, quando comparado a outras espécies de aves convencionais utilizadas para produção industrial (MÓRI *et al.*, 2005).

Esta espécie com aptidão para produção de carne evidencia melhor desempenho produtivo ao ser comparada com outros grupos genéticos (codorna japonesa e espécies Faraon e English-White) (CUNHA, 2009). Ela é caracterizada por possuir um crescimento acelerado, maior ganho de peso, precocidade ao abate, pequeno intervalo de gerações, maior rendimento

de carcaça (BARRETOS *et al.*, 2006), eficiência na utilização do alimento, melhor conversão alimentar e menor consumo de alimento para obtenção de cada 100g de peso corporal (ALMEIDA *et al.*, 2002).

Contudo, devido à grande deficiência de informações sobre o potencial produtivo, os dados de desempenho e exigências nutricionais de codornas de corte no Brasil tornam o produto final com custos elevados (MÓRI *et al.*, 2005). No entanto, o mercado é animador para produção de carne de codorna, pois em um curto espaço de tempo ocorreu um aumento no número de produtores com maior disponibilização de produtos com menor valor de aquisição (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012).

Diante disso, são necessários estudos na área da genética, manejo e principalmente na nutrição para aprimorar e potencializar a produção desses animais. Além do mais, buscar informações consistentes sobre a metabolização dos alimentos, principalmente alternativos, e seus efeitos sobre o desempenho dessas aves, reduz o uso de dados de outras espécies para formulações de rações e os custos com alimentação, uma vez que esta representa os maiores custos de produção, ofertando ao mercado consumidor um produto de qualidade.

2.2 Alimentos alternativos para aves

A alimentação é o componente dos custos de produção que mais onera a criação de aves, representado em torno de 70% dos custos totais de produção (SANTOS *et al.*, 2014a). Os elevados custos podem estar relacionados com os valores dos principais insumos que compõem as dietas e a proporção na qual são adicionados.

Convencionalmente utilizados nas formulações de aves, o milho e o farelo de soja são os principais alimentos que compõem a maior proporção das dietas de aves, por seu rico conteúdo energético e proteico, respectivamente. O farelo de soja é uma ótima fonte de proteína para alimentação animal por ser considerado um alimento com proteína de boa qualidade e com alta digestibilidade dos aminoácidos constituintes, responsável por 30% nos custos das rações (MANTOVANI *et al.*, 2000).

Por sua vez, o grão de milho possui elevado teor energético, por ter alta quantidade de carboidratos, principalmente amido, constituindo cerca de 72% de sua composição (SILVA, 2016), ocupando em torno de 65% das rações, responsável por 40% dos custos das rações, dependendo da época do ano (COSTA *et al.*, 2006).

Assim, com o objetivo de reduzir os custos com alimentação atendendo às exigências e otimizando o desempenho dos animais, vêm sendo realizados diversos estudos com alimentos alternativos que possam substituir os ingredientes convencionais utilizados.

Os alimentos alternativos são subprodutos provenientes de indústrias agropecuárias e alimentícias que são aptos a serem utilizados na alimentação animal, permitindo uma substituição significativa dos alimentos convencionais. Eles não prejudicam o desempenho, dão um real destino aos resíduos e evitam que sejam descartados no meio ambiente, assim reduzindo a poluição ambiental (AMORIM *et al.*, 2015).

Todavia, para utilização de determinados produtos na alimentação animal é necessário conhecer a composição química nutricional e energética dos mesmos, além da sua digestibilidade, do impacto que estes causam na produção animal, dos efeitos fisiológicos provocados, entre outros (OLIVEIRA; SANTOS; CUNHA, 2014). Esse conhecimento se torna importante para o desenvolvimento de rações balanceadas com precisão e baixos custos.

Outros pontos essenciais na decisão de utilização de alimentos alternativos na alimentação de aves estão relacionados ao valor econômico para obtenção dos insumos, disponibilidade comercial na região, qualidade e valores relativos de custos quando comparado aos convencionais e atender às condições de fabricação de rações da granja (FERREIRA, 2010).

Além disso, os alimentos alternativos podem possuir características nutricionais que limitam sua utilização, como os fatores antinutricionais que prejudicam a digestibilidade dos nutrientes ou afetam a resposta dos animais. No caso da presença, demanda verificação da existência ou não de técnicas nutricionais que possam melhorá-las ou inativá-las (SILVA, 2016).

O termo fator antinutricional é utilizado para caracterizar compostos ou classes presentes em produtos de origem vegetal que reduzem o valor nutritivo do alimento, afetando na digestão e absorção dos nutrientes e na utilização dos metabólitos da digesta pelo organismo do animal refletindo no desempenho dos mesmos (ANDRADE *et al.*, 2015).

O emprego das tabelas de composição química e exigências nutricionais para aves e suínos tem contribuído para o progresso da avicultura no Brasil, permitindo a elaboração de programas de alimentação para monogástricos com mais eficiência. Todavia, faz-se necessária a atualização constante dos valores químicos e das exigências nutricionais, além da adição de novas informações sobre alimentos que não foram incluídos nas tabelas, com o objetivo de aumentar e validar as informações. Assim obtém-se maior confiabilidade nas formulações de dietas, permitindo que as aves expressem seu potencial genético e promovam maior rentabilidade na produção.

A maioria das pesquisas utilizando alimentos alternativos para aves foram realizadas com frangos de corte e poedeiras. Contudo, as informações para codornas são limitadas. Nas formulações de rações, prevalece a utilização da energia metabolizável de alguns alimentos de outra espécie, resultando em programas de alimentação ineficientes, que podem influenciar o ganho de peso, a conversão alimentar e os custos finais de produção.

Dentre os alimentos alternativos utilizados recentemente, destacam-se os subprodutos da agroindústria resultantes da extração do óleo bruto das sementes de plantas oleaginosas, como o girassol, para a produção de biocombustível. Esses subprodutos são utilizados em pesquisas com ruminantes e com menor frequência em monogástricos.

2.2.1 Semente de girassol e seus subprodutos

As recentes preocupações com poluição ambiental nos últimos anos e o aquecimento global direcionaram a introdução de biocombustível na matriz energética brasileira por um programa do Governo Federal. Em 2008, passou a ser obrigatória a mistura de 2% de biodiesel puro, e ao passar dos anos a porcentagem de mistura foi aumentando de acordo com a legislação vigente, e conforme a lei 13.263/2016. A partir de março de 2017, a mistura passou a ser de 8% em volume (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO - ANP, 2017).

A crescente produção de biocombustível no Brasil requer uma maior produção de óleos vegetais, que são extraídos de plantas oleaginosas. O girassol (*Helianthus annuus*) é uma cultura de oleaginosa para produção de grão destinada à extração do óleo para fins alimentícios, produção de biocombustíveis, entre outros.

Esta cultura é considerada a mais importante base agrícola do programa nacional do combustível renovável (PEDREIRO *et al.*, 2009). A maior produção de girassol é destinada a produção de biodiesel, compreendida em torno de 90% (GOES *et al.*, 2010).

O cultivo do girassol vem conquistando os produtores brasileiros, pois apresenta uma boa opção para rotação e indicação para sucessão cultural. O girassol apresenta também reduzida incidência de pragas e doenças, boa qualidade dos grãos, mesmo quando colhido no período seco, tolerância à seca e ciclo agrícola curto, compreendido em 100 a 110 dias (EMBRAPA, 2017).

Segundo Scharlack (2015), cultivares de semente de girassol são divididos de acordo com a quantidade de óleo presentes nas sementes, classificadas em oleosa e não oleosa. As sementes oleosas são pequenas, com teores de 30% a 47% de óleo e difícil remoção de

casca, e são destinadas à extração de óleo. As sementes não oleosas são voltadas para a indústria alimentícia, possuem uma maior quantidade de casca, 40% a 45% do peso total da semente, com menor teor de óleo.

Segundo Mantovani *et al.* (2000), a semente de girassol apresenta teores em torno de 40% de gordura, 22% de proteína bruta, e valores de cálcio e fósforo compreendidos em 0,33% e 0,72%, respectivamente. Scharlack (2015) relatou que a característica física e a composição de lipídeos e minerais da semente de girassol podem variar de acordo com o seu cultivo, local, clima e tipos de fertilizante utilizado (SCHARLACK, 2015).

Apesar de serem ricas em óleo, as sementes de girassol contêm elevado teor de lignina, conseqüentemente, o teor de fibra em detergente ácido (FDA) é elevado (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Apresentam ainda compostos fenólicos em sua composição, com maior relevância o ácido clorogênico, em concentrações que variam de 1,1% a 4,5%, sendo em média de 2,8% nas sementes, cujas substâncias são responsáveis pela característica da cor verde escura ou marrom dos subprodutos do girassol. Apesar de não tóxicos, acarretam problemas na digestibilidade de proteínas (DORRELL, 1976 *apud* PEDREIRO, 2007).

A energia metabolizável da semente de girassol determinada com frangos de corte aos 20 dias de idade foi de 4.412 kcal/kg de matéria seca (MANTOVANI *et al.* 2000), demonstrando o elevado valor energético da semente integral, devido ao seu alto teor de gordura.

Ao avaliar a inclusão de semente de girassol em níveis de 0%, 1,4%, 2,8%, 4,2% e 5,6% na alimentação de galinhas poedeiras Lohmann com 25 semanas de idade, Tsuzuki *et al.* (2003) concluíram que o desempenho e a qualidade de ovos não foram influenciados pelos níveis de sementes, recomendando a inclusão de até 5,6% nas dietas de poedeiras.

Selvaraj e Purushothaman (2004) obtiveram melhoria na conversão alimentar de frangos de cortes alimentados com rações contendo 15% e 20% de sementes de girassol. Os autores observaram que aves alimentadas com rações contendo até 20% apresentaram consumo e ganho de peso semelhante ao tratamento controle. Contudo, Rodriguez *et al.* (2005) observaram que a inclusão de 10% e 20% de sementes de girassol em dietas de frangos de corte reduziram o ganho de peso e as aves alimentadas com rações contendo 20% diferiu das aves do grupo controle. Houve redução na digestibilidade da gordura, ácido oleico e ácidos gordurosos totais. Salari *et al.* (2009) recomendaram que a inclusão de até 21% de sementes de girassol em dietas de frango de corte pode ser realizada sem efeitos adversos sobre o desempenho, as características de carcaça, as atividades da enzima digestiva (protease e α -amilase) e parâmetros bioquímicos do sangue.

Devido ao elevado preço do óleo no mercado, frequentemente, as sementes não são utilizadas na forma integral na alimentação animal. Portanto, são submetidas a processamentos de extração do óleo através de sistemas mecânicos (prensas mecânicas) e sistemas químicos (solventes), resultando em dois subprodutos: a torta de girassol e o farelo de girassol, que é determinado pelo tipo de processamento aplicado para obtenção do óleo e a quantidade extraída.

2.2.1.1 Óleo de girassol

O óleo destinado à produção de biocombustíveis ou ao consumo humano é extraído da semente onde se concentra a maior quantidade de óleo, variando de 38% a 50% de óleo (AGUIAR, 2001).

De acordo com Dorrel e Vick (1997) *apud* Fernandes *et al.*, 2013), os processos de extração podem ser principalmente: extração por prensagem mecânica, prensagem mecânica e solvente, e exclusivamente por solvente. O rendimento de extração do óleo é afetado pelo método de extração utilizado, apresentando maior eficiência os métodos de extração por solvente ou prensagem seguidos do uso de solvente, quando comparado ao método de prensagem mecânica.

Em sua maior totalidade, o óleo de girassol é destinado à produção de biodiesel. No entanto, mesmo que não venha ser utilizado para esta finalidade, poderia ser utilizado para o consumo humano devido às grandes concentrações de ácido linoleico (51,98%) (ROSTAGNO *et al.*, 2017), aos 66% das gorduras poli-insaturadas presentes em sua constituição e à presença de compostos especiais como fitoesteróis, vitamina E, vitamina A e fosfolipídeos (FREITAS *et al.*, 1998; PEDREIRO, 2007).

As elevadas concentrações de ácido linoleico do óleo de girassol o tornam um bom indicador para o consumo humano, já que esse ácido é essencial ao bom funcionamento das funções fisiológicas do organismo, e o mesmo não possui capacidade de sintetizá-lo (FREITAS *et al.*, 1998).

Na extração do óleo de girassol, o processamento da semente é caracterizado, principalmente, por prensagem mecânica para obtenção inicial do óleo resultando na torta de girassol como resíduo. Em sequência, pode-se aumentar a eficiência de extração do óleo com uso de solvente no resíduo extraindo em quase totalidade o óleo, resultando em farelo de girassol como subproduto. Os subprodutos resultantes da extração do óleo de semente de girassol não são relevantes para a indústria sendo destinados ao descarte.

Considerando que a semente de girassol apresenta teores elevados de proteína, gordura, cálcio e fósforo, e os subprodutos são resultantes do processamento da semente extraindo somente gordura. Entende-se que esses subprodutos são ricos em proteína, cálcio e fósforo. Uma alternativa para agregar valor aos subprodutos é considerar o seu uso na alimentação de animais como alternativa em substituição aos alimentos convencionais, em virtude do valor nutricional, além de evitar a eliminação dos resíduos no meio ambiente (CORREIA *et al.*, 2012).

2.2.1.2 *Torta de girassol*

Além do óleo, o processo utilizado para a extração através da prensagem mecânica a frio da semente resulta na torta de girassol. A prensagem mecânica é uma técnica de esmagamento do grão, sem prévio cozimento, com a utilização de uma prensa em forma de parafuso para extração do óleo, resultando em um produto com 18% de gordura em sua composição (OLIVEIRA, 2003).

Este processamento possui rendimento em torno de 30% de óleo do peso total da semente, variando de acordo com o cultivar de girassol e o teor de óleo contido na semente, apresentando menor eficiência quando comparado com a extração utilizando solvente (PEDREIRO, 2007).

A torta de girassol possui um elevado teor de proteína, fibra, extrato etéreo, cálcio e fósforo (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Caracterizada como alimento proteico é rico em ácidos graxos insaturados (SANTOS, 2008), apresenta características nutricionais desejáveis para uso na alimentação animal. Além disso, apresenta melhoria no consumo, por possuir boa palatabilidade, possibilidade de efeito extra calórico, pela densidade energética, o que influencia positivamente a conversão alimentar (PEREIRA *et al.*, 2003).

