



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

AMANDA VIRGÍNIA OLIVEIRA ALENCAR

TORTA DE GIRASSOL ASSOCIADA A ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGAS DE REPOSIÇÃO DE DIFERENTES LINHAGENS

FORTALEZA

2018

AMANDA VIRGÍNIA OLIVEIRA ALENCAR

TORTA DE GIRASSOL ASSOCIADA A ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGAS
DE REPOSIÇÃO DE DIFERENTES LINHAGENS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento.

Coorientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

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)

- A353t Alencar, Amanda Virgínia Oliveira.
Torta de girassol associada a enzimas na alimentação de frangas de reposição de diferentes linhagens /
Amanda Virgínia Oliveira Alencar. – 2018.
83 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento.
Coorientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
1. Helianthus annuus. 2. Enzimas exógenas. 3. Alimento alternativo. 4. Qualidade dos ovos. 5. Nutrição de
aves. I. Título.

CDD 636.08

AMANDA VIRGÍNIA OLIVEIRA ALENCAR

TORTA DE GIRASSOL ASSOCIADA A ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGAS
DE REPOSIÇÃO DE DIFERENTES LINHAGENS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 02 / 03 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

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

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

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

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a fé e força para atingir minhas metas e inúmeros desafios superados até aqui.

À minha mãe, por me apoiar e pela paciência das vezes em que não conversamos por eu estar “ocupada” com as tarefas do dia a dia e pelos finais de semana em que estive ausente, por sempre ser guerreira e ter criado três filhos praticamente sozinha e ainda sim, diante de toda dificuldade financeira, me apoiou nos meus estudos.

Aos meus irmãos Samuel e Alina pelos ensinamentos, por toda ajuda dada na minha caminhada desde a Graduação até o Mestrado.

À minha adorável e maravilhosa tia Ana, sempre solícita, sempre disponível para ajudar, me dando conselhos, por estar ao meu lado quando mais precisei, sem dúvidas é minha segunda mãe.

À minha namorada Lucineide Alves, que em todos os momentos, principalmente os difíceis, me deu forças para seguir meus planos, me motivando, pela paciência que teve por diversos dias da minha ausência, por ser parceira, amiga e aguentar todo o meu estresse e preocupações.

Ao Davyd Herik, pelo comprometimento, dedicação e responsabilidade em me orientar durante o experimento, dando conselhos, brigando comigo, me cobrando, mas tudo foi para o meu aprendizado e sou muito grata a ele por tudo.

Ao meu orientador de mestrado, Professor Germano Augusto Jerônimo do Nascimento, por ser uma pessoa dedicada, muito paciente, pelos ensinamentos, por me aconselhar nas minhas decisões e por acreditar na minha capacidade.

Ao meu Coorientador Professor Ednardo Rodrigues Freitas, pelo espaço concedido para realização do experimento, por todos os “puxões de orelha” e acima de tudo, por toda sabedoria que tem em transmitir o conteúdo lecionado de forma prática.

Aos alunos de Graduação que fazem parte do Setor de Avicultura da UFC e que foram essenciais para a condução do experimento, principalmente a Amanda Karen, José Fernando, Jales Feitosa, Nathália Gurgel, Fernanda Gabrielly, Rafael Dantas, Ana Carolina e Ariane Santos, onde essa última veio do Maranhão fazer o estágio e contribuiu com as atividades desenvolvidas.

Aos colegas do programa de pós-graduação em zootecnia da UFC, Carla Nágila pela constante troca de informações, risadas e muito trabalho, Edibergue Oliveira, Samara Dulce, Herbenson Marques, Monik Kelly que ajudaram nas muitas etapas do experimento.

Aos funcionários do setor de Avicultura, Isaías Carlos, Francisco Ormani (Maninho) e Eli pelo suporte durante a realização das atividades.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC, pelos Professores, Técnicos administrativos e por proporcionar condições de cursar o Mestrado em Zootecnia.

Ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, por dispor equipamentos, materiais e instalações necessárias para realizações das análises químicas.

À UFC, por proporcionar uma vivência única, ensino de qualidade e a todos os que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas dos homens foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão de torta de girassol (TG) e a sua metabolização com ou sem adição de enzimas nas rações de frangas de reposição leves e semipesadas nos períodos de crescimento e seus efeitos sobre desempenho, viabilidade econômica, maturidade sexual e qualidade dos ovos no início da fase de postura. No experimento I, com frangas leves, foram realizados avaliação de desempenho e dois ensaios de metabolismo. Para o desempenho, 540 frangas foram utilizadas (7 a 17 semanas de idade) em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ (dois níveis de inclusão de TG, 10% e 20%). Foram utilizadas, duas formas do complexo enzimático, (presença e ausência), mais um tratamento controle, com 6 repetições de 18 aves. Entre a 9ª e a 10ª semana de idade das aves, foi realizado o primeiro ensaio de metabolismo e o segundo entre a 14ª e 15ª semana, utilizando os mesmos tratamentos com 6 repetições de 5 aves. Para o desempenho no período de crescimento, não foi observada interação significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de TG e enzimas. Isoladamente as rações e as enzimas influenciaram significativamente ($P < 0,05$) o consumo de ração e a conversão alimentar. Foi observada redução dos coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), do nitrogênio (CMN), da energia bruta (CMEB), da energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN) das rações à medida que foi aumentando o nível de TG, mesmo com a presença de enzimas e interação significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de TG e enzimas para o CMMS. No final do período de crescimento, 360 aves foram transferidas para o galpão de postura permanecendo até a 35ª semana de idade mantendo o mesmo delineamento experimental. As rações não afetaram o desempenho produtivo, maturidade sexual e qualidade dos ovos, ocorrendo diminuição apenas dos valores de densidade específica em relação ao tratamento controle e interação significativa ($P < 0,05$) para a mesma variável. No experimento II as mesmas avaliações foram realizadas com 480 frangas semipesadas no período de crescimento, com o mesmo esquema fatorial das aves leves ($2 \times 2 + 1$), porém as inclusões de TG foram de 12% e 24% com 6 repetições de 16 aves para o desempenho. Os dois ensaios de metabolismo foram realizados no mesmo período do experimento I. As repetições foram de 4 aves e ao final da 35ª semana de idade, 330 aves foram transferidas para o galpão de postura. Na fase de crescimento, não foi observada interação significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de TG e enzimas, em que as rações e enzimas influenciaram isoladamente ($P < 0,05$) o consumo de ração e a conversão alimentar. Contudo, as rações não afetaram o desempenho produtivo, maturidade sexual e qualidade dos ovos, ocorrendo redução apenas dos valores de densidade específica em relação ao tratamento

controle. Nos metabolismos, observou-se redução dos Coeficientes de Metabolização (CM) à medida que foi aumentando o nível de TG, mesmo com a presença de enzimas. Até 20% de inclusão de TG pode ser utilizada em rações de frangas leves e até 24% para as semipesadas sem que ocorra prejuízo do desempenho. A quantidade enzimática adicionada foi suficiente para manter o desempenho. Entretanto, não garantiu maior metabolização dos nutrientes contidos nas rações. Quanto à análise de viabilidade econômica com as aves leves, as rações que continham 20% de TG com enzimas apresentaram menores custos/Kg de ganho de peso corporal e melhores índices de eficiência e de custo. Com as semipesadas os melhores resultados para essas variáveis foram obtidos com a inclusão de 24% de TG sem enzimas.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*. Enzimas exógenas. Alimento alternativo. Qualidade dos ovos. Nutrição de aves.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the inclusion of sunflower cake (SC) and its metabolization with or without the addition of enzymes in the rations of light and medium weight replacement pullets during growth periods and their effects on performance, economic viability, sexual maturity and quality of eggs at the beginning of the laying phase. In the experiment I, with light pullets, performance evaluation and two metabolism tests were performed. For the performance, 540 pullets were used (7 to 17 weeks of age) in a completely randomized design in a $2 \times 2 + 1$ factorial scheme (two inclusion levels of SC, 10% and 20%), two forms of the enzyme complex, absence), plus a control treatment, with 6 replicates of 18 birds. Between the 9th and 10th week of the birds, the first metabolism test was performed and the second between the 14th and 15th week, using the same treatments with 6 replicates of 5 birds. As for the performance in the growth period, no significant interaction ($P > 0.05$) was observed between SC and enzyme levels. Rations and enzymes alone significantly influenced ($P < 0.05$) feed intake and conversion to feed. It was observed a reduction of the coefficients of metabolization of dry matter (CMDM), nitrogen (CMN), crude energy (CMCE), apparent metabolizable energy (AME) and corrected apparent metabolizable energy for the nitrogen balance (AMEn) as SC levels were increased, even with the presence of enzymes and significant interaction ($P < 0.05$) between the levels of SC and enzymes for CMDM. At the end of the growth period, 360 birds were transferred to the laying shed and remained there until the 35th week of age, maintaining the same experimental design. The rations did not affect the productive performance, sexual maturity and egg quality, only the values of specific density decreased in relation to the control and significant interaction ($P < 0.05$) for the same variable. In the experiment II the same evaluations were performed with 480 medium weight pullets in the growth period, with the same factorial scheme of the light birds ($2 \times 2 + 1$), but the inclusions of SC were 12% and 24% with 6 replicates of 16 birds for performance. The two metabolism essays were performed in the same period of experiment I. The replicates were of 4 birds and at the end of the 35th week of age, 330 birds were transferred to the laying shed. In the growth phase, no significant interaction ($P > 0.05$) was observed between the levels of SC and enzymes, in which rations and enzymes influenced dietary intake and feed conversion alone ($P < 0.05$). However, the rations did not affect the productive performance, sexual maturity and quality of the eggs, occurring only reduction of the values of specific density in relation to the control treatment. In the metabolisms, a reduction of Coefficients of Metabolization (CM) was observed as the level of SC was increased, even with the presence of enzymes. Up to 20%