A inclusão de subprodutos na nutrição animal requer um conhecimento de sua composição química, digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos para que seus benefícios sejam melhor explorados obtendo maior viabilidade de produção, já que os subprodutos apresentam uma maior variação quando comparados com os alimentos convencionais (PEREIRA *et al.*, 2011). A composição bromatológica de diferentes tortas de girassol é apresentada na Tabela 1 e a composição de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte na Tabela 2.

Tabela 1 – Composição bromatológica de diferentes tortas de girassol

Itens	Goes <i>et al.</i> (2010)	Pereira <i>et al.</i> (2011)	Correia <i>et al.</i> (2012)	Oliveira <i>et al.</i> (2012)	Santos <i>et al.</i> (2012)	Berwanger <i>et al.</i> (2014)
MS (%)	87,43	83,65	97,18	91,62	93,50	92,17
PB (%)	30,33	22,33	27,33	26,06	26,00	24,37
EE (%)	-	11,63	4,19	20,50	22,10	23,80
FDN (%)	32,26	53,77	39,53	31,49	36,70	35,32
FDA (%)	20,83	16,68	28,71	27,73	28,80	22,30
MM (%)	4,70	-	5,45	4,06	4,70	4,10
Ca (%)	-	-	-	-	-	0,72
P (%)	-	-	-	-	-	0,23

Fonte: Elaboração próprio autor

Tabela 2 – Composição de aminoácidos totais e digestíveis da torta de girassol para frangos de corte

Aminoácidos	Aminoácidos totais (%)	Aminoácidos digestíveis (%)
Lisina	0,85	0,60
Treonina	0,98	0,59
Metionina	0,54	0,47
Metionina+Cistina	0,94	0,70
Arginina	1,97	1,80
Histidina	0,64	0,44
Isoleucina	1,00	0,77
Leucina	1,64	1,29
Valina	1,20	0,84

Fonte: Adaptado de Berwanger *et al.* (2014)

A torta de girassol apresenta um conjunto de características positivas que torna possível sua incorporação na alimentação animal como ingrediente alternativo, evitando o descarte ao meio ambiente. Na literatura, alguns trabalhos avaliaram a utilização da torta de girassol na alimentação de aves.

Avaliando a inclusão de até 30% de torta de girassol, Kalmendal *et al.* (2011) relataram influências significativas do aumento de inclusão sobre o ganho de peso, digestibilidade ileal de gordura e proteínas, digestibilidade de energia, cinzas e na saúde intestinal de frangos de corte. De acordo com os autores, considerando a conversão alimentar, o nível de torta de girassol mais indicado foi de 20%.

Com o objetivo de determinar a digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos da torta de girassol para frangos de corte, Oliveira *et al.* (2012) realizaram um experimento incluindo 20% de torta de girassol na ração teste. Os autores determinaram coeficiente de digestibilidade de 60,70% para proteína bruta, 81,53% para extrato etéreo e 2.800

kcal/kg na matéria seca para energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).

Por sua vez, Berwanger *et al.* (2014) constataram valores de 2.150 kcal/kg de EMAn na matéria seca, cuja diferença pode estar relacionada com a composição nutricional da torta de girassol, devido ao maior teor de fibra em detergente neutro e menor energia bruta.

Ao estudar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol, Fonseca *et al.* (2007 *apud* COSTA JÚNIOR *et al.*, 2015) não encontraram diferenças estatísticas para ganho de peso na fase final. Ao incluir 12% de torta de girassol, houve uma redução linear à medida que a torta de girassol foi incluída nas rações de frangos de corte na fase de crescimento, afetando a qualidade da carcaça.

Oliveira *et al.* (2012) realizaram um experimento para determinar o melhor nível de inclusão de torta de girassol em rações para frangos de corte. Esse experimento utilizou 420 aves em duas idades diferentes (inclusão aos 20 e aos 34 dias de idade), alimentadas com níveis crescentes de 6%, 12% e 18% de inclusão de torta de girassol nas dietas. Os autores observaram que a inclusão de 18% de torta de girassol nas dietas de frangos de corte pode ser realizada aos 20 ou 34 dias sem afetar o desempenho.

Pinheiro *et al.* (2013), em um experimento, utilizaram 7%, 14% e 21% de inclusão de torta de girassol na alimentação de frangas de reposição na fase de recria, 10 a 16 semanas de idade. Os autores não observaram efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, comprimento do metatarso, níveis de triglicérides e colesterol. Em outro estudo, os autores também não observaram diferença significativa na produção de ovos de poedeiras semipesadas de 18 a 46 semanas de idade alimentadas com os mesmos níveis usado na fase de recria.

Costa Júnior *et al.* (2015) avaliaram a inclusão de 5%, 10% e 15% de torta de girassol nas dietas de frango de corte caipira sobre o desempenho produtivo e a viabilidade econômica. Esses estudiosos concluíram que 15% de torta de girassol na dieta de frango de corte caipira pode ser administrada sem influenciar negativamente o desempenho nas fases de crescimento e terminação.

Berwanger *et al.* (2017a) estudaram a inclusão de torta de girassol em rações de frango de corte de 1 a 21 dias de idade e verificaram que o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça reduziram linearmente. A deposição de gordura aumentou linearmente com o aumento dos níveis de torta de girassol e ocorreu pelo menos uma alteração

no duodeno, jejuno e íleo. Contudo, segundo os pesquisadores, os efeitos negativos causados nesta fase não influenciaram o desempenho dos frangos de corte aos 42 dias.

Em outro estudo, Berwanger *et al.* (2017b) sugeriram que a torta de girassol pode ser incluída em rações de frangos de corte a partir de 22 dias de idade até o abate em até 10% sem prejudicar o desempenho dos animais e em até 5% sem afetar a utilização dos nutrientes.

2.2.1.3 Farelo de girassol

O farelo de girassol constitui o principal subproduto obtido após a extração de óleo por meio de solvente (hexano) em escala industrial, que apresenta grande eficiência e resulta na retirada de boa parte da gordura presente na semente, podendo produzir 30% de farelo de girassol (SANTOS, 2008), um subproduto rico em fibra e com menor porcentagem de gordura (1,5% de gordura na matéria seca) (SANTOS *et al.*, 2014b).

O processamento utilizando solvente pode ser realizado após a prensagem da semente cozida ou utilizar somente o solvente para extração. Inicialmente são retiradas as impurezas das sementes, para posterior retirada de casca e depois são submetidas a um cozimento a 85-90°C por 15 a 20 minutos. As sementes são então prensadas para remoção de parte do óleo antes da extração com solvente. Em seguida, extrai-se o remanescente do óleo, resultando no farelo de girassol, que é tostado para a total remoção do solvente (FERNANDES *et al.*, 2013).

A composição dos subprodutos pode variar em função das características da semente utilizada, do processamento aplicado para extração do óleo e o grau de remoção de casca, sendo a quantidade de casca, o fator que mais torna variável a composição dos subprodutos da semente de girassol, depreciando a qualidade do subproduto (PEDREIRO, 2007; OLIVEIRA, 2008). Segundo Aguiar (2001), o farelo de girassol oriundo de sementes com casca apresenta 24% de fibra bruta, enquanto os obtidos de sementes descascadas contêm um valor reduzido em 12% de fibra.

O farelo de girassol apresenta valores médios de 33,4% de proteína bruta (PB), 1,98% de extrato etéreo (EE), 40,7% de fibra em detergente neutro (FDN), 26,3% de fibra em detergente ácido (FDA), 1,14% de lisina, 0,35% de cálcio, 0,98% de fósforo total e 4216 kcal/kg de energia bruta (ROSTAGNO *et al.*, 2017). Pode ser caracterizado como um alimento proteico com variações entre 28% e 44% de proteína em sua composição (FERNANDES *et al.*, 2015). Ele representa uma boa opção de alimento alternativo para compor as dietas das aves em substituição total ou parcial da fonte proteica convencional, o farelo de soja.

Apesar de ser um subproduto proteico e com adequado balanço de aminoácidos, a quantidade de lisina contida no farelo de girassol apresenta 40% do total de lisina presente no farelo de soja (2,8%) (ROSTAGNO *et al.*, 2017). O subproduto é um alimento deficiente em lisina (ARAÚJO *et al.*, 2014), o que torna necessária a suplementação desse aminoácido por outras fontes, como a lisina sintética, ou suplementação da enzima protease. A digestibilidade de proteínas e aminoácidos protegidos pela parede celular melhora, atendendo às exigências proteicas dos animais quando os subprodutos do processamento da semente de girassol forem adicionados à alimentação de aves.

Tavernari *et al.* (2009), com o objetivo de avaliar os efeitos do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte, concluíram que a inclusão de 20% do mesmo não prejudica o desempenho e as características de carcaça. Todavia, as rações foram suplementadas com lisina para atender às exigências nutricionais requeridas pelos animais.

A fim de avaliar o desempenho de aves Label Rouge alimentadas com rações contendo farelo de girassol em substituição parcial a proteína do farelo de soja, Lima *et al.* (2013) determinaram que o farelo de girassol pode substituir em até 15% a proteína do farelo de soja quando se faz a suplementação adequada de lisina e de metionina.

A inclusão de até 10% de farelo de girassol nas dietas de frango de corte não afetou o desempenho, as características de carcaça, o peso de órgãos internos (moela, fígado, coração, baço), a quantidade de gordura, o perfil lipídico e a umidade da cama quando as rações continham níveis adequados de energia e lisina (ATTIA *et al.*, 2016).

Oliveira *et al.* (2016) verificaram que a inclusão de farelo de girassol nas dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias prejudicou o desempenho e a morfometria intestinal das aves. Aos 42 dias, os frangos alimentados com farelo de girassol não conseguiram recuperar os efeitos causados na fase de 1 a 21 dias. Contudo, as características de carcaça não foram influenciadas.

Ozturk *et al.* (2017) observaram que a substituição de farelo de soja por farelo de girassol em até 100% não prejudicou o consumo de ração e a conversão alimentar de frangos de corte. No entanto, o ganho de peso e a rendimento de carcaça foram influenciados negativamente pela substituição de 50% e 100% do farelo de soja pelo farelo de girassol.

Outros estudos foram realizados para determinar a digestibilidade dos nutrientes e os valores de energia metabolizáveis do farelo de girassol para aves (MANTOVANI *et al.*, 2000; STRINSHINI *et al.*, 2000; TAVERNARI *et al.*, 2010; FERNANDES *et al.*, 2017). Valores de energia metabolizável de 1883 kcal/kg e 1795 kcal/kg são apresentados por Tavernari *et al.* (2010) e Rostagno *et al.* (2017), respectivamente. Existe uma grande variação

nos valores de energia metabolizável do farelo de girassol que pode ser explicada pela variação na composição química do farelo de girassol ou variações fisiológicas dos animais utilizados.

Ao comparar a energia metabolizável do farelo de girassol (1795 kcal/kg) com a energia metabolizável do farelo de soja (2295 kcal/kg), é observado que existe uma menor eficiência de degradação e absorção dos nutrientes pelos animais para o farelo de girassol uma vez que a quantidade de energia bruta do farelo de girassol (4216 kcal/kg) é maior do que os 4161 kcal/kg presentes no farelo de soja (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

A menor eficiência de utilização dos nutrientes do farelo de girassol pode estar relacionada com a presença de fatores antinutricionais, como alto teor de fibra, ácido clorogênico e ácido fítico, que prejudicam a digestão e absorção dos nutrientes.

2.2.2 Fatores antinutricionais dos subprodutos da semente de girassol

Produtos de origem vegetal podem apresentar fatores antinutricionais que limitam a utilização de níveis mais elevados nas dietas de aves, pois influenciam negativamente a digestibilidade dos nutrientes e o trânsito da digesta (causando lentidão e formação de gel). Além disso, causam alterações hormonais, raras lesões nos órgãos, proliferação de microorganismos (patógenos ou competidores por nutrientes com o animal), produção de bactérias que degradam proteínas afetando a absorção de nutrientes e conseqüentemente o desempenho dos animais (CAMPESTRINI *et al.*, 2005; TORRES, 2003).

O teor de fibra é um fator limitante para a inclusão de subprodutos de sementes de girassol nas dietas dos animais monogástricos. A inclusão de alimentos fibrosos pode prejudicar o desempenho das aves, uma vez que, em elevadas concentrações, a fibra influencia o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (TGI). Também dificulta o acesso das enzimas ao conteúdo celular, o que torna os nutrientes menos digeríveis, afetando assim, a energia metabolizável da dieta (WARPECHOWSKI, 2005).

A parede celular é composta principalmente de carboidratos que consistem de microfibrilas de celulose insolúveis e uma fração principal de β -glucano e arabinoxilana, o que impede a ação de enzimas digestíveis endógenas ao conteúdo celular das sementes. Esta última fração é de maior importância para nutricionistas, uma vez que os β -glucano e arabinoxilana se tornam solúveis após o processo de digestão, impactando a viscosidade da dieta. Além de causar deficiência no aproveitamento de nutrientes, aumento no crescimento microbiano, conseqüentemente baixa produção dos animais (BOZUTTI, 2009).

A fibra do farelo de girassol apresenta, em sua maior totalidade, características de fibra insolúvel. Os constituintes do PNA's são representados por ramanose (0,30%), galactose (1,00%), manose (1,30%), arabinose (2,60%), xilose (8,30%) e glicose (17,60%) em quantidades mais expressivas de característica insolúvel (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

A fibra insolúvel, diferente da fibra solúvel, não possui capacidade de retenção de água, não forma gel no trato gastrointestinal e tem fermentação limitada. Contudo, essas fibras aumentam a velocidade de passagem e diminuem o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal. Esse fato pode estar relacionado com o estímulo decorrente da presença da fibra insolúvel sobre a parede do intestino e induz ao aumento da motilidade e taxa de passagem (WARNER, 1998 *apud* MONTEIRO, 2005), diminuindo o tempo de acesso das enzimas aos nutrientes.

Outro fator que restringe a utilização em elevadas quantidades da inclusão de subprodutos oriundos da semana de girassol é o ácido clorogênico (ACG), que através da enzima polifenoxidase aquosa resulta em compostos que podem ligar-se com os aminoácidos, lisina, cisteína, metionina e triptofano, as chamadas reações de coloração. Esses compostos alteram as características organolépticas e a vida útil das proteínas, tornando-as menos biodisponíveis e reduzindo a disponibilidade de aminoácidos essenciais (PEDROSA *et al.*, 2000).