inclusion of SC can be used in light-weight rations and up to 24% for light-weight rations without performance impairment. The added enzymatic amount was sufficient to maintain performance. However, it did not guarantee greater metabolization of the nutrients contained in the rations. Regarding the economic viability analysis with the light birds, the rations that contained 20% SC with enzymes presented lower costs / Kg of body weight gain and better indices of efficiency and cost. With the medium weight pullets, the best results for these variables were obtained with the inclusion of 24% SC without enzymes.

Keywords: *Helianthus annuus*. Exogenous enzymes. Alternative food. Egg quality. Bird nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Composição bromatológica do farelo de girassol segundo vários autores com base na matéria seca.....	26
Tabela 2	– Contribuição nutricional e energética das enzimas para as frangas leves...	39
Tabela 3	– Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas leves Hy-Line W-36 no período de 7 a 12 semanas de idade.....	40
Tabela 4	– Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas leves Hy-Line W-36 no período de 13 a 17 semanas de idade.....	41
Tabela 5	– Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas leves Hy-Line W-36 no período de 18 a 35 semanas de idade.....	43
Tabela 6	– Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas semipesadas Hy-Line Brown no período de 7 a 12 semanas de idade.....	46
Tabela 7	– Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas semipesadas Hy-Line Brown no período de 13 a 17 semanas de idade.....	47
Tabela 8	– Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas semipesadas Hy-Line Brown no período de 18 a 35 semanas de idade.....	49
Tabela 9	– Desempenho de frangas Hy-Line W-36 na fase de 7 a 17 semanas de idade alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas.....	51
Tabela 10	– Coeficientes de metabolização da matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 9ª e a 10ª semana de idade.....	53
Tabela 11	– Desdobramento da interação significativa entre os níveis de torta de girassol e enzimas sobre o CMMS de frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 9ª e a 10ª semana de idade.....	53

Tabela 12	– Coeficientes de metabolização da matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 14 ^a e a 15 ^a semana de idade.....	55
Tabela 13	– Desdobramento da interação significativa entre os níveis de torta de girassol e enzimas sobre o CMMS de frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 14 ^a e a 15 ^a semana de idade.....	55
Tabela 14	– Maturidade sexual de frangas leves Hy-Line W-36 alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	57
Tabela 15	– Desempenho no período de 18 a 35 semanas de idade de poedeiras leves Hy-Line W-36 alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	58
Tabela 16	– Componentes e qualidade dos ovos de poedeiras leves Hy-Line W-36 alimentadas com torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	59
Tabela 17	– Desdobramento da interação significativa entre os níveis de torta de girassol e enzimas sobre a densidade específica dos ovos de frangas leves Hy-Line W-36, alimentadas com torta de girassol e enzimas no período de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	59
Tabela 18	– Custo médio da ração por quilograma de ganho de peso corporal, índice de eficiência econômica, índice de custo de acordo com os níveis de inclusão de torta de girassol e enzimas de frangas leves Hy-Line W-36 na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	61
Tabela 19	– Desempenho de frangas semipesadas Hy-Line Brown na fase de 7 a 17 semanas de idade alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas.....	62
Tabela 20	– Coeficientes de metabolização na matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para frangas semipesadas Hy-Line Brown, no período entre a 9 ^a e a 10 ^a semana de idade.....	64
Tabela 21	– Coeficientes de metabolização na matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para	

	frangas semipesadas Hy-Line Brown, no período entre a 14 ^a e a 15 ^a semana de idade.....	65
Tabela 22	– Maturidade sexual de frangas semipesadas Hy-Line Brown alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	66
Tabela 23	– Desempenho no período de 18 a 35 semanas de idade de poedeiras semipesadas Hy-Line Brown alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	68
Tabela 24	– Componentes e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas Hy-Line Brown alimentadas com torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	69
Tabela 25	– Custo médio da ração por quilograma de ganho de peso corporal, índice de eficiência econômica, índice de custo de acordo com os níveis de inclusão de torta de girassol e enzimas de frangas semipesadas Hy-Line Brown na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade).....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACG	Ácido Clorogênico
Alb.	Albúmen
ANFAR	Associação Nacional dos Fabricantes de rações
ANOVA	Análise de Variância
CA	Conversão Alimentar
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CEUA	Comissão de Ética em Uso Animal
Cm	Centímetros
cm ² /ave	Centímetro ao quadrado por ave
CMEB	Coefficiente de metabolização da Energia Bruta
CMMS	Coefficiente de metabolização na Matéria Seca
CMN	Coefficiente de metabolização na Matéria Natural
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CR	Consumo de Ração
CR-R\$/Kg	Custo da ração em reais por quilograma
CV	Coefficiente de Variação
DE	Densidade Específica
DZ	Departamento de Zootecnia
EC	Espessura de casca
EE	Extrato Etéreo
EM	Energia Metabolizável
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente Corrigida pelo Balaço de Nitrogênio
ENZ.	Enzimas
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FEDNA	Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal
FIAP	Farelo Integral de Arroz Parbolizado
FTU	Unidades de Atividade da fitase
G	Gramas

g/ave	Gramas por ave
g/g	Gramas por grama
GP	Ganho de Peso
H	Horas
IC	Índice de Custo
ID	Idade
IEE	Índice de Eficiência Econômica
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
Kg/há	Quilograma por hectare
m ³	Metro cúbico
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Mcg	Microgramas
Mg	Miligramas
min.	Minuto
min./vit.	Mineral Vitamínico
MM	Matéria Mineral
MN	Matéria Natural
MO	Massa de Ovos
MS	Matéria Seca
Nutec	Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PM	Peso Médio
PMF	Peso Médio Final
PNA	Polissacarídeo Não Amiláceo
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PO	Peso dos Ovos
Ppm	Partes por milhão
TG	Torta de Girassol
TGI	Trato Gastrointestinal
Ton	Tonelada
U/Kg	Unidade por quilograma

UFC	Unidade de Formação de Colônias
UH	Unidade Haugh
UI	Unidades Internacionais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	Alimentos alternativos para aves.....	21
2.2	Cadeia produtiva do biodiesel.....	22
2.3	Girassol.....	24
2.4	Óleo de girassol.....	25
2.5	Farelo de girassol e seu uso na alimentação de aves.....	25
2.6	Torta de girassol e seu uso na alimentação de aves.....	27
2.7	Fatores limitantes do girassol para o uso na alimentação de aves.....	29
<i>2.7.1</i>	<i>Ácido clorogênico.....</i>	<i>29</i>
<i>2.7.2</i>	<i>Polissacarídeos não amiláceos.....</i>	<i>30</i>
<i>2.7.3</i>	<i>Fitatos.....</i>	<i>33</i>
2.8	Enzimas na alimentação de aves.....	34
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1	Experimento I – Frangas de reposição leves.....	38
3.2	Experimento II – Frangas de reposição semipesadas.....	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1	Experimento I –Frangas de reposição leves.....	51
4.2	Experimento II - Frangas de reposição semipesadas.....	62
5	CONCLUSÕES.....	72
	REFERÊNCIAS.....	73
	ANEXO.....	84

1 INTRODUÇÃO

A nutrição e a genética de frangas são essenciais para que estas se tornem boas poedeiras no futuro. Aliado a isso, é cada vez mais comum o uso de programas de alimentação visando um ganho de peso adequado ao atingirem a idade de postura. Ademais, o setor avícola no Brasil está em constantes descobertas de alimentos alternativos que possam ser utilizados para garantir um desempenho adequado e reduzir os custos com a alimentação.