Para redução dos efeitos desse composto fenólico, vários estudos foram realizados para remoção do ácido clorogênico dos alimentos como utilização de solvente orgânicos e água, soluções ácidas e salinas, filtração com membranas ou a utilização em conjunto desses métodos (FERNANDES *et al.*, 2013). Além da incorporação de enzimas nas rações para melhorar a viabilidade da proteína do farelo de girassol.

Existe uma grande atenção no tocante à remoção desse composto fenólico, pois afeta negativamente a digestibilidade de proteína. A utilização de enzimas nas dietas proporciona uma melhor eficiência na digestão sem que estes necessitem de remoção, pois apresentam atividade antioxidante que possui características positivas para o organismo, evitando riscos elevados de aparecimento de doenças cancerígenas (SCHARLACK, 2015).

Outro fator antinutricional é a indisponibilidade de fósforo contido na molécula de ácido fítico ou fitato presente nos produtos de origem vegetal, que representam a maior forma de reserva de fósforo dos vegetais. Os animais monogástricos possuem capacidade reduzida de degradar a molécula de fitato, aproveitando aproximadamente 30% da quantidade do fósforo presente nos vegetais (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

O fitato é um ânion que tem a capacidade de formar uma ampla variedade de sais insolúveis com cátions importantes nutricionalmente, bivalentes e trivalentes (LELLIS *et al.*, 2010), interferindo na absorção dos minerais (Ca, Fe, Mg, Na e Cu), aminoácidos, e podendo também inibir a atividade enzimática de algumas enzimas (tripsina e pepsina) (CAMPESTRINE *et al.*, 2005).

Além disso, esse composto inibe a ação de enzimas endógenas (pepsina, tripsina e α -amilase) (LELLIS *et al.*, 2010), reduz a digestibilidade de outros nutrientes, gera complexos com menor grau de solubilidade e obtém mais resistência à proteólise (LIMA, 2008).

Este mineral é essencial nas dietas de aves e a utilização com maior eficiência da quantidade contida no farelo de girassol pode tornar a atividade mais rentável, pois segundo Rostagno *et al.* (2017), 66% do fósforo total do farelo de girassol é na forma de fósforo fítico. Segundo Torres (2003), o fósforo contido na molécula de fitato é um mineral indisponível para as aves, principalmente em animais jovens, pois estes não produzem a fitase endógena. Contudo existem afirmações que aves adultas produzam-na em pequenas quantidades.

De tal modo, a incapacidade de digestão pelo organismo animal do fitato e capacidade de ligações com minerais e aminoácidos prejudicará o desempenho produtivo e causará problemas ao meio ambiente pela grande quantidade de elementos excretados. A maior excreção de fósforo inorgânico e ácido fítico causa eutrofização e nitrificação, problemas sérios que agridem ao meio ambiente (FUKAYAMA *et al.*, 2008). Também elevam os custos das rações, sendo necessária a inclusão de aditivos ou outras fontes inorgânicas que venham atender às necessidades requeridas pelo animal.

Os efeitos negativos causados por fatores antinutricionais, como a fibra, ácido clorogênico e fitato, presentes nos subprodutos da semente de girassol, tornam seu uso limitado na alimentação de monogástricos. Esses efeitos podem ser minimizados com a utilização de enzimas exógenas que melhorem a digestibilidade dos nutrientes encapsulados, disponibilizando carboidratos, proteínas e minerais, principalmente o fósforo contido na molécula de fitato. Ademais, sem necessidade de suplementá-los com outras fontes que oneram as dietas de aves.

2.3 Enzimas exógenas na alimentação de aves

Um grande número de pesquisas com enzimas na alimentação de aves tem sido desenvolvido nos últimos anos. Isso ocorre em virtude da incapacidade dos animais em digerir certos componentes de parede celular, pela ausência ou secreção insuficiente de enzimas que

atuem liberando nutrientes para metabolização, principalmente em animais jovens que não se adaptaram ainda a novos substratos (FORTES, 2014).

As enzimas são proteínas globulares responsáveis por catalisar reações bioquímicas e aumentar a velocidade das reações no organismo, atuando em um substrato específico, de acordo com temperatura, umidade e pH adequados (CAIRES *et al.*, 2008). São adicionadas as rações com a finalidade de complementar a atividade de enzimas digestórias do próprio animal e disponibilização de enzimas que não são sintetizadas ou sintetizadas em pequenas quantidades pelo organismo animal (CAMPESTRINI *et al.* 2005).

As carboidrases são enzimas responsáveis pela hidrólise dos PNA's, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* (CONTE *et al.*, 2003). Elas são representadas, principalmente, pelas xilanases, celulasas e as glucanases, as quais não são sintetizadas pelo organismo animal (BRITO *et al.*, 2008). A suplementação enzimática é necessária, pois torna os polissacarídeos não amiláceos mais digestíveis e reduz a viscosidade intestinal, favorecendo a disponibilização de nutrientes encapsulados e mudanças na flora intestinal (CHOCT, 2006 *apud* IWAHASHI *et al.*, 2011).

As proteases são enzimas que atuam melhorando a utilização de proteína e pertencem à família das hidrolases. Inclusive atuam clivando ligações peptídicas da molécula de proteína em peptídeos e aminoácidos, facilitando a sua absorção (SAMAY, 2012). Essas enzimas são divididas de acordo com o local de atuação, em endopeptidases, que quebram ligações peptídicas dentro da molécula (FORTES, 2014), e em exopeptidases, que clivam ligações peptídicas próximas ao grupo amino (aminopeptidases) ou carboxi terminal (cabyeptidases) (DESSIMONI, 2011).

Dessa maneira, as proteases exógenas atuam na quebra de proteínas impossíveis de serem degradadas por enzimas endógenas, presentes na maioria dos vegetais, melhorando o valor nutricional dos alimentos. Essas proteínas são denominadas de proteínas de armazenamento ou reserva. São formadas, principalmente, durante o desenvolvimento dos grãos e possuem capacidade de quelatar com o amido, resistindo ao processo de digestão (BARLLETTA, 2010).

Além de apresentar essas propriedades, a protease aumenta a produção de peptidase endógena que atua nos peptídeos já liberados pelas enzimas exógenas, diminuindo o *turnover* proteico, obtendo assim, um melhor aproveitamento dos aminoácidos (ISAKSEN *et al.*, 2011; *apud* PARIZIO,2014).

A fitase é uma enzima produzida em escala industrial por um número pequeno de organismos, principalmente, o *Aspergillus* (CAMPESTRINI *et al.*, 2005). A enzima apresenta

benefícios ao ser adicionada às rações, como melhoria na energia metabolizável, melhor digestibilidade de proteína bruta e fósforo, maior retenção e redução dos teores de fósforo excretado (LELLIS *et al.*, 2010).

A utilização de enzimas exógenas, como a fitase, pode melhorar a disponibilidade de fósforo hidrolisando a molécula de ácido fítico desdobrando-o para liberação de composto como ortofosfatos até inositol para serem absorvidos (TORRES, 2003). Sua utilização favorece o retorno econômico da indústria avícola, uma vez que o fósforo inorgânico representa a terceira suplementação mais cara da ração. O uso é ecologicamente correto, pois reduz a excreção de ácido fítico, potencial poluente ao meio ambiente (SCHOULTEN *et al.*, 2003).

As enzimas exógenas caracterizam-se por tornar os nutrientes mais digestíveis, disponibilizando carboidratos, proteínas, gorduras e minerais encapsulados pela parede celular. A atividade das enzimas endógenas é otimizada, provocando melhoria na morfometria intestinal, na saúde e na imunidade dos animais. São reduzidos os efeitos indesejáveis dos fatores antinutricionais presentes nos ingredientes de origem vegetal e a excreção de elementos químicos, possíveis poluentes do meio ambiente (SAKOMURA *et al.*, 2014).

2.3.1 Uso de enzimas em rações contendo subprodutos da semente de girassol

Recentemente, algumas pesquisas foram realizadas com o objetivo de avaliar a influência da suplementação enzimática nas rações contendo torta ou farelo de girassol para aves. Contudo, os efeitos relatados na literatura da ação das enzimas, principalmente as carboidrases, proteases e fitase, sobre a utilização dos nutrientes e o desempenho zootécnico das aves alimentadas com esses subprodutos são contraditórios.

Efeitos positivos da inclusão do farelo de girassol suplementados com complexo enzimático (celulase, β -glucanase, xilanase e fitase) nas rações de frango de corte foram relatados por Tavernari *et al.* (2008), que observaram que aves alimentadas com 20% de farelo de girassol suplementado com enzimas apresentaram melhor digestibilidade de cálcio e fósforo do que aves alimentadas sem suplementação enzimática.

Araújo *et al.* (2014) observaram efeito positivo da adição de carboidrases e fitase ao suplementar rações contendo 8% de farelo de girassol para frango de corte de 21 a 42 dias de idade sobre o consumo de ração.

Ao suplementar rações contendo níveis crescente de inclusão de farelo de girassol com complexo enzimático, Oliveira *et al.* (2016) observaram que o complexo enzimático não foi suficiente para reduzir os efeitos causados no desempenho de frango de corte a medida que

aumentava os níveis de farelo de girassol nas rações. Contudo, as aves alimentadas com rações contendo enzimas apresentaram maior consumo de ração e ganho de peso quando comparados as aves alimentadas sem adição de enzimas, independente dos níveis de farelo de girassol.

Alagawany *et al.* (2015), estudando os efeitos de rações contendo farelo de girassol em substituição parcial ao farelo de soja suplementadas com enzimas, observaram que a substituição de 50% de farelo de girassol suplementado com enzimas melhorou a atividade das enzimas endógenas (protease e amilase), em comparação as aves alimentadas sem suplementação de enzimas.

Ozturk *et al.* (2017) relataram que a adição de enzimas não foi efetiva em diminuir os efeitos negativos observados no ganho de peso de aves alimentadas com farelo de girassol em substituição parcial ao farelo de soja suplementadas com enzimas (xilanase, glucanase, arabinase, sellobiase, pectinase, protease e alfa-amilase).

Berwanger *et al.* (2017a), observaram que a suplementação de enzimas não reduziu os efeitos negativos dos elevados níveis de torta de girassol na alimentação de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Contudo, as aves que receberam rações contendo enzimas na primeira fase, apresentaram maior consumo de ração, ganho de peso e peso final e melhor rendimento de carcaça, coxa e peito, quando comparados com as aves alimentadas com ração sem adição de enzimas.

Em um outro experimento Berwanger *et al.* (2017b) avaliaram os efeitos da torta de girassol suplementada ou não com complexo enzimático incluídas aos 22 dias de idade até o momento do abate. Os pesquisadores concluíram que a suplementação enzimática não melhorou os efeitos negativos causados pela inclusão de torta de girassol. Contudo, as rações contendo enzimas melhoraram a utilização dos nutrientes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFC) da Universidade Federal do Ceará, sob o protocolo nº 125/2017 de 26 de outubro de 2017.

Dois experimentos foram conduzidos 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. A torta de girassol foi obtida de sementes de girassol com casca, através do método de prensagem mecânica, para remoção do óleo, com a utilização de uma prensa mecânica da empresa Scott Tech, modelo ERT 40-V1, com potência de 0,75 KW e capacidade de processamento de semente de girassol de 6kg/h.

3.1 Experimento 1 - Determinação da composição química e energia metabolizável da torta de girassol para codornas de corte

Inicialmente foi conduzido um ensaio de metabolismo com codornas de corte usando o método tradicional de coleta total de excretas. Foram utilizadas 144 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) a partir de 21 dias de idade, por um período de 8 dias, sendo quatro dias para adaptação às condições experimentais e quatro dias para a coleta das excretas para posterior análises.

Os animais foram manejados de acordo com recomendações técnicas para o período de 1 a 20 dias de idade. Aos 21 dias as aves foram pesadas e selecionadas de acordo com peso médio, segundo Sakomura e Rostagno (2007).

As aves foram alojadas em baterias de gaiolas metálicas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos, seis repetições com 8 aves por unidade experimental e peso médio inicial por parcela de $1,190\text{kg} \pm 0,004$.

Durante todo o período experimental, a água e a ração foram ofertadas à vontade e os comedouros foram abastecidos com ração duas vezes ao dia, a fim de evitar desperdícios. Foi adotado um programa de luz com 24 horas por dia (natural + artificial), utilizando lâmpadas fluorescentes de 40 watts, com a finalidade de estimular o consumo de ração.

Os tratamentos consistiram em uma ração referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 3), considerando os níveis nutricionais recomendados por NRC (1994), e duas rações testes, com substituição de 20 e 40% da ração referência pela torta de girassol com base na matéria natural. Assim, os tratamentos utilizados foram descritos da seguinte forma: T1-

ração referência, T2 - 80% ração referência + 20% torta de girassol e T3 - 60% ração referência + 40% torta de girassol.

Tabela 3 – Composição centesimal e níveis nutricionais calculados da ração referência

Ingredientes	%
Milho	51,19
Farelo de soja	43,95
Óleo de soja	1,94
Calcário calcítico	1,20
Fosfato bicálcico	0,93
Sal	0,33
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,20
DL- metionina	0,16
Cloreto de colina	0,05
Coxistac	0,05
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICO CALCULADO	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.900
Proteína bruta (%)	24,00
Fibra em detergente neutro (%)	12,16
Fibra em detergente ácido (%)	5,27
Cálcio (%)	0,80
Fósforo digestível (%)	0,28
Sódio (%)	0,15
Cloro (%)	0,24
Lisina digestível (%)	1,23
Metionina digestível (%)	0,47
Metionina + Cistina digestível (%)	0,79
Treonina digestível (%)	0,83
Triptofano digestível (%)	0,28

¹Composição por kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mg; Fonte: Elaboração próprio autor

A ração foi pesada no início e no final do período das coletas para quantificar o consumo de ração.

A amostra da torta de girassol foi encaminhada ao LANA do DZ/CCA/UFC para análise da composição química. Neste local, foram determinados os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro, segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) e a energia bruta obtida através de uma bomba calorimétrica marca PARR modelo 1241EA.

Para a coleta das excretas, foram utilizadas bandejas de alumínio individualizadas por parcela experimental sob as gaiolas e previamente revestidas com plástico com o objetivo de evitar perda de amostra de excretas.

As excretas produzidas dentro do período de coleta para análise foram identificadas a partir da adição de 1% de óxido férrico nas rações, como marcador para sinalizar o início e o final das coletas.

As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 horas). Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição, pesadas e congeladas em *freezer* a -20 °C até o final do período experimental.

Para análise das amostras de excretas foi feito o descongelamento do material à temperatura ambiente, homogeneizado individualmente para a retirada de uma amostra. A pré-secagem foi realizada em estufa de ventilação forçada a 55° C, por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm para posterior análises.

As amostras das excretas e das rações experimentais foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do DZ/CCA/UFC para a determinação da matéria seca e do nitrogênio, segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica marca PARR modelo 1241EA.

Para os cálculos dos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), foram utilizados os dados laboratoriais aplicando-os às equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Os dados foram submetidos a análises estatísticas utilizando o SAS (2000) e as médias comparadas pelo teste de SNK, a 5% de significância.

3.2 Experimento 2 – Diferentes níveis de torta de girassol nas rações de codornas de corte

O segundo experimento consistiu em avaliar a metabolização dos nutrientes das rações, desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade óssea e viabilidade econômica de codornas de corte alimentadas com níveis crescentes de torta de girassol. Foram utilizadas 432 codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, alojadas em um galpão convencional de alvenaria com dimensões de 9,5 m de largura e 9m de comprimento, distribuídas em 36 boxes com dimensões de 0,60 x 0,60m, contendo comedouros tipo tubular e bebedouro pendular.

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 nas parcelas de acordo com indicações de Sakomura e Rostagno (2007), com peso médio de $429\text{g} \pm 4,78$ por parcela.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, consistindo de uma ração controle e as demais com níveis crescentes de inclusão da torta de girassol (5%, 10%, 15%, 20% e 25%), com seis repetições e 12 aves por unidade experimental.

As rações experimentais (Tabela 4) foram formuladas para serem isonutrientes e isocalóricas, segundo as exigências propostas por Silva e Costa (2009). Os valores de composição química dos alimentos indicados por Rostagno *et al.* (2011) foram considerados, exceto para a torta de girassol, para a qual foi considerado o valor de energia metabolizável aparente corrigido pelo balanço de nitrogênio com níveis de 20% de substituição de torta de girassol obtido no experimento anterior (experimento 1) e valores de composição bromatológica de 23,00% de proteína bruta, 16,10% de extrato etéreo, 47,33% de fibra em detergente neutro, 31,20% de fibra em detergente ácido, 2,87% de cinzas (obtidos pelos autores em análises laboratoriais no LANA do DZ/CCA/UFC) e 0,30% de cálcio, 0,10% de fósforo disponível, 0,03% de sódio, 0,09% de cloro, 1,28% de potássio, 0,70% de lisina digestível, 0,49% de metionina digestível, 0,80% de metionina + cistina digestível, 0,73% de treonina digestível, 0,27% de triptofano digestível (estimados pelos autores segundo FEDNA, 2010), expressos na matéria natural.

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 de forma uniforme.

A temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão foram medidas diariamente durante todo o período experimental através de três termohigrômetros distribuídos nos principais pontos do galpão, realizando as leituras duas vezes ao dia (08:00h e 16:00h). As médias de temperatura ambiente mínima e máxima, e a umidade relativa do ar registrada dentro do galpão no período experimental no ensaio de desempenho zootécnico foram 28,5°C, 33,3°C e 58%, respectivamente.

No período total, foram avaliados o desempenho produtivo, as características de carcaça, a digestibilidade de nutrientes e EMAn, a qualidade óssea, e a viabilidade econômica.

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.

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

Ingredientes	Preço ¹ (R\$) /kg	Níveis de inclusão de Torta de Girassol					
		0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	1,10	56,81	53,28	49,75	46,22	42,68	39,15
Farelo de soja	1,96	40,31	38,67	36,68	34,7	32,72	30,74
Torta de girassol	0,80	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de soja	2,80	0,00	0,21	0,72	1,24	1,75	2,26
Calcário	0,19	1,06	1,01	0,98	0,95	0,93	0,90
Fosfato bicálcico	3,70	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94
Sal	0,60	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
DL-metionina	18,83	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23
L-lisina	11,18	0,00	0,01	0,04	0,07	0,10	0,13
Suplemento vitamínico ²	15,29	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Suplemento mineral ³	6,84	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Anticoccdiano	22,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Coreto de colina	20,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/kg)		1,55	1,53	1,51	1,48	1,46	1,47
Composição nutricional e energética calculada							
Energia Metabolizável (Kcal/kg)		2950	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína Bruta (%)		23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Fibra em detergente neutro (%)		12,29	14,05	15,73	17,40	19,07	20,75
Fibra em detergente ácido (%)		5,18	6,48	7,76	9,04	10,32	11,60
Cálcio (%)		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fósforo disponível (%)		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sódio (%)		0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloro (%)		0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Lisina digestível (%)		1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Metionina + Cistina digestível (%)		0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Metionina digestível (%)		0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Treonina digestível (%)		0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Triptofano digestível (%)		0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

¹Valores de ingredientes obtidos em julho/2017 no município de Fortaleza-CE. ²Composição 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; ³Composição 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;

Fonte: Elaboração próprio autor

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 pela relação de consumo de ração dividido pelo ganho de peso de cada parcela. As variáveis foram corrigidas pela mortalidade.

Para avaliar o efeito da inclusão da torta de girassol sobre a metabolização dos nutrientes das rações, procedeu-se ao método tradicional de coleta total de excretas, no período de 21 a 28 dias de idade (três dias de adaptação e quatro dias de coleta).

Aos 21 dias de idade, seis aves de cada parcela experimental foram alojadas em baterias com gaiolas metálicas, obedecendo ao mesmo delineamento experimental, com bandejas de alumínio revestidas com plástico, individualizadas por parcela experimental. No início e no final do período de coleta das excretas, as aves receberam ração com 1% de óxido férrico, para sinalizar o início e o final das coletas.

As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde. Ao final de cada coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e congeladas até o final do período experimental para determinação de excretas produzidas.

As excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, pesadas e homogeneizadas para proceder a pré-secagem, em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm, e encaminhadas junto com amostras das rações experimentais, ao LANA do DZ/CCA/UFC para determinação de matéria seca, energia bruta e nitrogênio, seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática marca PARR modelo 1241EA.

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 eletronarcole 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, separados o peito inteiro, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal e pesados para cálculo de rendimento de cortes. As coxas + sobrecoxas foram identificadas e congeladas em freezer a -20°C para posterior análise, até o momento da desossa. O fígado e a moela também foram pesados para obtenção de seus respectivos pesos relativos. 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.

Para avaliação de qualidade óssea, as coxas + sobrecoxas foram descongeladas em geladeira doméstica (temperatura a 4°C por um período de 12 horas) e postas sobre bancadas para atingir temperatura ambiente. Em seguida, foram submetidas à água fervente por 5 minutos, e com o auxílio de um bisturi, foi realizada a desossa retirando todos os tecidos envolvidos nos ossos.

Procedeu-se a mensuração do comprimento e diâmetro do fêmur e da tíbia por meio de um paquímetro digital e o peso dos ossos, obtido em balança eletrônica com precisão de 0,01g. A avaliação da densidade óssea foi realizada através do índice de Seedor, que foi obtido dividindo-se o valor do peso (mg) pelo comprimento (mm) do osso avaliado (SEEDOR; QUARRACCIO; THOMPSON, 1991).

As análises de resistência e deformidade óssea da tíbia e do fêmur (esquerdo) foram realizadas no Laboratório de Ciência e Mecânica do Solo do Departamento de Engenharia Mecânica da UFC, com auxílio de uma prensa mecânica. Os ossos foram colocados em posição horizontal, submetidos a uma força de compressão exercida por um pistão (em uma velocidade de decida de 0,4064 mm/min) no centro do osso. A resistência à quebra foi considerada pela quantidade máxima de força aplicada no osso até sua ruptura à quebra (kgf/cm²), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade (mm) foi mensurada através de um extensômetro analógico até o momento da ruptura do osso pela ação da força aplicada. Após as análises, os ossos foram colocados juntos com os direitos para proceder com as análises de composição óssea.

A determinação de composição óssea foi realizada no LANA do DZ/CCA/UFC a partir do descongelamento dos ossos (tíbia e fêmur) à temperatura ambiente e posterior pesagem individual. Em seguida, foram colocados em recipientes identificados e levados para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. Posteriormente foram pesados e triturados com almofariz e pistilo. As amostras moídas foram então identificadas para a determinação da matéria mineral de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para determinar a viabilidade econômica da inclusão da torta 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 julho de 2017, no município de Fortaleza - CE.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *Statistical Analyses System*. Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA do SAS (2000) segundo um modelo inteiramente casualizado.

Para determinação do melhor nível de inclusão da torta de girassol, os dados foram submetidos à análise de regressão. Também foi realizada a comparação das médias com o tratamento controle, utilizando o teste Dunnett (5%).

3.2 Experimento 3 – Uso de enzimas em rações para codornas de corte contendo torta de girassol

Para avaliar os efeitos da torta de girassol associada ou não ao complexo enzimático, 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.

Foram utilizadas 432 codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade, alojadas em um galpão convencional de alvenaria com dimensões de 9,5 m de largura e 9 m de comprimento, distribuídas em 36 boxes com dimensões de 0,60 x 0,60m, contendo comedouro tipo tubular e bebedouro pendular.

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 $429g \pm 4,17$, por parcela.

As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3 (níveis de torta de girassol x formulações de ração), composto por seis tratamentos, seis repetições com 12 aves cada. Os níveis de inclusão de torta de girassol foram de 10% e 20%, enquanto as formulações ração foram: normal (calculadas

para atender às exigências nutricionais das aves), reduzida (redução da matriz nutricional e energética considerando a contribuição das enzimas) e reduzida com a adição de complexo enzimático (Tabela 5).

Tabela 5 – Contribuição nutricional e energética das enzimas

Matriz Nutricional	Carboidrases ¹	Proteases ²	Fitase ³	Contribuição total
Energia metabolizável (kcal/kg)	30,000	25,000	49,000	104,000
Proteína bruta (%)	0,000	0,500	0,401	0,901
Cálcio (%)	0,000	0,000	0,157	0,157
Fósforo digestível (%)	0,000	0,000	0,143	0,143
Sódio (%)	0,000	0,000	0,033	0,033
Metionina digestível (%)	0,000	0,014	0,016	0,050
Metionina + cistina digestível (%)	0,000	0,024	0,036	0,060
Lisina digestível (%)	0,000	0,032	0,016	0,048
Treonina digestível (%)	0,000	0,021	0,032	0,056
Triptofano digestível (%)	0,000	0,005	0,024	0,029
Valina digestível (%)	0,000	0,026	0,000	0,026
Arginina digestível (%)	0,000	0,033	0,000	0,033
Leucina digestível (%)	0,000	0,046	0,000	0,046

¹Poultrygrow 250™; ²ProFare™ EZ 309; ³@finase^{EC}

Fonte: Elaboração próprio autor

O complexo enzimático utilizado era composto das enzimas carboidrases (α -galactosidase, xylanase e β -glucanase), proteases (Elastase, Tripsina e Quimiotripsina) e fitase, incluído nas formulações de ração na proporção de 100g/ton, como recomenda a matriz enzimática das enzimas.

As rações experimentais utilizadas foram constituídas à base de milho e farelo de soja (Tabela 6), 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.* (2011), exceto para a torta de girassol, para a qual foi considerado o valor de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio com níveis de 20% de substituição de torta de girassol obtido no ensaio de digestibilidade e valores de composição bromatológica de 23,00% de proteína bruta, 16,10% de extrato etéreo, 47,33% de fibra em detergente neutro, 31,20% de fibra em detergente ácido, 2,87% de cinzas, obtidos mediante análises laboratoriais conduzidas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA/DZ/CCA/UFC) e 0,30% de cálcio, 0,10% de fósforo disponível, 0,03% de sódio, 0,09% de cloro, 1,28% de potássio, 0,70% de lisina digestível, 0,49% de metionina digestível, 0,80% de metionina + cistina digestível, 0,73% de treonina digestível, 0,27% de triptofano digestível, (estimados pelos autores com base nas tabelas do FEDNA, 2010), expressos na matéria natural.

Tabela 6 – Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais para codornas de corte

INGREDIENTES	Preço ¹ (R\$) /kg	Níveis de inclusão de Torta de Girassol					
		10%			20%		
		RN ²	RR ³	RR+CE ⁴	RN ²	RR ³	RR+CE ⁴
Milho	1,10	49,75	50,13	50,13	42,68	46,14	46,14
Farelo de soja	1,96	36,68	34,67	34,67	32,72	30,16	30,16
Torta de girassol	0,80	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	2,80	0,72	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00
Calcário	3,70	0,98	1,04	1,04	0,93	0,99	0,99
Fosfato bicalcico	2,80	0,92	0,18	0,18	0,93	0,19	0,19
Sal	0,60	0,35	0,28	0,28	0,35	0,27	0,27
DL-metionina	18,83	0,26	0,22	0,22	0,24	0,20	0,20
L-lisina	15,18	0,04	0,04	0,04	0,1	0,11	0,11
Suplemento vitamínico ⁵	15,29	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Suplemento mineral ⁶	6,84	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano	22,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Coreto de colina	20,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,10	0,00	3,13	3,10	0,00	1,63	1,60
Enzima Carbohidrase	68,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Enzima Protease	38,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Enzima Fitase	85,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/kg)		1,51	1,42	1,44	1,46	1,37	1,39

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICO CALCULADO

Energia Metabolizável (Kcal/kg)	2950	2846	2846	2950	2846	2846
Proteína Bruta (%)	23,00	22,10	22,10	23,00	22,10	22,10
Fibra em detergente neutro (%)	15,73	15,50	15,50	19,07	19,32	19,32
Fibra em detergente ácido (%)	7,76	7,61	7,61	10,32	10,23	10,23
Cálcio (%)	0,75	0,59	0,59	0,75	0,59	0,59
Fósforo disponível (%)	0,29	0,15	0,15	0,29	0,15	0,15
Sódio (%)	0,16	0,13	0,13	0,16	0,13	0,13
Cloro (%)	0,27	0,22	0,22	0,27	0,22	0,22
Lisina dig (%)	1,14	1,09	1,09	1,14	1,09	1,09
Metionina + Cistina dig (%)	0,89	0,83	0,83	0,89	0,83	0,83
Metionina dig (%)	0,58	0,53	0,53	0,58	0,53	0,53
Treonina dig (%)	0,77	0,76	0,76	0,77	0,76	0,76
Triptofano dig (%)	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25

¹Valores de ingredientes obtidos em julho/2017 no município de Fortaleza-CE; ²Ração Normal; ³Ração reduzida; ⁴Ração Reduzida + Complexo enzimático; ⁵Composição 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; ⁶Composição 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; Fonte: Elaboração próprio autor.