Com o objetivo de atingir esse ideal, o uso de novos alimentos como a torta de girassol (TG), surge como uma importante ferramenta para a nutrição de aves. Este subproduto advém do girassol (*Helianthus annuus*), que é uma espécie pertencente à família botânica *Asteraceae* (McGUFFEY e SCHINGOETHE, 1980). Sua cultura é bastante desenvolvida principalmente na região Centro-Oeste do Brasil. A TG é obtida através da prensagem do grão de girassol e é composta por uma alta concentração de óleo e proteína (OLIVEIRA *et al.*, 2007) que poderá indicar bons resultados na conversão alimentar, consumo e melhora no desempenho de poedeiras, além de apresentar consideráveis valores de fibra.

Como as aves são animais que são desprovidos de enzimas endógenas responsáveis pela degradação da fibra, há recomendações para um uso moderado desses alimentos, visto que, a fibra pode afetar a digestibilidade dos nutrientes e que causaria interferência no consumo de ração e possível piora no desempenho dos animais (BRITO *et al.*, 2008).

Nesse contexto, é de extrema importância o uso de enzimas exógenas na alimentação de galinhas poedeiras no período de crescimento, alimentadas com alimentos fibrosos; pois uma de suas funções é aumentar a digestibilidade do alimento, possibilitando assim um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas aves (LIMA *et al.*, 2007).

Trabalhos utilizando a torta de girassol ainda são escassos em poedeiras em crescimento. Entretanto, de acordo com Pinheiro *et al.* (2013) incluíram níveis de até 21% do alimento em rações de poedeiras semipesadas em crescimento e concluíram que até o nível estudado, não houve prejuízos no desempenho das aves.

Munyaka *et al.* (2016), estudaram a adição de β -glucanase (250 U/Kg de ração) e xylanase (2,500 U/Kg de ração) sobre o desempenho, a utilização de nutrientes e a microbiota intestinal de frangos de corte. As enzimas foram eficazes nas dietas aumentando a digestibilidade de alimentos fibrosos. Os dados forneceram uma visão significativa do perfil microbiano ileal e cecal associado ao tipo de dieta e enzimas.

Em outro trabalho realizado por Waititu *et al.* (2018), com farelo de girassol em até 75% de inclusão nas dietas de frangos de corte, com ou sem enzimas, as enzimas xilanase, alfa-

amilase e protease colaboraram com a diminuição da umidade das excretas. Elas não influenciaram a digestibilidade ileal aparente ou viscosidade jejunal, podendo fazer uso dessas enzimas para melhorar a inclusão do farelo de girassol, mantendo o desempenho adequado e o ambiente de criação saudável

Dessa forma, objetivou-se avaliar a inclusão de torta de girassol e metabolização com ou sem adição de enzimas das rações de frangas de reposição leves e semipesadas nos períodos de crescimento, 7 a 17 semanas de idade, e seus efeitos sobre o desempenho, viabilidade econômica, maturidade sexual e qualidade dos ovos no início da fase de postura, de 18 a 35 semanas de idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentos Alternativos para aves

O milho e o farelo de soja são alimentos que compõem a maioria das rações formuladas para aves por apresentar elevado conteúdo energético e proteico respectivamente. Entretanto, representam elevado custo na alimentação. Surge então a opção dos alimentos alternativos como importante ferramenta na nutrição de aves, visando a substituição dos ingredientes comumente utilizados e a diminuição dos custos com a fabricação de ração, podendo garantir adequado desempenho e produtividade dos animais (ARRUDA *et al.*, 2016).

O milho representa um dos principais ingredientes responsáveis pelo alto custo de produção de ração, visto que ele incorpora na alimentação em maior quantidade. Aliado a isso, o milho representa fonte da alimentação humana e é utilizado em indústrias de biocombustíveis o que resulta em competição na busca pelo alimento. Ademais a procura por alimento alternativo torna-se crescente (NUNES *et al.*, 2013).

De acordo com Fialho (2009), alimento alternativo é aquele que está disponível em uma determinada região por um período mínimo de tempo que possa garantir a troca significativa pelo alimento convencional utilizado, em especial nas regiões de difícil aquisição de insumos alimentares ou em decorrência de períodos do ano em que aumenta a escassez de alimento.

Para que ocorra a substituição dos alimentos tradicionais por ingredientes alternativos, é essencial conhecer o valor nutricional, se há presença de fatores antinutricionais, conhecer o nível ideal de inclusão de acordo com as exigências nutricionais das aves, a disponibilidade do alimento na região em que for utilizá-lo, análise dos custos e a viabilidade da inclusão (CARVALHO *et al.*, 2015).

Na região Nordeste a procura por alimentos alternativos é ainda maior, visto que há carência da produção de milho e soja. Entretanto, encontra-se em posição otimista no cenário nacional devido ao destaque em fruticultura. Esse segmento foi o responsável por atrair diversas agroindústrias que geram grandes quantidades de resíduos que poderão ser utilizados na alimentação animal (SILVA, 2014).

Prado *et al.* (2000), afirmam que há muitas opções de resíduos de agroindústrias que podem ser fonte adequada para alimentação de aves sendo seu valor nutricional determinado por complexa interação de seus constituintes e pela quantidade de microrganismos presentes no trato gastrointestinal, nos processos de digestão e absorção além da condição fisiológica do animal.

Trabalhos vêm sendo realizados com o uso de alimentos alternativos na dieta de aves como, por exemplo, a mandioca, que pode ser utilizada a raiz, folha, caule e farinha (MARTINS *et al.*, 2000), subprodutos do arroz (VIEIRA *et al.*, 2007), subprodutos da castanha do caju. Esses trabalhos encontraram níveis elevados de proteína bruta (SILVA *et al.*, 2008), sorgo cujas propriedades nutricionais se assemelham ao milho (NUNES *et al.*, 2013) e subprodutos do girassol (BERWANGER *et al.*, 2017).

Entre os alimentos alternativos em ascensão utilizados pelos pesquisadores, destacam-se os subprodutos advindos de indústrias de extração de óleo bruto de sementes de plantas oleaginosas, como o girassol, colaborando com a redução da poluição ambiental e propiciando uma alternativa na utilização em rações de aves.

2.2 Cadeia produtiva do biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), foi criado conforme Decreto Federal de 23 de Dezembro de 2003, com o intuito de atingir desenvolvimento sustentável, com enfoque na inclusão social buscando o desenvolvimento regional. Diante disso, o país tem procurado medidas que diminuam os danos causados ao meio ambiente diversificando o uso de matérias-primas afim de encontrar substitutos ao petróleo (ISOLANI e TONIN, 2013).

Biodiesel é definido como um combustível biodegradável, derivado de biomassa renovável, de origem animal ou vegetal, como o álcool (etanol, metanol). A biomassa armazena energia advinda do sol pela realização da fotossíntese dos vegetais e indiretamente pela ingestão de alimentos pelos animais (BIODIESEL, 2011). Para Parente (2003), o biodiesel não contém enxofre e demais substâncias carcinogênicas que o diesel possui, minimizando as emissões de dióxido de carbono.

A implementação do biodiesel no Brasil aparece como importante ferramenta para se alcançar o desenvolvimento econômico e social e aumento dos empregos nas áreas rurais. Os custos para obtenção do biodiesel são diretamente relacionados com a matéria-prima utilizada, pela capacidade produtiva da usina e pela presença de taxas e impostos. Logo se faz necessário o estudo de fontes que possam ser incorporadas para a produção viável (PADULA *et al.*, 2012).

As pesquisas envolvendo óleos vegetais como combustíveis surgiram em 1977, mas somente em 2004 os projetos e estudos aumentaram devido ao PNPB. Criou-se o Selo

Combustível Social em que os produtores de biodiesel teriam uma redução nos tributos e impostos se adquirissem produtos oriundos da agricultura familiar (PARENTE, 2003).

Além disso, na região Nordeste, há uma grande variedade de plantas oleaginosas capazes de serem usadas nas indústrias de combustíveis, possibilitando que o agricultor faça parte da cadeia de produção agrícola, gerando renda para sua região e resultando em maior carga de subprodutos.