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 de forma uniforme.

Diariamente, a temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas duas vezes ao dia (08:00h e 16:00h) durante todo o período experimental utilizando-se três termohigrômetros distribuídos nos principais pontos do galpão. As médias de temperatura ambiente mínima e máxima e a umidade relativa do ar registrada dentro do galpão no período experimental foram 28,5°C, 33,3°C e 58%, respectivamente.

No período total, foram avaliados o desempenho produtivo, a digestibilidade de nutrientes e EMAn das rações, as características de carcaça, a qualidade óssea e a viabilidade econômica.

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 pela relação de consumo de ração dividido pelo ganho de peso de cada parcela. As variáveis foram corrigidas pela mortalidade.

Para avaliar o efeito da inclusão da torta de girassol com a adição de complexo enzimático sobre a digestibilidade de nutrientes e da energia das rações, procedeu-se o método tradicional de coleta total de excretas, no período de 21 a 28 dias de idade (três dias de adaptação e quatro dias de coleta).

Aos 21 dias de idade, seis aves de cada parcela experimental foram alojadas em baterias com gaiolas metálicas, obedecendo ao mesmo delineamento experimental, com bandejas de alumínio revestidas com plástico, individualizadas por parcela experimental. No início e no final do período de coleta das excretas, as aves receberam ração com 1% de óxido férrico para sinalizar o início e o final das coletas.

As coletas de excretas foram duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 h). Ao final de cada coleta, as excretas foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e congeladas até o final do período experimental para determinação de excretas produzidas.

As excretas foram descongeladas à temperatura ambiente e homogeneizadas para proceder a pré-secagem, em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm, e

encaminhadas junto com amostras das rações experimentais ao LANA do DZ/CCA/UFC para determinação de matéria seca, energia bruta e nitrogênio, seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática marca PARR modelo 1241EA.

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 eletronarcole 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 (ave antes de ser abatida). Em seguida, foram cortados, separados o peito inteiro, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal e pesados para cálculo de rendimento de cortes. As coxas + sobrecoxas foram identificadas e congeladas em freezer a -20°C para posterior análise, até o momento da desossa. O fígado e a moela também foram pesados para obtenção de seus respectivos pesos relativos. 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.

Para avaliação de qualidade óssea, as coxas + sobrecoxas foram descongeladas em geladeira doméstica (temperatura a 4°C por um período de 12 horas) e postas sobre bancadas para atingir temperatura ambiente. Em seguida, foram submetidas à água fervente por 5 minutos, e com o auxílio de um bisturi, foi realizada a desossa retirando todos os tecidos envolvidos nos ossos.

Procedeu-se a mensuração do comprimento e diâmetro do fêmur e da tíbia por meio de um paquímetro digital e o peso dos ossos, obtido em balança eletrônica com precisão de 0,01g. A avaliação da densidade óssea foi realizada através do índice de Seedor, que foi obtido dividindo-se o valor do peso (mg) pelo comprimento (mm) do osso avaliado (SEEDOR; QUARRACCIO; THOMPSON, 1991).

As análises de resistência e deformidade óssea da tíbia e do fêmur (esquerdo) foram realizadas no Laboratório de Ciência e Mecânica do Solo do Departamento de Engenharia Mecânica da UFC, com auxílio de uma prensa mecânica. Os ossos foram colocados em posição horizontal, submetidos a uma força de compressão exercida por um pistão (em uma velocidade de decida de 0,4064 mm/min) no centro do osso. A resistência à quebra foi considerada pela quantidade máxima de força aplicada no osso até sua ruptura à quebra (kgf/cm^2), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade (mm) foi mensurada através de

um extensômetro analógico até o momento da ruptura do osso pela ação da força aplicada. Após as análises, os ossos foram colocados juntos com os direitos para proceder com as análises de composição óssea.

A determinação de composição óssea foi realizada no LANA do DZ/CCA/UFC, a partir do descongelamento dos ossos (tíbia e fêmur) à temperatura ambiente, e posterior pesagem individual. Em seguida, foram colocados em recipientes identificados e levados para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. Posteriormente foram pesados e triturados com almofariz e pistilo. As amostras moídas foram então identificadas para a determinação da matéria mineral de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para determinar a viabilidade econômica da inclusão da torta de girassol nas rações associada a complexo enzimático, foi determinado o custo da ração por quilograma de ganho de peso corporal, de acordo com a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985). Levando em consideração $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$, 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 julho de 2017, no município de Fortaleza - CE.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *Statistical Analyses System* (SAS, 2000). Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA do SAS (2000) segundo um modelo fatorial 2x3 (2 níveis de inclusão de torta de girassol x 3 formulações de rações). A comparação de médias foi realizada pelo teste SNK ao nível de 5 % de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1 - Determinação da composição química e energia metabolizável da torta de girassol para codornas de corte

Conforme os resultados (Tabela 7), a composição da torta de girassol difere dos valores encontrados por Oliveira *et al.* (2012), que apresentaram teores de 28,44% de PB, 5.729 kcal/kg de EB, 34,37% de FDN, 30,26% de FDA, 23,39% de EE e 4,40% de cinzas, e os encontrados por Berwanger *et al.* (2014) que apresentaram valores de PB, EB, FDN, FDA, EE e cinzas de 26,44%, 5.228 kcal/kg, 38,32%, 24,19%, 25,80% e 4,44%, respectivamente.

Tabela 7 – Composição química e energética da torta de girassol, expressos na matéria seca¹

Parâmetros	Torta de girassol
Matéria seca (%)	94,72
Proteína bruta (%)	24,29
Energia bruta (kcal/kg)	5.297
Fibra em detergente neutro (%)	50,00
Fibra em detergente ácido (%)	32,94
Extrato etéreo (%)	17,00
Cinzas (%)	3,03

¹Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZ/UFC.

Fonte: elaboração próprio autor.

Na literatura é encontrada uma grande variabilidade na composição da torta de girassol, que se dá principalmente pelo grau de remoção da casca da semente utilizada e influencia seus componentes nutricionais (COSTA *et al.*, 2015). Os resultados encontrados no presente estudo podem ser explicados pelas características da semente utilizada e o processamento de extração do óleo, aumentando os teores de fibras e diminuindo os teores de EE, respectivamente. Ademais, a remoção de casca da semente não foi realizada e a semente foi submetida ao esmagamento por prensagem mecânica.

Na determinação da energia metabolizável, observou-se diferença significativa entre os valores de EMAn da torta de girassol determinados com os diferentes níveis de substituição da ração referência por torta de girassol (Tabela 8). Os resultados obtidos demonstram que a EMAn determinada com substituição de 20% da ração referência (2.629 kcal/kg) foi maior do que a determinada com a substituição em 40% (2.402 kcal/kg).

O elevado teor de fibra presente em um alimento pode reduzir a digestibilidade dos nutrientes, por aumentar a viscosidade da digesta ou a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, dificultando o acesso das enzimas digestíveis (ARRUDA; FERNANDES,

2014). Esse efeito pode justificar a diferença encontrada nos valores de EMAn quando o nível de substituição do alimento foi elevado, visto que a torta de girassol é rica em fibra, conforme determinados os valores de FDA e FDN.

Tabela 8– Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da torta de girassol determinados com codornas de corte, expressos na matéria seca

Níveis de inclusão de torta de girassol	EMAn (Kcal/Kg)
20%	2.629a
40%	2.402b
Média	2,515
Análise de variância (<i>p</i> -valor)	0,0152
Coefficiente de variação (%)	5,36

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Fonte: elaboração próprio autor.

Conforme os resultados, recomenda-se considerar 2.629 kcal de EMAn /kg de matéria seca da torta de girassol para formulações de dietas de codornas de corte. Este fato corrobora com as observações de que o nível recomendado para determinação de valores energéticos de alimentos fibrosos pelo método tradicional de coleta total de excretas é 20% de substituição (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Os valores de EMAn da torta de girassol para codornas de corte determinados neste experimento diferem dos obtidos para frangos de corte, sendo superior a 2.150 kcal/kg determinado por Berwanger *et al.* (2014), e inferior a 2.800 kcal/kg determinado por Oliveira *et al.* (2012). Contudo, além das diferenças entre as espécies no aproveitamento dos nutrientes da ração, as tortas de girassol utilizadas por estes autores e neste experimento apresentaram variações em sua composição, principalmente no teor de energia bruta e fibra, o que justifica as variações nos valores de energia metabolizável.

4.2 Experimento 2 – Diferentes níveis de torta de girassol nas rações de codornas de corte

Os resultados do ensaio de metabolismo com as rações contendo os diferentes níveis de torta de girassol (Tabela 9) indicam que a inclusão desse alimento influenciou significativamente os coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), da energia bruta (CMEB) e os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). Contudo, para o coeficiente de metabolização do nitrogênio (CMN), não houve diferença significativa.

Tabela 9 — Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte contendo níveis crescentes da torta de girassol

Níveis de Inclusão (%)	CMMS (%)	CMN (%)	CMEB (%)	EMAn (kcal/kgMS)
0	72,41	40,68	77,76	3,166
5	70,83	45,45	76,66	3,219
10	69,04*	43,58	74,95*	3,182
15	67,15*	40,25	73,75*	3,180
20	64,98*	45,45	70,41*	3,048*
25	65,98*	44,56	71,25*	3,066*
Média	68,40	43,33	74,13	3,1436
Coeficiente de Variação (%)	2,10	8,45	1,75	1,67
Análise de variância	<i>p-valor</i>			
Nível	<0,0001	0,1118	<0,0001	<0,0001
Regressão	<i>p-valor</i>			
Linear	0,0043 ¹	0,1272	0,0211 ²	<0,0001 ³
Quadrática	0,0558	0,1197	0,2644	0,8357

*Efeito estatístico significativo pelo Teste de Dunnett ($P < 0,05$); ¹ $Y = 71,7260 - 0,2753x$, $R^2 = 0,85$, ² $Y = 78,009 - 0,3069x$, $R^2 = 0,87$; ³ $Y = 3,271 - 8,8X$, $R^2 = 0,82$.

Fonte: elaboração próprio autor.

De acordo com a análise de regressão, a partir do nível de 5% de inclusão da torta de girassol, houve redução linear no CDMS ($Y = 71,7260 - 0,2753x$, $R^2 = 0,85$), no CMEB ($Y = 78,009 - 0,3069x$, $R^2 = 0,87$) e na EMAn ($Y = 3,271 - 8,8X$, $R^2 = 0,82$), sem afetar significativamente o CMN.

Conforme o teste de Dunnett, as rações contendo a partir de 10% de inclusão de torta de girassol apresentaram valores inferiores de CMMS e CMEB e a inclusão de 20% e 25% de torta de girassol piorou a EMAn das rações, quando comparados à dieta controle.

A redução nos CMMS e CMEB, à medida que ocorreu a inclusão da torta de girassol, pode ser associada aos efeitos dos fatores antinutricionais presentes na torta de girassol. Principalmente, porque o aumento dos teores de fibra nas rações pode reduzir o tempo de passagem do alimento no trato gastrointestinal, minimizar o acesso das enzimas ao alimento e afetar a eficiência de utilização dos nutrientes (KHAJALI; SLOMINSKR, 2012; SAKOMURA *et al.*, 2014).

Embora o CMEB tenha piorado nos níveis testados acima de 5%, observou-se que não houve prejuízos na EMAn até o nível de 15% de inclusão da torta. Isso mostra um ajuste metabólico da ave para melhor aproveitamento da energia, mesmo com diferença entre esses coeficientes de energia, o que pode ser comprovado pela ausência de diferença entre os tratamentos testados no CMN avaliado, sendo semelhante ao tratamento controle até o nível máximo avaliado.

Os resultados obtidos para as codornas de corte diferem em parte dos relatados por Kalmendal *et al.* (2011) para frangos de corte, que relataram efeito linear positivo da inclusão de até 30% de torta de girassol sobre a digestibilidade ileal de proteínas, apesar da redução linear significativa da digestibilidade ileal de energia e matéria seca

Esperava-se que a EMAn não fosse afetada pela inclusão de torta de girassol nas rações de codorna de corte, visto que ocorreu o aumento de inclusão de gordura nas dietas com maiores concentrações de torta de girassol, para torná-las isoenergéticas. Contudo, mesmo com a adição de óleo de soja nas dietas, não foi possível o aproveitamento energético de forma eficiente, resultado atribuído à fração fibrosa do alimento que influencia negativamente a energia metabolizável da ração (ARRUDA & FERNANDES, 2014). Houve prejuízo na digestão dos nutrientes quando os níveis de torta de girassol se elevaram a 20% e 25% de inclusão, prejudicando a EMAn.

O consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar não diferiram significativamente entre as aves alimentadas com os diferentes níveis de torta na ração e as alimentadas com a ração controle (Tabela 10). Porém, na análise de regressão, observou-se efeito quadrático da inclusão da torta de girassol a partir de 5% sobre o ganho de peso ($Y=208,83 + 4,03X - 0,13X^2$, $R^2=0,98$) e a conversão alimentar ($Y= 5,47 - 0,14X + 0,005X^2$, $R^2=0,99$), obtendo-se pontos de máximo ganho de peso e melhor conversão alimentar estimados em 15,5% e 14%, respectivamente.

Sabe-se que, a ingestão voluntária de alimento é regulada principalmente pela quantidade de energia da ração destinados aos processos metabólicos do organismo. Como houve redução da energia metabolizável das rações, o aumento do consumo de ração para atender às exigências nutricionais das aves era esperado. Embora tenha aumentado o consumo numericamente, este efeito não foi significativo.

Estes resultados diferem dos apresentados por Oliveira *et al.* (2012) e Berwanger *et al.* (2017) que observaram efeito quadrático e linear para o consumo de ração, respectivamente, ao incluírem torta de girassol na alimentação de frangos de corte. No entanto, os autores não observaram diferenças quanto ao consumo de ração, ao comparar os tratamentos contendo torta de girassol com o tratamento controle. Esses resultados são semelhantes aos obtidos na presente pesquisa.

O ajuste ao modelo quadrático de regressão para ganho de peso quando houve a inclusão de níveis crescentes de torta de girassol nas rações de codornas de corte foi observado. Os efeitos causados na EMAn das rações foram evidenciados, foram constatados valores menores quando os níveis acima de 15% de torta foram incluídos. Isso resulta em uma queda

no ganho de peso a partir de 15,5% de inclusão de torta de girassol, mesmo não apresentando diferenças entre o tratamento sem adição de torta de girassol (controle) e demais tratamentos.