A Região Nordeste também é conhecida por apresentar dificuldades sociais e a seca que aflige várias cidades do interior e que dificulta a produção no ano inteiro. No Ceará, a efetivação da cadeia produtiva do biodiesel está diretamente ligada à procura por melhores condições de vida e diminuição das desigualdades sociais. Há instalada no estado a unidade da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (Nutec), vinculada à secretaria de Ciência e Tecnologia Industrial do Ceará responsável por pesquisas na área de biocombustíveis (LINS, 2010).

Conforme Melo (2016), dentre as culturas que se destacam para tal finalidade estão: dendezeiro (*Elaeis guineensis Jacq.*), babaçu (*Attalea speciosa*), pinhão manso (*Jatropha curcas L.*), amendoim (*Arachis hypogaea*), coco (*Cocos nucifera*), mamona (*Ricinus communis L.*), algodoeiro (*Gossypium hirsutum latifolium Hutch LR*), canola (*Brassica napus L.*), girassol (*Helianthus annuus*), soja (*Glycine Max (L) Merrill*) e milho (*Zea mays*).

Dentre culturas oleaginosas, o girassol tem importante relevância por estar entre uma das mais vantajosas opções para a produção de biodiesel, devido ao seu ciclo curto de produção e por poder ser aproveitado para plantio em regiões do Nordeste brasileiro no período chuvoso (NUNES, *et al.*, 2009).

Devido ao fato do país possuir grandes empresas de biocombustíveis, estas acabam por gerar grandes quantidades de resíduos que possuem valor nutritivo adequado para que possam ser utilizados como opção na nutrição animal. Os principais coprodutos obtidos após a extração do óleo de sementes oleaginosas são as tortas, farelos e glicerina bruta, os quais representam mais de 50% da massa inicial de sementes utilizadas na agroindústria (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Comumente, a torta ou farelo gerados da extração do óleo passam por processo de agregação de valor, pois não são conhecidas suas potencialidades nutricionais e econômicas, com exceção da soja, algodão e girassol (ABDALLA, *et al.*, 2008).

Conforme Agência Nacional do Petróleo (2017), a produção de biodiesel foi de 400 mil m³. A capacidade instalada autorizada a operar comercialmente em agosto de 2017 ficou em 7.784 mil m³/ano (649 mil m³/mês). Dessa capacidade, 92% são referentes às empresas

detentoras do Selo Combustível Social. Na região Nordeste, estão presentes 3 usinas com capacidade produtiva de biodiesel de 506 mil m³/ano, responsável por 7% da produção nacional.

Portanto, devido à crescente expansão da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil em função do que foi estabelecido pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE, 2014), tornando obrigatória a inclusão de 7% de biodiesel ao óleo diesel a partir de 1º de novembro de 2014, bem como a variedade de sementes oleaginosas utilizadas geram diferentes coprodutos com possível potencial na alimentação de aves. Esses coprodutos podem diminuir os custos com a alimentação animal, fazendo com que sejam necessários mais estudos na área para melhor aplicabilidade do alimento e assim fortalecer as indústrias familiares gerando renda para região.

2.3 Girassol

O girassol é uma cultura bastante difundida no Brasil, caracterizada por ser rústica e adaptável a muitos tipos de solos e clima (CASTRO e FARIAS, 2005). Segundo a CONAB (2012), a produção total de girassol no Brasil em 2011 foi de 83 mil toneladas, sendo desse total, 64 mil toneladas produzidas no Centro-Oeste. Enquanto no Nordeste apenas 2 mil toneladas foram produzidas, sendo o estado do Ceará o único produtor. Conforme Freitas (2012), a produção de girassol na região Nordeste ainda é bastante incipiente, sendo os estados do Ceará e Rio Grande do Norte os únicos produtores, porém em 2011 a CONAB não registrou produção de girassol no estado do Rio Grande do Norte.

De acordo com a CONAB, 2017 (Companhia Nacional de Abastecimento do Brasil), no estado de Mato Grosso, a área cultivada com girassol para a safra 2016/2017 foi de aproximadamente 31,8 mil hectares, com estimativa para a produção de 1.617 Kg/ha para a safra 2017/2018 o que resulta numa boa alternativa para produtores utilizarem na alimentação animal, principalmente no período de entressafra do milho e sorgo.

O fruto do girassol é o aquênio, constituído pelo pericarpo (casca), e pela semente, na qual pode ser quantificada em maior ou menor teor de óleo. As sementes que propiciam maior conteúdo de óleo são maiores. Com casca, há maior presença em fibras, seu conteúdo de óleo fica em torno de 25% e 30% (CARRÃO-PANIZZI e MANDARINO, 2005).

A composição química da semente de girassol é variável de acordo com cada região em que é cultivada, sendo dependentes do clima, solo e manejo. Entretanto os teores médios

dos nutrientes presentes nos grãos são de 4,8% de água, 24% de proteína, 47,3% de óleo, 19,9% de carboidratos totais e 4% de cinzas (CARRÃO-PANIZZI e MANDARINO, 2005).

2.4 Óleo de Girassol

O principal produto do girassol que atrai os produtores, é o seu alto teor de óleo, rico em ácidos graxos poliinsaturados, como o ácido linoleico (64,6 a 71,5%), ácido oleico (16 a 23,8%) e linolênico (0,1 a 0,4%), segundo Mandarino (2005). O ácido linoleico, também chamado de ômega 6, exerce um importante papel no organismo, tais como: participa das estruturas das membranas celulares, permeabilidade dos vasos, além de reduzir o colesterol total e LDL do organismo, sem no entanto alterar significativamente o HDL (MORAES e COLLA, 2006).

O principal mecanismo de deterioração em óleos ocorre através da oxidação, que, prejudica seu sabor e aroma. O processo oxidativo dos lipídios não pode ser totalmente cessado, já que a reação ocorre em alta velocidade. Todavia, o início pode ser retardado pela adição de antioxidantes. No caso dos óleos vegetais, seu processamento deve ser cuidadoso, como no uso de equipamento em aço inox, refrigeração e proteção contra raios ultravioletas (LINDLEY, 1998).

O óleo de girassol é um dos óleos vegetais mais susceptíveis à oxidação. Portanto, é necessária a presença de antioxidante para garantir sua estabilidade oxidativa (MASUCHI *et al.*, 2008). Na região Nordeste do Brasil a extração do óleo de girassol pelos pequenos produtores, pode ser feita através de miniprensas gerando a torta de girassol como subproduto que pode ser ofertado aos animais, estimulando o desenvolvimento da produção animal.

2.5 Farelo de girassol e seu uso na alimentação de aves

Um dos subprodutos obtidos do processamento das sementes do girassol, é o farelo de girassol. Ele é, obtido através da extração do óleo da semente e utilizando produtos químicos, sendo considerado um alimento proteico que pode ser utilizado na alimentação animal em substituição ao farelo de soja.

O processamento por calor, fazendo o uso do solvente hexano, pode afetar aspectos nutricionais dos subprodutos. Ao avaliar diferentes temperaturas de extração de óleo da semente de girassol, foi observado que a 100°C o conteúdo de lisina, arginina, treonina e fenilalanina no farelo é mais elevado em comparação à extração realizada a 127°C (SEERLEY *et al.*, 1974).

Com isso o efeito do superaquecimento, pode fazer com que o grupo épsilon da lisina se ligue com um carboidrato, tornando este aminoácido indisponível (HERKELMAN e CROMWELL, 1990).

Um fator que deve ser levado em consideração no farelo de girassol para utilização nas rações de aves, é o teor de fibra presente. Na literatura há relatos de teores de fibra de 15%, 20% e 26,1%, de acordo com Anfar (1985), Bunge (2007) e Eurolisyne (1995), respectivamente.

Conforme Butolo (2002), os níveis de 36% a 40% de proteína bruta podem ser encontrados em farelo sem casca, com 16% a 20% de fibra, valores estes que se assemelham aos encontrados por Mantovani *et al.* (2000), com 34,07% de proteína bruta e 21,73% de fibra. Entretanto, ocorrem variações na composição química dos farelos de girassol dependendo da fonte analisada (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição bromatológica do farelo de girassol segundo vários autores, com base na matéria seca

Composição (%)	Furlan <i>et al.</i> (2001)	Tavernari <i>et al.</i> (2010)	Silva (2012)	Lima <i>et al.</i> (2013)	Laudadio <i>et al.</i> (2014)	Rostagno <i>et al.</i> (2017)
Matéria seca	92,68	89,95	93,52	89,74	89,70	89,60
Proteína Bruta	34,07	28,09	18,74	30,22	36,10	37,27
Extrato Etéreo	1,40	2,87	19,80	1,36	2,40	2,20
Fibra em Detergente Neutro	-	45,19	40,88	41,01	34,10	45,42
Fibra em Detergente Ácido	-	21,35	25,80	24,89	25,70	29,35
Matéria Mineral	-	5,67	6,44	-	-	6,82

Fonte: elaboração próprio autor.