Tabela 10 – Desempenho de codornas de corte alimentadas com torta de girassol no período de 7 a 42 dias de idade

Níveis de Inclusão (%)	Consumo (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
0	1050,74	228,48	4,60
5	1102,35	225,38	4,89
10	1095,01	236,72	4,62
15	1064,27	238,06	4,47
20	1111,49	236,86	4,69
25	1153,49	226,18	5,10
Média	1096,22	231,95	4,73
Coefficiente de Variação (%)	6,95	2,72	6,81
Análise de variância		<i>p-valor</i>	
Nível	0,3257	0,0502	0,0594
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	0,2516	0,8751	0,3243
Quadrática	0,1441	<0,0001 ³	0,0017 ⁴

¹Coefficiente de variação; ²Análise de variância; ³ $Y=208,83 + 4,03X - 0,13X^2$, $R^2=0,98$; ⁴ $Y= 5,47 - 0,14X + 0,005X^2$, $R^2=0,99$. Efeito estatístico não significativo pelo Teste de Dunnett ($P>0,05$).

Fonte: elaboração próprio autor.

Efeitos contrários da inclusão de até 30% de torta de girassol na alimentação de frangos de corte foram relatados por Kalmendal *et al.* (2011), que observaram aumento linear do ganho de peso com a inclusão de torta de girassol. Resultados semelhantes foram relatados por Costa Júnior *et al.* (2015) que, ao incluírem até 15% de torta de girassol em rações de frangos semi-caipiras, observaram que o ganho de peso das aves alimentadas com torta de girassol não diferiu das aves alimentadas com ração controle.

Diante dos resultados de consumo de ração e ganho de peso, a conversão alimentar foi influenciada pela inclusão de torta de girassol, já que esta é obtida pela relação entre estas variáveis. Assim, a ausência de efeitos no consumo de ração e o efeito quadrático encontrado no ganho de peso refletiram em um efeito quadrático na conversão alimentar.

Resultado distinto foi obtido por Oliveira *et al.* (2012), ao utilizar níveis crescentes de até 18% de torta de girassol na alimentação de frango de corte a partir de 20 dias de idade, quando observaram efeito linear decrescente sobre a conversão alimentar. Os resultados obtidos por Costa Júnior *et al.* (2015) e Berwanger *et al.* (2017) são corroborados aos observados na presente pesquisa, que não observaram efeito significativo ao comparar aves alimentadas com dietas contendo torta de girassol e aves alimentadas com dieta controle. Contudo, Kalmendal *et*

al. (2011) observaram que níveis de 30% de inclusão de torta de girassol afetou negativamente a conversão alimentar de frangos de corte, recomendando até 20% de inclusão.

Os dados da avaliação das características de carcaça (Tabela 11) evidenciaram que o rendimento de carcaça, a proporção de peito, a coxa + sobrecoxa, a gordura abdominal e o fígado não diferiram entre as aves alimentadas com as rações contendo torta de girassol e as do grupo controle. Entretanto, os níveis de 20% e 25% de torta promoveram o aumento do peso relativo da moela em relação aos valores obtidos para o grupo controle.

Na análise de regressão, não foi observado efeito significativo para as características de carcaça, exceto para porcentagem da moela, que aumentou linearmente ($Y = 2,11 + 0,02X$, $R^2=0,57$) com o aumento dos níveis de torta de girassol.

Considerando que mudanças na relação energia: proteína ou aminoácidos na ração podem influenciar a deposição de músculo e gordura na carcaça, criou-se a expectativa de que as características de carcaça fossem influenciadas pela inclusão de níveis mais elevados de torta de girassol nas rações de codornas de corte, uma vez que a EMAn das rações foi influenciada. Contudo, pode-se inferir que a redução da EMAn das rações não foi suficiente para causar efeito significativo sobre as características de carcaça de codornas de corte. Porém, efeitos significativos da inclusão de torta de girassol para frangos de corte sobre o rendimento de carcaça e porcentagem de gordura foram citados por Berwanger *et al.* (2017) à medida que os níveis de inclusão de torta de girassol aumentavam. Níveis acima de 10% afetaram negativamente a porcentagem de carcaça e gordura abdominal.

O maior desenvolvimento da moela está associado com o trabalho de maceração realizado para triturar as partículas do alimento ao tamanho adequado, permitindo a passagem para o duodeno, para posterior processo de digestão e absorção (Ribeiro *et al.*, 2002). O aumento da porcentagem de moela observado para os níveis de 20% e 25% de torta de girassol se deve ao elevado teor de fibra presente nestas dietas, que requereu um maior trabalho do órgão para degradação do alimento.

O aumento do tamanho da moela também foi relatado por Oliveira (2011), visto que à medida que aumentava os níveis de inclusão de torta de girassol na dieta de frangos de corte, o tamanho da moela foi aumentando linearmente. O autor explica que esse efeito está relacionado com a maior resistência da fibra à trituração e o maior tempo de permanência na moela até que estejam no tamanho adequado.

Tabela 11– Rendimento de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa, gordura abdominal e porcentagem de moela e fígado de codornas de corte alimentadas com torta de girassol no período de 7 a 42 dias de idade

Níveis de Inclusão (%)	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa + sobrecoxa (%)	Gordura abdominal (%)	Moela (%)	Fígado (%)
0	67,53	40,43	24,34	1,95	2,03	2,07
5	66,39	40,60	24,39	1,91	2,31	1,93
10	68,03	42,63	24,60	2,99	2,32	2,03
15	67,70	43,58	25,19	2,96	2,25	1,87
20	66,86	42,80	25,26	2,63	2,82*	1,86
25	66,86	43,59	24,49	2,69	2,66*	1,85
Média	67,23	42,27	24,71	2,52	2,40	1,94
CV ¹ (%)	3,04	9,48	3,63	29,43	10,58	8,68
Análise de Variância			<i>p-valor</i>			
Nível	0,7321	0,7983	0,3168	0,0933	<0,0001	0,1288
Regressão			<i>p-valor</i>			
Linear	0,9321	0,2486	0,5106	0,2627	0,0030 ²	0,1439
Quadrática	0,2517	0,5038	0,1002	0,0573	0,5031	0,7828

¹Coefficiente de variação; ² $Y = 2,11 + 0,02X$, $R^2=0,57$; *Difere estatisticamente comparado ao tratamento controle pelo Teste Dunnett ($P<0,05$).

Fonte: elaboração próprio autor.

Na avaliação do crescimento e qualidade óssea (Tabela 12), observou-se que os parâmetros ósseos do fêmur e da tíbia de codornas de corte não foram influenciados significativamente pelos tratamentos, indicando que a inclusão de até 25% de torta de girassol não afetou os parâmetros ósseos avaliados.

Tabela 12 – Parâmetros Ósseos do fêmur e da tíbia de codornas de corte alimentadas com torta de girassol

Níveis de Inclusão (%)	Variáveis ¹							
	PO (g)	CO (mm)	DO (mm)	ISO (mg/mm)	RO(kgf/cm ²)	DFO (mm)	MSO (%)	CZO (%)
FÊMUR								
0	0,711	45,05	3,36	15,76	3,48	1,36	77,18	49,53
5	0,726	46,19	3,26	15,70	3,54	1,46	74,98	52,53
10	0,710	45,61	3,33	15,56	3,57	1,36	74,68	48,82
15	0,748	45,80	3,34	16,30	3,54	1,39	74,46	49,22
20	0,733	46,08	3,22	15,88	3,74	1,33	72,11	52,28
25	0,733	45,51	3,23	16,09	3,77	1,40	71,44	50,12
Média	0,726	45,71	3,29	15,88	3,65	1,36	74,14	50,42
CV ²	8,18	2,21	4,09	6,94	14,74	12,87	7,05	6,35
Análise de Variância			<i>p-valor</i>					
Nível	0,8723	0,4259	0,3171	0,8653	0,9129	0,8297	0,4665	0,2214
Regressão			<i>p-valor</i>					
Linear	0,6170	0,4766	0,3691	0,4447	0,3427	0,5147	0,1239	0,7554

Quadrática	0,8253	0,9480	0,2609	0,7992	0,7738	0,3349	0,6961	0,2710
TÍBIA								
0	0,795	55,96	3,11	14,19	1,86	1,59	79,30	51,27
5	0,823	57,31	3,17	14,38	2,23	1,66	77,48	54,08
10	0,837	56,47	3,17	14,82	1,73	1,47	76,63	50,87
15	0,845	57,01	3,05	14,75	1,80	1,48	76,05	52,00
20	0,851	57,04	3,22	14,91	1,79	1,44	75,57	53,07
25	0,832	56,42	3,11	14,73	1,94	1,61	73,93	52,00
Média	0,831	56,71	3,14	14,63	1,89	1,54	76,49	52,22
CV ²	8,08	2,38	5,52	7,20	35,13	26,00	5,78	5,47
Análise de Variância				<i>p-valor</i>				
Nível	0,7572	0,5134	0,6149	0,8385	0,8154	0,9065	0,4298	0,4196
Regressão				<i>p-valor</i>				
Linear	0,6998	0,4861	0,7529	0,5418	0,5302	0,7952	0,0875	0,6061
Quadrática	0,4838	0,9137	0,7554	0,5155	0,2076	0,2820	0,7905	0,3508

¹ PO=Peso do Osso, CO = Comprimento do Osso, DO = Diâmetro do Osso, ISO = Índice de Seedor, RO = Resistência do Osso, DFO = Deformidade do Osso, MSO = Matéria Seca do Osso, CZO = Cinzas do Osso;
²Coeficiente de variação; Efeito estatístico não significativo pelo Teste de Dunnett (P>0,05).

Fonte: elaboração próprio autor.

Relatos na literatura são encontrados sobre a incapacidade de utilização do fósforo complexado à molécula de fitato presente nos alimentos de origem vegetais. Esses alimentos são indisponíveis para aves pela ausência ou produção mínima de enzimas endógenas, além de prejudicar a disponibilidade de outros minerais pela capacidade de ligação do fitato com estes minerais (CAMPESTRINI *et al.*, 2005). De tal modo, embora as rações sendo isofosfóricas e isocálcicas, esperava-se que a qualidade óssea de codornas de corte pudesse ser afetada com a inclusão de torta de girassol. No entanto, este efeito não foi evidenciado.

Para a viabilidade econômica, houve efeito quadrático da inclusão da torta de girassol a partir de 5% sobre o custo com alimentação por ganho de peso vivo ($Y = 8,413 - 0,223X + 0,007X^2$, $R^2=0,99$), IEE ($Y=76,1 + 3,084X - 0,1X^2$, $R^2=0,97$) e IC ($Y=126,63 - 3,361X + 0,109X^2$, $R^2=0,98$), obtendo-se como ponto de mínimo custo com alimentação por ganho de peso vivo, máximo IEE e mínimo IC estimados em 15,48%, 15,4% e 15,4%, respectivamente (Tabela 13).

De acordo com a comparação de médias pelo teste de Dunnett, observou-se que as variáveis de viabilidade econômica não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) para os resultados obtidos quando comparados com os diferentes níveis de inclusão da torta de girassol.

Tabela 13– Avaliação econômica da inclusão de torta de girassol na alimentação de codornas de corte

Níveis de Inclusão (%)	Custo com alimentação (R\$/Kg de ganho)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
0	7,14	94	108
5	7,46	89	112
10	6,96	96	105
15	6,64	100	100
20	6,86	97	104
25	7,35	91	111
Média	7,07	95	107
Coefficiente de Variação (%)	7,66	7,44	7,59
Análise de Variância		<i>p-valor</i>	
Nível	0,1134	0,0737	0,1052
Regressão		<i>p-valor</i>	
Linear	0,6617	0,7250	0,6838
Quadrática	0,0019 ¹	0,0012 ²	0,0017 ³

Efeito estatístico não significativo pelo Teste de Dunnett ($P>0,05$); ¹ $Y = 8,4133 - 0,223X + 0,00722X^2$, $R^2=0,99$; ² $Y=76,10 + 3,08428X - 0,10047X^2$, $R^2=0,97$; ³ $Y=126,633 - 3,361428X + 0,1090476X^2$, $R^2 = 0,98$.

Fonte: elaboração próprio autor.

A torta de girassol utilizada na alimentação das aves apresentou menor custo quando comparada ao milho e farelo de soja, apenas 72% e 40,8% do valor desses insumos, respectivamente. Contudo, foi observado que o custo com alimentação por ganho de peso vivo não diferiu do tratamento à base de milho e farelo de soja sem adição de torta de girassol, mesmo com os resultados obtidos no desempenho das aves. O resultado obtido está relacionado com o custo do óleo de soja incluído em maiores proporções nas rações contendo torta de girassol, de maneira a atender às exigências energéticas das aves, que tornaram os custos das rações semelhantes.

Considerando os resultados obtidos no presente estudo, pode-se influir que a inclusão de 25% de torta de girassol nas dietas de codornas de corte é viável. Contudo, a melhor conversão alimentar e a viabilidade econômica foram obtidas com a inclusão de 14% e 15,4% de torta de girassol, respectivamente.

4.2 Experimento 3 – Uso de enzimas em rações para codornas de corte contendo torta de girassol

Os resultados do ensaio de metabolismo com as rações experimentais (Tabela 14) indicam que não houve interação significativa ($P>0,05$) entre o tipo de ração e os níveis de torta de girassol sobre os coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), do nitrogênio

(CMN), e da energia bruta (CMEB) e os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) das rações.

Considerando o efeito dos níveis de torta de girassol, foram observados melhor CMMS, CMEB e EMAn para as rações contendo 10% de inclusão da torta de girassol, não sendo detectado efeito significativo sobre o CMN.

A redução nos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca energia bruta e na energia metabolizável aparente na ração com o aumento da inclusão de 10% para 20% da torta de girassol pode ser associada ao aumento no teor de fibra na dieta, devido ao elevado conteúdo de fibra na torta de girassol. De acordo com Rostagno *et al.* (2017), a fibra do farelo de girassol é representada principalmente pela fibra insolúvel. Dependendo da quantidade ingerida, induz ao aumento dos movimentos peristálticos do trato intestinal, aumenta a motilidade do bolo alimentar e conseqüentemente reduz o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal, o tempo para ação enzimática sobre o substrato e a disponibilidade de nutrientes para absorção (WARNER, 1998 *apud* MONTEIRO, 2005).

Tabela 14 – Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas de corte, alimentadas com 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE)

Tratamentos	CMMS (%)	CMN (%)	CMEB (%)	EMAn (kcal/kgMS)
Rações				
Normal	67,01	44,52a	72,68	3.115a
Reduzida	66,16	37,70b	72,85	3.035b
Reduzida + CE	67,42	47,51a	74,33	3.134a
Níveis de torta de girassol				
10%	68,24a	41,94	75,37a	3.142a
20%	65,49b	44,55	71,20b	3.047b
Análise de variância (<i>p</i>-valor)				
Rações	0,5563	0,0081	0,1678	0,0201
Níveis	0,0084	0,2853	<0,0001	0,0027
Rações x Níveis	0,1517	0,0765	0,2323	0,4456
Coeficiente de Variação (%)	3,92	15,10	2,06	2,51

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Fonte: elaboração próprio autor.

Entre os tipos de rações, observou-se que a redução na matriz nutricional promoveu menor CMN e valor de EMAn em relação à ração com redução e suplementação de enzimas e ração normal, sem redução na matriz nutricional e sem enzimas. Quando a ração reduzida foi

suplementada com o complexo enzimático, obteve-se CMMS, CMN, CMEB e valor de EMAn semelhante ao da ração sem alteração na matriz nutricional.

De acordo com a hipótese desse estudo, as enzimas exógenas adicionadas deveriam agir sobre a parede celular presente na fração fibrosa do alimento, disponibilizando os nutrientes contidos no interior da célula. Além de garantir a hidrólise da fração proteica e do fitato, com redução da formação de quelatos, melhorando o aproveitamento dos aminoácidos, energia e minerais do alimento. Dessa forma, os resultados obtidos para o CMN e na EMAn das rações evidenciam os efeitos positivos da ação das enzimas, visto que as aves alimentadas com ração com redução na matriz nutricional e energética com associação do CE e as alimentadas com ração calculada para atender às exigências nutricionais apresentaram resultados semelhantes.

Para o desempenho, não foi observada interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores analisados sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Essas variáveis também não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de torta de girassol e diferentes formulações de rações utilizadas (Tabela 15).

Tabela 15 – Desempenho de codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, alimentadas com níveis de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE)

Tratamentos	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
Rações			
Normal	1103,25	236,79	4,66
Reduzida	1055,73	239,06	4,52
Reduzida + CE	1033,42	229,09	4,51
Níveis de torta de girassol			
10%	1048,62	232,74	4,51
20%	1079,66	233,89	4,62
Análise de variância (<i>p</i>-valor)			
Rações	0,1502	0,0927	0,5930
Níveis	0,2925	0,6839	0,3780
Rações x Níveis	0,2417	0,9236	0,2035
Coefficiente de Variação (%)	8,17	3,61	8,45

Efeito estatístico não significativo pelo Teste SNK ($P>0,05$).

Fonte: elaboração próprio autor.

Considerando os resultados obtidos no ensaio de metabolismo com as rações experimentais, que demonstraram redução na EMAn das rações que sofreram redução na matriz nutricional e com a inclusão de 20% de torta de girassol, esperava-se aumento no consumo de ração, uma vez que, a ingestão de alimento nas aves é regulada pela quantidade de energia metabolizável (LEESON; SUMMERS, 2001). Contudo, isso não aconteceu, o que sugere que

a magnitude da redução da matriz nutricional e os efeitos negativos do aumento da fração fibrosa da ração com a adição de 20% de torta de girassol foram insuficientes para alterar a ingestão de alimento e, conseqüentemente, o desempenho das aves.

Por se tratar de alimentos cuja composição nutricional pode variar, como o tipo de semente e o processo de extração do óleo, os resultados das pesquisas com os subprodutos da semente de girassol na alimentação de aves têm apresentado resultados variáveis. Assim, Alagawany *et al.* (2015) observaram aumento no consumo de ração, redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar com o aumento do farelo de girassol devido à substituição do farelo de soja da ração, sendo os piores resultados obtidos com a substituição de 75% do farelo de soja. Ozturk *et al.* (2017) relataram que o consumo de ração não variou significativamente e o ganho de peso foi reduzido com a inclusão do farelo de girassol em substituição ao farelo de soja nas rações de frangos de corte, sendo que a adição de enzimas não foi efetiva em diminuir os efeitos negativos no ganho de peso. Bilal *et al.* (2017) relataram pior conversão alimentar para frangos alimentados com o nível de 25% de farelo de girassol. Contudo, os efeitos negativos para esse nível de inclusão não foram revertidos com a adição das enzimas, sendo estas mais efetivas nas rações contendo 15% e 20% de inclusão do farelo de girassol.

Porém, segundo os pesquisadores, a adição do complexo enzimático reduziu os efeitos negativos da maior proporção do farelo de girassol na ração. Por outro lado, Berwanger *et al.* (2017a e 2017b) não detectaram efeito significativo da utilização de torta de girassol associado ou não com complexo enzimático sobre desempenho de frangos de corte em diferentes idades.

Para as variáveis de características de carcaça (Tabela 16), observou-se que não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os fatores estudados. Contudo, houve diferença significativa no rendimento de peito, quando consideradas as diferentes formulações de rações e no peso relativo da moela, entre os dois níveis de torta de girassol estudados, não havendo efeito desses fatores para as demais variáveis.

Tabela 16 – Características de carcaça de codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade, alimentadas com níveis de 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE)

Tratamentos	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa + sobrecoxa (%)	Gordura (%)	Moela (%)	Fígado (%)
Rações						
Normal	67,44	42,71b	24,93	2,56	2,57	1,95
Reduzida	67,95	43,50ab	23,95	2,40	2,58	1,90
Reduzida + CE	67,25	44,32a	24,63	2,48	2,44	1,90

Níveis de torta de girassol							
10%	67,88	43,31	24,63	2,37	2,34b	1,92	
20%	67,22	43,71	24,38	2,59	2,72a	1,91	
Análise de variância (<i>p</i> -valor)							
Rações	0,7765	0,0116	0,5428	0,5958	0,4514	0,8508	
Níveis	0,4311	0,3290	0,7411	0,1014	0,0008	0,9653	
Rações x Níveis	0,6061	0,8455	0,6038	0,5820	0,6880	0,2674	
Coeficiente de Variação (%)	3,69	2,81	8,96	32,59	12,03	11,88	

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Fonte: elaboração próprio autor.

O maior rendimento de peito foi observado nas codornas alimentadas com ração com redução na matriz nutricional e energética e suplementadas com enzimas, sendo o pior rendimento observado nas aves alimentadas com ração normal, cuja formulação considerou a aplicação dos níveis para atender às exigências nutricionais das aves. A melhora no rendimento de peito pode ser associada à ação das enzimas adicionadas, principalmente proteases e fitase, sobre a fração proteica e fitato da ração, aumentando a disponibilidade dos aminoácidos em função de maior digestibilidade e menor quelação dos aminoácidos com ácido fítico, conforme efeito positivo observado no coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio (Tabela 14). Assim com maior disponibilidade de aminoácidos dietéticos, houve melhora na relação energia e aminoácidos, que contribuiu para a síntese proteica e deposição de músculo no peito.

Os resultados dessa pesquisa diferem dos citados por Alagawany *et al.* (2015) que não observaram efeito significativo da suplementação enzimática sobre as características de carcaça de frangos de corte alimentados com farelo de girassol. Berwanger *et al.* (2017a), observaram melhora no rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa de frangos de corte, de 1 a 21 dias de idade, quando alimentados com dietas suplementadas com enzimas.

O aumento de peso da moela constatado nas aves alimentadas com ração contendo 20% de torta de girassol pode estar relacionado com o maior desenvolvimento do órgão, o qual foi requerida maior atividade para o processo mecânico de trituração da fração fibrosa da ração, reduzindo o alimento em partículas menores, para facilitar no processo de digestão e absorção dos nutrientes no intestino (RIBEIRO *et al.*, 2002).

Esses resultados corroboram aos relatados por Bilal *et al.* (2017), que observaram maior peso relativo da moela com o aumento do teor de fibra nas dietas de frango de corte. Contudo, este efeito não foi observado por Ozturk *et al.* (2017) ao substituir a proteína do farelo de soja em 50% e 100% por farelo de girassol em dietas de frangos de corte.

Na avaliação do crescimento e qualidade óssea (Tabela 17), observou-se que não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de torta de girassol e as formulações de rações

utilizados sobre nenhum dos parâmetros ósseos do fêmur e da tíbia de codornas de corte. Também, não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) do nível de inclusão da torta de girassol e nem das formulações das rações, sobre o peso, comprimento, diâmetro, índice de Seedor, resistência, deformidade, matéria seca, cinzas do fêmur e tíbia de codornas de corte.

Considerando que a pesquisa foi conduzida na faixa de idade das aves em que a estrutura óssea se encontra em formação e que os minerais oriundos da alimentação são majoritariamente direcionados para a mineralização do tecido ósseo, a nossa hipótese era que a ação negativa do aumento da fração fibrosa e quantidade de fitato da ração com adição de torta de girassol, reduzindo a disponibilidade de minerais, influenciasse o desenvolvimento dos ossos das codornas, principalmente, quando houvesse uma redução no nível de fósforo disponível na ração com redução da matriz nutricional. Por sua vez, os efeitos negativos seriam minimizados com a adição das enzimas, principalmente a fitase, cujo objetivo da suplementação dietética consiste em tornar disponível o fósforo complexado à molécula de fitato (PEREIRA *et al.*, 2010), bem como reduzindo a predisposição da formação de quelatos da molécula de ácido fítico com outros minerais de carga bivalente, melhorando a sua biodisponibilidade (SELLE; RAVINDRAN, 2007). Contudo, esses efeitos não foram observados.

Quanto à ausência de efeitos na qualidade óssea, mesmo quando as rações continham deficiência de minerais e foram suplementadas ou não com enzimas, Conte *et al.* (2003) sugerem que esse efeito pode ser devido ao mecanismo de homeostase que ajusta a absorção de minerais, reduzindo ou aumentando a excreção dos mesmos.

Na avaliação da viabilidade econômica nos custos com alimentação (Tabela 18), não foi detectada interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de torta de girassol e as formulações de ração sobre o custo com ração por ganho de peso vivo, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC). Também, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de torta de girassol sobre essas variáveis. Contudo, houve diferença significativa entre as diferentes formulações de ração. A ração normal apresentou maior custo com alimentação por ganho de peso e piores IEE e IC.

Tabela 17 – Parâmetros Ósseo de codornas de corte alimentadas com níveis de 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE)

Tratamentos	Variáveis ¹							
	PO (g)	CO (mm)	DO (mm)	ISO (mg/mm)	RO (kgf/cm ²)	DFO (mm)	MSO (%)	CZO (%)
FÊMUR								
Rações								
Normal	0,721	45,58	3,29	15,72	3,24	1,26	73,40	50,55

Reduzida	0,699	45,16	3,34	15,47	3,99	1,17	73,26	49,48
Reduzida + CE	0,717	45,79	3,28	15,65	3,92	1,29	71,58	48,26
Níveis de torta de girassol								
10%	0,706	45,71	3,34	15,42	3,49	1,20	72,47	48,85
20%	0,720	45,48	3,28	15,80	3,93	1,27	73,01	50,00
Análise de variância (<i>p</i> -valor)								
Rações	0,6313	0,2462	0,5785	0,8589	0,0854	0,3094	0,6329	0,0714
Níveis	0,4834	0,5386	0,2388	0,3305	0,1448	0,3249	0,5770	0,1518
Rações x Níveis	0,3521	0,3826	0,1061	0,3053	0,4033	0,7391	0,8459	0,1008
CV (%)	8,42	2,40	4,48	7,34	23,61	16,40	4,70	4,73

TÍBIA

Rações								
Normal	0,844	56,76	3,21	14,86	1,76	1,46	76,10	51,97
Reduzida	0,823	55,88	3,21	14,71	1,76	1,42	75,88	50,46
Reduzida + CE	0,815	56,90	3,10	14,33	1,72	1,38	74,90	49,70
Níveis de torta de girassol								
10%	0,824	55,58	3,20	14,56	1,65	1,44	75,48	50,03
20%	0,832	56,44	2,14	14,71	1,84	1,39	75,57	51,39
Análise de variância (<i>p</i> -valor)								
Rações	0,6723	0,2788	0,1641	0,5713	0,9712	0,8718	0,7327	0,1060
Níveis	0,7585	0,8026	0,2949	0,7094	0,2080	0,6900	0,9445	0,1222
Rações x Níveis	0,4131	0,4289	0,1081	0,1815	0,4716	0,7324	0,7792	0,3460
CV ⁹ (%)	9,77	2,92	4,93	8,48	25,95	24,96	4,94	5,08

¹ PO=Peso do Osso, CO = Comprimento do Osso, DO = Diâmetro do Osso, ISO = Índice de Seedor, RO = Resistência do Osso, DFO = Deformidade do Osso, MSO = Matéria Seca do Osso, CZO = Cinzas do Osso (expresso na matéria seca); CV⁹ = Coeficiente de variação; Efeito estatístico não significativo pelo Teste SNK (P<0,05).

Fonte: elaboração próprio autor.

Conforme os resultados, a redução na matriz nutricional e energética, com ou sem suplementação enzimática, permitiu redução dos custos com a alimentação, melhorando a eficiência econômica com os custos da alimentação das aves. Esse resultado pode ser associado ao fato de que o desempenho das codornas, usado na base de cálculo das variáveis econômicas, não foi influenciado pelos tratamentos, e o custo da suplementação enzimática não superou a redução do custo obtida com as rações que sofreram redução na matriz nutricional e energética.

Tabela 18– Avaliação econômica de níveis de 10 e 20% de torta de girassol suplementadas ou não com complexo enzimático (CE) para codornas de corte, no período de 7 a 42 dias de idade

Tratamentos	Custo com ração (R\$/kg de ganho)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
Rações			
Normal	6,91a	89b	113a
Reduzida	6,29b	98 ^a	103b
Reduzida + CE	6,37b	97a	104b

Níveis de torta de girassol			
10%	6,55	94	107
20%	6,50	95	106
<hr/>			
Análise de variância (<i>p-valor</i>)			
Rações	0,0202	0,0166	0,0190
Níveis	0,7610	0,8360	0,8118
Rações x Níveis	0,2254	0,2970	0,2332
<hr/>			
Coefficiente de Variação (%)	8,40	8,45	8,44

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Fonte: elaboração próprio autor.