Em estudos realizados com frangos de corte, em farelos que continham 34,07% de proteína bruta e 21,73% de fibra, foi verificada 4.229 Kcal/Kg de Energia Metabolizável Aparente (MANTOVANI *et al.*, 2000). De acordo com Stringhini *et al.* (2000), em farelos de 27,36 de Proteína Bruta (PB), com elevados níveis de fibra (42,15% para Fibra em Detergente Neutro e 31,68% para Fibra em detergente Ácido) os valores de Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) foram de 1.777 Kcal/Kg e 1.524 Kcal/Kg, respectivamente. O nível energético também é influenciado pelo cultivar, processamento e presença ou ausência de casca do grão. Assim, havendo a presença da mesma, há um menor valor energético.

Senkoylu e Dale (1999) recomendaram que para o uso do farelo de girassol na alimentação de aves, este alimento deve apresentar baixo conteúdo em fibra e haver a

suplementação com óleo e lisina para que sejam mantidas as características de desempenho e produção adequados das aves.

Furlan *et al.* (2001), ao estudarem inclusão de farelo de girassol com suplementação de lisina em frangos de corte (de 1 a 21 dias e de 22 a 42 dias de idade) utilizando níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de girassol (10, 20, 30, 40 e 50%), concluíram como melhor nível de substituição como sendo próximo a 15%, que representou 30% de economia ao uso do farelo de soja.

Em outro trabalho testando-se 3 níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol (0, 15 e 30%), com ou sem suplementação enzimática em rações de frangos de corte, foi concluído que o nível de 15% sem correção de lisina pode ser usado sem afetar as características de desempenho e do rendimento de carcaça dos frangos (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

Oliveira *et al.* (2007) testaram 2 níveis de farelo de girassol (0% e 15% de inclusão), com ou sem suplementação enzimática, também em frangos de corte com idade de 21 a 42 dias de vida e concluíram que o farelo de girassol provocou redução no desempenho dos animais. Entretanto com a suplementação enzimática houve uma diminuição da viscosidade da digesta, fator que pode justificar o uso desse alimento fibroso em consórcio enzimático.

Lima *et al.* (2013), avaliaram a substituição parcial da proteína bruta do farelo de soja pela proteína bruta do farelo de girassol durante a fase de crescimento de poedeiras, em níveis de 0%, 15%, 30% e 45%, e concluíram que tal substituição pode ser na ordem de 15% sem comprometer o desempenho das aves.

2.6 Torta de girassol e seu uso na alimentação de aves

A torta de girassol é obtida através do esmagamento do grão de girassol com casca e sem o uso de solventes por uma prensa mecânica. O produto gerado será o óleo de girassol e o resíduo proveniente desse processo (torta) considerado um subproduto das agroindústrias, já que pode ser usado como alimento alternativo para as aves (SOUSA, 2008).

A prensagem de 1000g de grãos de girassol resulta em aproximadamente 340g de óleo e 660g de torta com casca (SAN JUAN e VILLAMIDE, 2000). A torta possui características semelhantes ao grão e ao farelo, caracterizando-se como um produto energético, apresentando conteúdo proteico intermediário e elevado teor de fibra (SILVA *et al.*, 2002).

Em estudos utilizando torta de girassol obtida através de sementes sem cascas, foram encontrados 40% de proteína e teor de óleo entre 7% e 9% na extração mecânica (WEISS,

1983). A torta desengordurada é utilizada para formulação de rações para os animais de interesse zootécnico como os ruminantes, suínos. Porém para aves seu uso é considerado limitante devido aos fatores antinutricionais nela presentes e que se relacionam negativamente com as condições anato-fisiológicas do trato gastrintestinal das aves (LAZZAROTTO; ROESSING; MELLO, 2005).

Com exceção dos fatores antinutricionais, a torta de girassol apresenta características nutricionais interessantes para o uso na nutrição de aves. Esse alimento torna-se uma importante opção na diminuição dos custos de rações. Cada vez mais estudos são necessários para a comprovação ou não que a mesma é capaz de manter o desempenho dos animais.

Fonseca *et al.* (2007), ao estudarem níveis crescentes de TG (0%, 3%, 6%, 9% e 12%) em rações de frangos de corte dos 14 aos 35 dias e dos 36 aos 42 dias de idade, observaram piora na conversão alimentar e no ganho de peso na primeira fase, à medida que se aumentou os níveis de TG. Contudo, não verificaram problemas nas características de desempenho para a fase final, o que demonstra que a torta pode ser utilizada até 12% nas rações de 36 a 42 dias de idade dessas aves. Do mesmo modo, Oliveira *et al.* (2012) incluíram níveis de 6%, 12% e 18% de TG nas rações para rangos de corte a partir dos 20 dias de idade até os 34 dias. Os autores concluíram que esse alimento pode ser adicionado à alimentação dos frangos em até 18%, sem que ocorra efeito negativo para os parâmetros de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

Outro trabalho utilizando a torta de girassol foi realizado por Pinheiro *et al.* (2013), que utilizando frangas de linhagem comercial de postura semipesadas, testaram a inclusão em níveis de 0%, 7%, 14% e 21% no período da 10^a a 16^a semana de idade. Os resultados obtidos para o desempenho foram semelhantes aos da ração controle, não verificando diferenças entre as variáveis de desempenho como consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar nesse período, bem como os tratamentos não influenciaram na fase posterior de postura. Já que as características e qualidades dos ovos não foram afetadas, a torta pode ser incluída em até 21% sem afetar o desempenho das poedeiras.

Berwanger *et al.* (2017), utilizando 1200 pintos de corte no período de 1 a 21 dias de idade e de 22 a 42 dias, em que foram testados níveis de inclusão de TG (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) em dietas suplementadas ou não com complexos enzimáticos, observaram que no período de 1 a 21 dias de idade o ganho de peso, o peso final e o consumo de ração diminuíram linearmente com o aumento das inclusões da torta. A morfologia intestinal após 21 dias revelou que os três segmentos do intestino diminuíram a altura das vilosidades e houve aumento da

profundidade da cripta de acordo com aumento do nível de torta de girassol na dieta, afetando o desempenho das aves.

2.7 Fatores limitantes do girassol para o uso na alimentação de aves

2.7.1 Ácido clorogênico

Como existem muitos alimentos comumente empregados nas dietas de poedeiras, há que se conhecer todas as propriedades nutricionais destes, a fim de garantir que as exigências dos animais sejam atendidas. É importante ter conhecimento dos fatores antinutricionais que esses alimentos apresentem, para que possa ser realizado o manejo alimentar adequado das aves, minimizando os possíveis efeitos prejudiciais que determinados alimentos venham causar à saúde animal.

A semente do girassol apresenta um composto fenólico denominado de ácido clorogênico (ACG) de acordo com Pedrosa *et al.* (2000). Esse composto pertence a uma família de ésteres formados pela esterificação de um ou mais derivados do ácido trans-cinâmico com o ácido químico (MARIA e MOREIRA, 2004).

Esse composto é o responsável por transmitir uma cor verde escura aos subprodutos do girassol, torta e farelo, sob condições alcalinas. A reação química que ocorre para o aparecimento da coloração marrom acontece pela ação de polifenoloxidase que oxida o ACG. Os produtos resultantes desta reação reagem com a proteína, diminuindo sua biodisponibilidade em aminoácidos essenciais, principalmente, lisina e metionina (GONZÁLEZ-PEREZ *et al.*, 2002; MARTINEZ e DUVNJAK, 2006; PEDROSA *et al.*, 2000; SEN e BHATTACHARYYA, 2000).

A quantidade deste composto é variável no girassol. Alguns autores encontraram concentrações de 1,1% a 4,5% de ácido clorogênico, bem como a presença de ácido cafeico e isômeros do ácido di-cafeoil-quínico encontrados na amêndoa (PEDROSA *et al.*, 2000). Com o intuito de diminuir os efeitos causados pelo ácido clorogênico presente no girassol, pesquisas estão sendo realizadas para extrair o teor desse composto através de solventes orgânicos e água, soluções ácidas, salinas ou todos os processos anteriores para então ser viável a adição desse alimento nas rações de aves sem causar efeitos negativos (GONZÁLEZ-PEREZ *et al.*, 2002).

Dados obtidos, a partir da extração de ácido clorogênico por metano, revelaram uma boa capacidade antioxidante desse ácido. Entretanto, há efeito inferior quando comparado com os antioxidantes sintéticos (ALLAM e BASSIUNY, 2002).

2.7.2 Polissacarídeos não amiláceos

A quantidade de fibra presente na torta de girassol deve-se principalmente à quantidade de polissacarídeos não amiláceos (PNA's), bem como a celulose, hemicelulose, quitina e pectinas, os quais podem diminuir significativamente o desempenho animal, já que afetam o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal prejudicando a digestibilidade dos nutrientes (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005).

A celulose é definida como um homopolissacarídeo de alto peso molecular com várias cadeias de D-glicose unidas por ligações β -1,4 e β -1,6. Possuem a configuração alongada possuindo ligações fortes, como as pontes de hidrogênio, justificando assim a dificuldade de hidrólise dessa molécula (BRETT e WALDRON, 1996; VAN SOEST, 1994;).

Entre os componentes químicos que estão associados à parede celular, a lignina é aquela que diminui a digestão dos polissacarídeos da parede celular no intestino delgado. A lignificação atua prejudicando a digestão dos polissacarídeos, devido a uma barreira física limitando assim a ação das enzimas hidrolíticas (JUNG e DEETZ, 1993).

A fibra pode ser determinada por vários métodos analíticos e classificada em Fibra Bruta (FB), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Fibra em Detergente Neutro (FDN). A FB pode ser quantificada pelo uso de ácidos e bases. Esta é basicamente composta por celulose com baixos teores de lignina e hemicelulose (VAN SOEST, 1994). A FDA consiste em isolar principalmente a celulose e lignina, de alguma contaminação por pectina, minerais e compostos nitrogenados (VAN SOEST *et al.*, 1991).

A determinação da FDN está na separação da fração solúvel, composta por proteínas, carboidratos solúveis e gorduras da parede celular da fração insolúvel que compreende a celulose, hemicelulose, lignina e matéria mineral (VAN SOEST, 1963). Estudos na área, entretanto, indicam que a FDN pode ser uma medida essencial para a caracterização da fibra das rações para aves em relação às outras medidas (JERACI e VAN SOEST, 1990).

De acordo com a solubilidade dos seus constituintes, os PNA's podem ser classificados em solúveis e insolúveis. Os insolúveis englobam as celulosas, ligninas e algumas hemicelulosas, já os solúveis compreendem as pectinas, gomas e uma pequena fração das hemicelulosas. Grande parte dos fatores antinutricionais presentes na fração fibrosa estão relacionados principalmente com a fração solúvel por promover um aumento da viscosidade do conteúdo gastrointestinal. Isto irá prejudicar na absorção de nutrientes, já que, os nutrientes como as gorduras, proteínas e amido, tornam-se menos acessíveis à ação das enzimas endógenas, ocorrendo uma redução na digestão e absorção de nutrientes (OLIVEIRA e

MORAES, 2007; TAVERNARI *et al.*, 2008). Este efeito prejudicial na digestão de nutrientes reduz a energia metabolizável da dieta, levando a resultados negativos e indesejáveis na conversão alimentar (WILLIAMS *et al.*, 2009).

Conforme Antoszkiewicz, Tywonzuc e Matusевичius (2004), 90% da FB que está presente na torta de girassol é insolúvel, o que não aumentaria a retenção de água, mas resultaria saciedade pela ave. Entretanto, esses são dados controversos, visto que os constituintes do alimento irão variar de acordo com as características do cultivar. Os cereais, de maneira geral, contêm entre 10% e 30% de PNAs, a maior parte é composta por arabinosilanas (pentosanas), β -glucanas e celulose (CHOCT, 1997; CHOCT, 2010).

A fibra solúvel, além de causar todo o processo de viscosidade da digesta nas aves, gera também uma sensação de saciedade, ou seja, as aves tendem a consumir menos ração podendo acarretar piora no desempenho. Logo, recomenda-se para que seu uso em aves jovens seja moderado a fim de aumentar o consumo e garantir seu máximo crescimento. As aves que tendem a ganhar mais peso, como ocorre com linhagens de poedeiras comerciais semipesadas. A fibra pode indicar bons resultados para que se evite o aumento de peso excessivo, que por sua vez poderia comprometer o desempenho produtivo durante a postura. Também há possibilidade de causar efeito contrário, ou seja, um aumento no consumo, para que as exigências nutricionais sejam supridas (GONZÁLEZ-ALVARADO *et al.*, 2007; SCHEIDELER; JARONI; FRONING, 1998).

Conforme Freitas *et al.* (2004), em experimentos de metabolismo quando se aumentou a quantidade do farelo de girassol na ração teste, reduziram os valores de energia metabolizável e da digestibilidade dos nutrientes desses alimentos para frangos de corte. Em concordância com Pinheiro *et al.* (2008), que concluíram que o maior teor de fibra na dieta afetou de forma negativa a digestibilidade ileal dos nutrientes, gerando prejuízo da conversão alimentar e diminuição no ganho de peso.

Entretanto, segundo Hetland, Svihun e Choct (2005), a fibra pode melhorar a digestibilidade do amido, pois de acordo com sua inclusão nas rações há um aumento na secreção de suco gástrico pelo trato gastrointestinal das aves, além da fibra solúvel em água estimular a atividade da moela aumentando o tempo de retenção do alimento, gerando um *feedback* positivo.

Em experimento utilizando níveis crescentes de farelo de girassol (0%, 8%, 16% e 24%) em rações para frangos de corte e de galinhas poedeiras, Araújo (2011) concluiu que elevando os níveis de farelo de girassol os parâmetros de ganho de peso e de conversão alimentar são prejudicados em frangos; enquanto que para galinhas poedeiras de linhagem Hy-

Line Brown, o efeito apresentado foi quadrático sobre a postura de acordo com as equações (Post = 89,845 + 0,0994 Farelo de girassol – 0,0074 Farelo de girassol²; R² = 98,0) e conversão por dúzia de ovos (CDZ = 1,6525 – 0,0035 Farelo de girassol + 0,0003; FG²; R² = 98,8).

Braz *et al.* (2011) incluíram níveis crescentes de, 14,5%; 16,5% e 18,5% de FDN nas rações para poedeiras em crescimento e avaliaram os efeitos sobre a fase de postura. Observaram que na fase de crescimento as rações provocaram redução do ganho de peso, peso final e piora na conversão alimentar e aumento do peso dos intestinos. Entretanto, não afetaram o desempenho e a qualidade dos ovos na fase de postura.

Em estudo realizado utilizando farelo de canola, alimento fibroso, nas rações de frangos de corte, Min *et al.* (2011) concluíram que este alimento poderia compor as rações em até 25% sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho. Isto é o contrário do que foi observado por Freitas *et al.* (2011), pois ao avaliarem os efeitos dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de coco (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) em rações contendo 20% de farelo da castanha de caju sobre o desempenho de frangos de corte, relataram que a substituição em níveis superiores a 5% promoveu uma redução no consumo, no ganho de peso e na conversão alimentar na fase inicial.

Filgueiras (2012), analisando a adição de farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) em até 25% em rações de codornas de corte em crescimento, constatou que em níveis acima de 5% ocorreu redução linear tanto no consumo de ração como ganho de peso sem influenciar na conversão alimentar. O autor verificou ainda que não houve efeito significativo de níveis de FIAP sobre as características de carcaça e sobre a qualidade óssea das codornas, sendo possível incluir até o nível de 25%.

Sucupira (2014) estudou níveis de FDN nas rações de 2 linhagens de frangas (leves e semipesadas) na fase de recria (7 a 17 semanas de idade) sobre a curva de crescimento corporal e óssea, bem como sobre a retenção de componentes na carcaça e nos ossos. Entre os níveis de FDN utilizados na pesquisa (14,5%; 16,5% e 18,5%), observou-se que 14,5% de FDN possibilitou maior peso corporal, maior deposição de água na maturidade, maior idade de máximo crescimento e menor taxa de maturidade que os demais níveis testados. As aves leves apresentaram menor taxa de maturidade e menor peso na maturidade.