5 CONCLUSÕES

A composição nutricional da torta de girassol está dentro da variação já relatada na literatura e a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da torta de girassol determinada para codornas de corte foi 2.629 Kcal/Kg de matéria seca.

A inclusão de torta de girassol até 25% pode ser utilizada em dietas para codornas de corte, entre 7 e 42 dias de idade, sem prejuízos no desempenho zootécnico. Contudo, os melhores resultados estimados de conversão alimentar e viabilidade econômica foram com a inclusão de 15%.

O uso de complexo enzimático, composto por carboidrases, proteases e fitase, possibilita o aumento da metabolização do nitrogênio e da energia em rações contendo torta de girassol, sem influenciar no desempenho e nas características de carcaça das codornas de corte.

Embora a inclusão de até 20% de torta de girassol prejudique a metabolização da energia da ração, esse nível pode ser adicionado na ração sem a necessidade de adição do complexo enzimático.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, T.V.A. *et al.* Efeito de fatores antinutricionais encontrados nos alimentos alternativos e seu impacto na alimentação de não ruminantes – revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 12, n. 06, p.4393-4399, 2015.
- 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**, Curitiba, v.7, n.2, p103-108, 2002.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. Biodiesel. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 29 out 2017.
- AGUIAR, R. H. Avaliação de girassol durante o armazenamento, para uso como semente ou para extração de óleo. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- ALAGAWANY, M. *et al.* The effectiveness of dietary sunflower meal and exogenous enzyme on growth, digestive enzymes, carcass traits, and blood chemistry of broilers. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, [S.I.], v. 24, n. 13, p. 12319-12327, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28357795>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- 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.
- ARAÚJO, W.A.G. *et al.* Sunflower meal and enzyme supplementation of the diet of 21- to 42-d-old broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 16, n.2, p. 17-24, 2014.
- ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, R. T. V. Energetic value of forages from semi-arid region and digestibility of rations for naked neck pullets. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, p. 232-238, 2014.
- ATTIA, G. *et al.* Effect of dietary inclusion of sunflower meal on performance, carcass traits, litter moisture and economic efficiency of broiler chickens. **Zagazig Veterinary Journal**, Zagazig University, v. 44, n. 3, p. 234-243, 2016.
- BARRETO, L.S.T. *et al.* Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.35, n.3, p.750-753, 2006.
- 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.
- BERWANGER E. *et al.* Nutritional and energy values of sunflower cake for broilers. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n.6, p. 3429-3438, 2014.
- BERWANGER, E. *et al.* Performance and carcass yield of broilers fed increasing levels of sunflower cake. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n.1, p. 201 – 212, 2017a.

- BERWANGER, E. *et al.* Sunflower cake with or without enzymatic complex for broiler chickens feeding. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, [S.I.], v. 30, n.3, p.410-416, 2017b.
- BILAL, M. *et al.* Significant effect of NSP-ase enzyme supplementation in sunflower meal-based diet on the growth and nutrient digestibility in broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 101, n. 2, p. 222–228, 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpn.12552/full>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- BRITO, M. S. *et al.* Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.2, n.4, p.111-117, 2008.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M. da; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.2, n.6, p.259-272, 2005.
- CARVALHO, A. V. Codornas européias (*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. 53f. Monografia (Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011.
- CONTE, A.J. *et al.* Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.
- CORREIA, B.R. *et al.* Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de novilhos alimentados com tortas do biodiesel. **Archivos Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 233, p. 79-89, 2012.
- COSTA, R. V. *et al.* Girassol (*Helianthus annuus L.*) e seus coprodutos na alimentação animal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v. 9, n.7, p. 303-320, 2015.
- COSTA, F. G. P. *et al.* Efeitos da inclusão do extrato oleoso de urucum em rações de poedeiras com substituição total ou parcial do milho pelo sorgo de baixo tanino. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 409-414, 2006.
- COSTA JÚNIOR, J.F. *et al.* Avaliação da Torta de Girassol na Alimentação de Frangos de Corte Semicaipira. **Scientific Electronic Archives**, Cuiabá, v. 8, n.2, p. 81-85, 2015.
- CUNHA, F.S.A. Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e Subprodutos na Alimentação de codornas (*Coturnix japonica*). 2009. 98f. Tese (Doutorado integrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal do Ceará, Pernambuco, 2009.
- DESSIMONI, G. V. Planos nutricionais com suplementação de protease em dietas de frangos de corte. 2011. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciência Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUARIA - EMBRAPA, 2007.

Girassol. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/sitio-tecnologico/trilha-tecnologica/tecnologias/culturas/girassol>>. Acesso em: 23 out. 2017.

FERNANDES, R. T. V. *et al.* Valor nutricional e digestibilidade do grão de girassol em dietas para frangas e galos label rouge. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.9, n.1, p.12-18, 2015.

FERNANDES, R. T. V. *et al.* Grão de girassol e seus subprodutos: potenciais fontes protéicas para alimentação de aves. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 5, p. 40 – 46, 2013.

FERNANDES, R. T. V. *et al.* Digestibilidade, proteína digestível e energia metabolizável do grão e farelo de girassol para galos de crescimento lento. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v.11, n. 5, p. 482-488, 2017.

FERNANDES, D. R. Farelo de castanha de caju e farelo de coco na alimentação de codornas de corte. 2013. 74f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal e Forragicultura) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

FERREIRA, A. H. C. Raspa integral da raiz de mandioca para frangos de corte. 2010. 89f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

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, S. M.; FERREIRA, C. R. R. P. T.; TSUNECHIRO, A. O mercado de óleos vegetais e o potencial da cultura do girassol no Brasil, 1993-96. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.2, p. 7 - 20. 1998.

FORTES, B. D. A. Adição de enzimas em dietas com diferentes fontes de proteína para frangos. 2014. 100f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Goiânia, 2014.

FUKAYAMA, E.H. *et al.* Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.37, n.4, p.629-635, 2008.

GOES, R. H. T. B. *et al.* Degradabilidade in situ dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 271-277, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Pecuária municipal 2015. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>>. Acesso em: 15out. 2017.

IWAHASHI, A. S. *et al.* Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 273-279, 2011.

KALMENDAL, R. *et al.* Highfiber sunflower cake affects small intestine digestion and health in broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 52, p. 86–96, 2011.

Disponível em:

<<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071668.2010.547843?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em: 28 out. 2017.

KHAJALI F.; SLOMINSKI B.A. Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry – a review. **Poultry Science**, Oxford, v. 91 p. 2564–2575, 2012.

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

LELIS, G. R. *et al.* Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.39, n.8, p.1768-1773, 2010.

LIMA, H. J. D. Uso da enzima fitase em ração para codornas japonesas em postura. 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

LIMA, H. F. F. *et al.* Farelo de girassol na alimentação de aves label rouge em crescimento no ambiente equatorial. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.7, n.1 p.56-60, 2013.

MASSUDA, E.M.; MURAKAMI, A.E. Custo de produção na coturnicultura – Granjas de postura. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v. 2, n. 36, 2008.

MANTOVANI, C. *et al.* Composição química e valor energético do farelo e da semente de girassol para frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 22, n.3, p. 745-749, 2000.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Agricultural Experiment Station Research Report, **Journal of animal Physiology and Animal Nutrition**, [S.I], v.7, p. 3-11, 1965.

MOGHADDAM, H. N. *et al.* Evaluation of the nutritional value of sunflower meal and its effect on performance, digestive enzyme activity, organ weight, and histological alterations of the intestinal villi of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 21, p. 293–304, 2012.

MONTEIRO, F. Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos. 2005. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2005.

MÓRI, C. *et al.* Desempenho e Rendimento de Carcaça de Quatro Grupos Genéticos de Codornas para Produção de Carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.34, n.3, p.870-876, 2005.

MOTA, L. F. M. *et al.* Características de desempenho e de carcaça em diferentes genótipos de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.67, n.2, p.613-621, 2015

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. edition Natl. Acad. Press. Washington, DC, 1984, 155p.

OLIVEIRA, D. D. *et al.* Desempenho de frangos de corte alimentados com torta de girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1979-1990, 2012.

OLIVEIRA, D.D. Avaliação da torta de girassol e glicerina bruta pura em frangos de corte: efeitos no desempenho, qualidade de carcaça e parâmetros sanguíneos. 2011. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

OLIVEIRA, A. S. Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes. 2008. 166f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008.

OLIVEIRA, T. M. M. *et al.* Sunflower meal and exogenous enzymes in initial diets for broilers. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 996 – 1005, 2016.

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.

OLIVEIRA, M. D. S. *et al.* Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 8, n. 4, p. 629-638, 2007.

OZTURK, E. Performance of broilers fed with different levels of sunflower meal supplemented with or without enzymes. **Indian Journal of Animal Research**, Haryana, v.51, n. 3, p. 495-500, 2017.

PARIZIO, F. A. S. Utilização de protease em dietas de codornas de corte. 2014. 54f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2014.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W.P.; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 9, n. 6, p. 2041–2049, 2012.

PEDREIRO, G. E. E. Torta gorda de girassol na alimentação de matrizes suínas em gestação e lactação. 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade estadual de Londrina, Londrina, 2007.

PEDREIRO, G. E. G. *et al.* Torta de girassol na alimentação de matrizes suínas em gestação e lactação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 497-504, 2009.

PEDROSA, M.M. *et al.* Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.80, n.4, p.459-464, 2000. Disponível em: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(200003\)80:4<3C459::AID-JSFA549%3E3.0.CO;2-O/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-0010(200003)80:4<3C459::AID-JSFA549%3E3.0.CO;2-O/pdf) . Acesso em: 20 de out. 2017.

PEREIRA E. S. *et al.* Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

- PEREIRA, A. A. *et al.* Utilização de rações de poedeiras comerciais formuladas com fitase e níveis de proteína bruta sobre a excreção de fósforo, nitrogênio e cálcio. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v.26, n.3, p. 178-183, 2010.
- PERIM, F. S. Celulase em rações para frangos de corte de um a 21 dias de idade. 2014. 61F. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Rio verde, 2014.
- PINHEIRO, J. W. *et al.* Torta de girassol na alimentação de poedeiras semipesadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3959-3970, 2013.
- PINTO, R. *et al.* Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.
- PUCCI, L. E. A. Efeito do processamento de rações com diferentes níveis nutricionais e suplementadas com enzimas para frangos de corte: desempenho e digestibilidade de nutrientes. 2008. 113p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- RIBEIRO A.M.L.; MAGRO N.; PENZ JUNIOR A.M. Granulometria do Milho em Rações de Crescimento de Frangos de Corte e seu Efeito no Desempenho e Metabolismo. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.4, n.1, p. 1-7, 2002.
- RODRIGUEZ, M.L. *et al.* Nutritive value of high-oleic acid sunflower seed for broiler chickens. **Poultry Science**, Oxford, v. 84, n. 3, p.1-7, 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15782907>>. Acesso em: 29 de jan. 2018.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimento e exigências nutricionais. 3. Ed. Viçosa: UFV, 2011, 252 p.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimento e exigências nutricionais. 4. Ed. Viçosa: UFV, 2017, 488 p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.
- SAKOMURA, N.K. *et al.* **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014, 678p.
- SALARI, S. *et al.* Nutritional Evaluation of Full-fat Sunflower Seed for Broiler Chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, [S.I.], v. 22, n. 4, p. 557 – 564, 2009.
- SAMAY, A. M. A. T. Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte. 2012. 119f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Rural de Pernambuco, Universidade Federal de Paraíba, Universidade Federal do Ceará, Recife, 2012.
- SANTOS, J. Derivados da extração do óleo de girassol para vacas leiteiras. 2008. 82f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade De Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2008.

- SANTOS, A. X. *et al.* Efeitos da suplementação de torta de girassol para vacas lactantes: desempenho produtivo e análise econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, s. 2, p. 3401-3410, 2012.
- SANTOS, S. L. *et al.* Avaliação físico-química do peito de frango alimentado com farelo de palma forrageira. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 01 - 06, 2014a.
- SANTOS, V. C. *et al.* Desempenho e digestibilidade de componentes nutritivos de dietas contendo subprodutos de oleaginosas na alimentação de cordeiros. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n.3, p. 1577-1586, 2014b.
- SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics**. Version 8. Carry, NC, 2000.
- SELVARAJ, R.K.; PURUSHOTHAMAN, M.R. Nutritive value of full-fat sunflower seeds in broiler diets. **Poultry Science**, Oxford, v. 83, n.3, p.441-6, 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15049498>. Acesso: 29 de jan. de 2018.
- SCHARLACK, N. K. Estudo do efeito do tipo e grau de hidratação de solventes alcoólicos na extração simultânea de óleo e de ácidos clorogênicos de torta de semente de girassol. 2015. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.
- SCHOULTEN, N. A. *et al.* Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciências Agrotecnica**, Lavras, v. 27, n.6, p.1380-1387, 2003.
- SEEDOR, J.G.; QUARRUCCIO, H.A.; THOMPSON, D.D. The bisphosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, [S.I] v.6, p.339-346, 1991.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.1-2, p.1-41, 2007.
- SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.775-790, 2012.
- 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, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora da UFV, 2002. 167p.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p
- SREDANOVIC, S. A. *et al.* The nutritive value of poultry diets containing sunflower meal supplemented by enzymes. **Acta periodica technologica** ,[S.I], v. 43, p. 1-342, 2012.
- STRINGHINI, J, H. *et al.* NOTA CIENTÍFICA: Avaliação do valor nutritivo do farelo de girassol para aves. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v.1, n. 2, p. 123-126, 2000.

TAVERNARI, F. C. *et al.* Inclusion of Sunflower Meal, With or Without Enzyme Supplementation, in Broiler Diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.10, n.4, p. 233-238, 2008.

TAVERNARI, F. C. *et al.* Efeito da utilização de farelo de girassol na dieta sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.38, n.9, p.1745-1750, 2009.

TAVERNARI, F. C. *et al.* Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.1, p.172-177, 2010.

TORRES, D.M. Valor nutricional de farelo de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves. 2003. 172 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª edición). 2010. C. de Blas, G. G Mateos y P. García-Rebollar. Fundación Espanola para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 502 pp.

TSUZUKI, E.T. *et al.* Utilization of Sunflower Seed in Laying Hen Rations. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.5, n.3, p.179 – 182, 2003.

WARPECHOWSKI, M. B. Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento. 2005. 180p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.