Amaral (2014) realizou 2 experimentos com o objetivo de avaliar a redução do valor energético da ração e a inclusão de diferentes fontes de fibra nas rações de crescimento e postura (produção) para poedeiras leves. O primeiro experimento realizado na fase de recria entre a 12^a e 17^a semanas de idade. Foram considerados dois tratamentos que oscilaram em função dos teores de energia (2.910 e 2.775 Kcal de EMAn/Kg) sendo essa energia alterada por meio da

inclusão do farelo de trigo nas rações. As aves apresentaram maior consumo de ração, menor ganho de peso, pior conversão alimentar, no tratamento em que o teor de energia na ração era menor em comparação com as aves que receberam ração com nível mais elevado, apresentando moela mais pesada com o aumento do teor de farelo de trigo nas rações.

No segundo experimento que foi realizado entre 18^a e 30^a semanas de idade, foram testadas 4 rações, sendo a ração controle contendo 2.784 Kcal de EMA/Kg à base de milho e farelo de soja, enquanto as demais apresentavam 2.690 Kcal de EMA/Kg. Esse valor energético é obtido pela inclusão de diferentes fontes de fibra como: farelo de trigo, casca de soja e feno de tífton. Nesse experimento, Amaral (2014) analisou o fatorial 2 x 4 (compreendendo os dois planos nutricionais na fase de recria x quatro planos nutricionais na fase de produção) e observou que não houve interação entre as rações de recria e as rações de produção para as variáveis analisadas. Há uma exceção para unidades Haugh (UH) dos ovos que na 20^a semana de idade apresentaram efeito residual das rações de recria na fase produtiva. Entretanto, não ocorreu efeito no peso e na produção de ovos, na massa e no número de ovos por ave alojada, sendo, portanto, esses alimentos fibrosos, alternativas viáveis para a inclusão em rações de poedeiras em crescimento.

2.7.3 Fitatos

O ácido fítico também denominado de fitato, é formado pela esterificação do álcool cíclico inositol com seis grupos de ácido fosfórico. O fitato é o principal responsável por armazenar o fósforo na planta durante o desenvolvimento de legumes e sementes (FERNANDES *et al.*, 2013).

A dieta das aves é composta em grande parte por alimentos de origem vegetal, mas 2/3 do fósforo contido nesses alimentos estão em uma forma indisponível para o aproveitamento do animal. O fitato pode formar complexos orgânicos com minerais como cálcio, zinco, manganês, cobre e ferro, dificultando a disponibilidade para os animais não ruminantes. Ademais, os fitatos possuem um potencial quelatante com proteínas a pH ácido e neutro. (SCOTTA *et al.*, 2014). Além da interferência negativa na solubilidade das proteínas, ele prejudica também a função das pepsinas por causa das ligações iônicas entre os grupos fosfato do ácido fítico e aminoácidos como lisina, histidina e arginina. Sob condições ácidas, e em condições neutras, os grupos de carboxil de alguns aminoácidos podem ligar-se ao fitato (ALBINO *et al.*, 2007).

A concentração de fitato nos vegetais é variável conforme a idade das plantas, o grau de processamento, o cultivar, os fatores climáticos, o tipo de solo e onde a cultura foi instalada (MANANGI e COON, 2006). Nas rações de aves à base de milho e farelo de soja, segundo Ravindram *et al.* (1995), o fitato está presente na concentração de 2,5 a 4g por quilo de ração.

O fósforo fítico é pouco utilizado pelas aves, assim, grande parte do fósforo é eliminado nas excretas. Além disso, pelo fato do fósforo que está presente nos alimentos de origem vegetal possuir baixa disponibilidade, é recomendável adicionar à dieta das aves, o fósforo inorgânico, para atender às exigências nutricionais do animal (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

Em virtude dos fitatos agirem como fatores antinutricionais, torna-se importante a adição de enzimas exógenas às rações de aves, como a fitase, possibilitando melhor aproveitamento de todos os nutrientes presentes em alimentos de origem vegetal assim como maior disponibilidade do fósforo.

2.8 Enzimas na alimentação de aves

As enzimas são proteínas altamente especializadas e que atuam em substrato específico no organismo animal catalisando ligações e acelerando reações. Sem elas, sejam elas endógenas ou exógenas (sintéticas), as reações que ocorrem no animal demorariam muito tempo e iria ser gasta mais energia para que ocorressem. Assim elas auxiliam no processo digestório de carboidratos, proteínas e em outras macromoléculas, deixando-as mais expostas para serem digeridas e conseqüentemente absorvidas (GONZÁLES e SILVA, 2017).

As enzimas são estudadas desde 1857, quando Louis Pasteur relacionou a fermentação com a atividade biológica das leveduras. Posteriormente vários estudos foram desenvolvidos na área, no tocante ao desenvolvimento de antibióticos (PEREIRA, 2008).

O fato das enzimas agirem de maneira específica em suas reações determina que, apenas uma enzima seja insuficiente para garantir um máximo aproveitamento dos substratos pelos animais, surgindo então uma maior aplicabilidade das enzimas na forma de complexos multienzimáticos (MURAKAMI *et al.*, 2007).

As enzimas exógenas vêm sendo empregadas nas rações das aves com o intuito de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, bem como dos alimentos que possuem baixo aproveitamento pelos animais. Assim proporcionam uma melhoria no meio ambiente, diminuindo a excreção de nutrientes nas excretas (FREITAS; FUENTES; ESPINDOLA, 2000).

Elas podem ser adicionadas como aditivos, que são substâncias, micro-organismos ou produtos formulados adicionados intencionalmente aos produtos, de forma a melhorar as características dos produtos destinados à produção animal, segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016).

O modo de atuação das enzimas frente a alimentos que possuem grandes quantidades de PNA's, como a torta de girassol, está na hidrólise desses carboidratos, tornando-os menores e mais fáceis de serem hidrolisados por enzimas, fazendo com que o alimento perca o poder higroscópico diminuindo a viscosidade da dieta e conseqüentemente melhorando o aproveitamento nutricional de tal alimento (OPALINSKI *et al.*, 2010).

Grande parte das enzimas exógenas é comercializada para suprir a demanda de produtores e pesquisadores. Informações importantes são consideradas pelas empresas que as produzem em grande parte utilizando bactérias, como, por exemplo, a indicação da quantidade necessária que deve ser incorporada às rações que geralmente são expressas em g/ton (RAO *et al.*, 1998).

As carboidrases atuam rompendo a parede celular dos ingredientes de origem vegetal (CHOT *et al.*, 2004) e são formadas por um conjunto de enzimas, tais como celulase, pectinase, xilanase, glucanase e manase (MENG *et al.*, 2005). As xilanases são sintetizadas por micro-organismos como fungos, algas, protozoários e sementes de plantas (PALOHEIMO; PIIRONEN; VEHEMAANPERÄ, 2011). São adicionadas principalmente para reduzir a viscosidade da dieta e aumentar a digestão de xilanos, sobretudo, de arabinoxilanos.

A inclusão dessas enzimas provoca efeitos positivos como a melhoria do ganho de peso e da conversão alimentar. Entretanto o efeito dessa adição depende da espécie, da idade, do tipo de dieta, da concentração ou da solubilidade destas moléculas que serão adicionadas (COUSINS, 1999).

As enzimas proteolíticas catalisam a hidrólise de ligações peptídicas, sendo classificadas em endopeptidases e exopeptidases. De acordo com essa classificação as endopeptidases hidrolisam as ligações peptídicas no interior da molécula proteica liberando pequenos peptídios, enquanto as exopeptidases o fazem no grupamento amino terminal das cadeias polipeptídicas, liberando aminoácidos livres (MOREIRA; SCAPINELLO; SAKAMOTO, 2004).

Há divergências quanto ao modo de atuação das enzimas proteolíticas, podendo aumentar a produção endógena de peptidases, reduzir as exigências de aminoácidos e energia, além de hidrolisar as proteínas de lectinas ou inibidores de tripsina, melhorando a eficiência de

utilização de aminoácidos pelas aves (GHAZI; ROOKE; GALBRAITH, 2002; MARSMAN *et al.*, 1997).

As proteases endógenas produzidas pelo trato gastrointestinal das aves usualmente são suficientes para uma adequada utilização de proteínas (NIR; NITSAN; MAHAGNA, 1993). Entretanto, trabalhos realizados indicam que quantidades elevadas de aminoácidos e proteínas passam pelo trato gastrointestinal (TGI) sem serem aproveitados e completamente digeridos (LEMME; RAVINDRAN; BRYDEN, 2004).

Já a enzima fitase é adicionada nas rações com o objetivo de melhorar a biodisponibilidade do fósforo para as aves e conseqüentemente reduzir sua excreção para o meio ambiente (SELLE e RAVINDRAN, 2007; RAVINDRAN *et al.*, 2006;).

A presença do fitato nas rações de aves reduz a energia metabolizável (EM) das rações e a digestibilidade de aminoácidos, não apenas por este se ligar com os nutrientes, mas também pelas perdas endógenas (SELLE *et al.*, 2006) causadas pela agressão a mucosa intestinal. Além disso, pode alterar o *turnover proteico* das células intestinais, gerando mais mucinas e conseqüentemente maior perda de nitrogênio endógeno (COWIESON *et al.*, 2009).

Um experimento realizado por Araújo (2005) com frangas de 7 a 14 semanas e em seguida de 15 a 19 semanas de idade, incluindo farelo de trigo nos níveis de 0%, 10%, 20% e 30% juntamente com complexo enzimático (amilase, protease e celulase) sobre a avaliação no desempenho, encontrou uma diminuição do peso vivo final e do ganho de peso nas frangas. À medida que o farelo de trigo aumentou 1% na ração, houve redução na taxa de crescimento em frangas, atraso no início da postura, e melhora no peso inicial dos ovos. A adição do complexo enzimático diminuiu o consumo de ração nas dietas com 0% e 30% de farelo de trigo, concluindo que o farelo de trigo pode compor as rações de poedeiras no período de 15 a 19 semanas de idade, em até 8,01%.

Pesquisa realizada testando adição de enzimas e níveis crescentes de 0%, 16%, 32% e 48% de farelo de trigo nas rações de frangas semipesadas na fase de recria foi desenvolvida por Freitas *et al.* (2005). Os autores observaram que não ocorreram resultados significativos sobre o desempenho e a maturidade sexual, bem como não houve interação entre os fatores estudados, não apresentando benefícios às aves nos níveis de inclusão testados.

Fortes (2010) a fim de testar a suplementação enzimática (carboidrases e fitase) em rações à base de milho e farelo de soja de frangos de corte, no período de 1 a 42 dias de idade, não observou diferenças sobre a conversão alimentar. Entretanto, o consumo de ração e o ganho de peso foram afetados. Nos tratamentos que continham enzimas, as aves passaram a consumir

mais e apresentaram um acréscimo de 4,39% no ganho de peso sem que ocorresse influência sobre as características da carcaça.

Dessimoni (2011) incluiu protease na dieta de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade contendo diminuição nos níveis de aminoácidos digestíveis (lisina, metionina e treonina) nas rações à base de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos. O pesquisador observou que não houve diferenças significativas no desempenho, rendimento de carcaça e cortes das aves. Os resultados mostraram que a suplementação da protease, equilibrou o desempenho das aves, indicando que pode reduzir o teor de aminoácidos da dieta quando se utiliza suplementação enzimática com protease.

Fafiolu *et al.* (2015), substituíram o farelo de soja por farelo de girassol na alimentação de frangos de corte com presença ou não de enzimas. As enzimas apresentaram melhoria no consumo de ração, ganho de peso e peso final, além de ser evidenciado um aumento na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo da ração.

Ribeiro *et al.* (2015) avaliaram os efeitos da suplementação das enzimas amilase, fitase e protease de forma isolada ou associada em dietas à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo para codornas japonesas em fase de postura. Os tratamentos testados foram com inclusões de 300 ppm de amilase, 300 ppm de protease e 500 FTU/Kg de fitase, bem como foi realizada associação com essas enzimas e redução nos níveis nutricionais. Os autores concluíram que não houve diferença significativa sobre o desempenho das codornas, produção de ovos, qualidade dos ovos (proporção dos constituintes do ovo e peso específico dos ovos) e digestibilidade dos nutrientes da ração, indicando que as enzimas isoladas ou em associações, mantêm o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento I – Frangas de reposição leves

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) no período de 20 de Junho de 2016 a 9 de Janeiro de 2017, totalizando um período de criação de 35 semanas. Os protocolos experimentais com utilização desses animais foram aprovados pela Comissão de Ética em Uso Animal (CEUA) da Universidade Federal do Ceará no dia 22/09/2017 (documento comprobatório em anexo).

A TG foi adquirida de uma agroindústria familiar de extração de óleos destinados para a produção de biodiesel, localizada em Quixadá, Ceará. Os complexos enzimáticos foram conseguidos através de uma empresa que atua na área de nutrição animal, localizada em Fortaleza, Ceará. A TG utilizada foi processada através de uma miniprensa e em seguida ensacada em sacos apropriados para posteriormente ser moída e incluída nas rações experimentais.

Para o início do experimento, foram adquiridas 900 pintainhas com um dia de idade, da linhagem leve Hy-Line W-36, que foram alojadas em galpão convencional em piso onde receberam manejo segundo as orientações contidas no manual da linhagem até a 6ª semana de idade. No final da 6ª semana de idade, as aves foram pesadas individualmente e selecionadas com base no peso corporal ($451 \pm 11,95\text{g}$) para obtenção de parcelas homogêneas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

No período experimental na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade), foram utilizadas 540 frangas e acondicionadas em um galpão convencional de criação de aves de postura em crescimento contendo gaiolas de arame galvanizado (50cm de comprimento x 50cm de largura x 45cm de altura), dispendo de comedouro tipo calha e bebedouro tipo *nipple*, com densidade de alojamento de $416 \text{ cm}^2/\text{ave}$.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, sendo dois níveis de inclusão de TG (10% e 20%), duas formas do complexo enzimático (presença e ausência) mais um tratamento controle (adicional) à base de milho e farelo de soja, totalizando cinco tratamentos com seis repetições de 18 aves.

As rações foram formuladas para serem isoenergéticas e isonutritivas, com base no manual da linhagem e os valores de composição química e energética dos alimentos (ROSTAGNO *et al.*, 2017), exceto para a torta de girassol que continha 92,81% de matéria seca (MS), 2774 kcal/kg de EMAn, 19,35% de PB, 15,52% de extrato etéreo (EE), 43,95% de FDN, 28,96% FDA, 2,66% de matéria mineral (MM), sendo esses valores determinados pelo autor.

Enquanto 0,28% de cálcio, 0,09% de fósforo disponível, 0,03% de sódio, 0,08% de cloro, 1,16% de potássio, 0,59% de lisina digestível, 0,59% de metionina digestível, 0,68% de metionina + cistina digestível, 0,61% treonina digestível, 0,22% triptofano digestível são valores estimados segundo FEDNA, 2010. Todos os valores são expressos na matéria natural (MN).

Foram utilizadas neste trabalho carboidrases, proteases e fitase, sendo um complexo constituído por α -galactosidase, xilanase e β -glucanase, para as carboidrases. Um complexo de proteases composto por enzimas séricas alcalinas, que atuam de forma análoga às proteínas tripsina, quimiotripsina e elastase. Por fim, foi incluída a enzima fitase nas rações experimentais de recria. Realizou-se a redução na matriz nutricional e energética conforme a contribuição enzimática (Tabela 2), onde a quantidade indicada para cada matriz enzimática foi de 100 g/ton. Logo para cada 100 Kg de ração utilizou-se 10g de cada complexo enzimático, totalizando 0,030 Kg/100Kg de ração.

Tabela 2 – Contribuição nutricional e energética das enzimas para as frangas leves

Matriz Nutricional*	Carboidrases	Proteases	Fitase	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
Arginina digestível (%)	0,000	0,033	0,000	0,033
Leucina digestível (%)	0,000	0,046	0,000	0,046
Valina digestível (%)	0,000	0,026	0,000	0,026

*Valores obtidos conforme o manual enzimático.

Diariamente, durante todo o período experimental, a temperatura e umidade relativa do ar foram medidas com o auxílio de *data loggers*. As leituras dos dados foram realizadas às 8h:00min e às 16h:00min, quando as médias de temperatura ambiente mínima e máxima e a umidade relativa do ar registradas foram de 26,82°C \pm 0,73; 30,40°C \pm 1,84 e 64%, respectivamente, para a fase de crescimento. As médias foram de 26,83°C \pm 0,62; 31,08°C \pm 1,78 e 59%, respectivamente, para fase de postura.

O programa de alimentação foi dividido por fases, sendo de 7 a 12 semanas (cria) e de 13 a 17 semanas (recria), conforme as Tabelas 3 e 4. As variáveis de desempenho como consumo de ração (g/ave), peso médio final (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar (g/g) foram analisadas para o período total de crescimento (7 a 17 semanas de idade). Nesse período, as frangas receberam apenas luz natural, bem como água e ração à vontade durante todo o período experimental.

Tabela 3 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas leves Hy-Line W-36 no período de 7 a 12 semanas de idade

Ingredientes (Kg)	0% de TG	10% de TG	20% de TG	10% de TG+ENZ	20% de TG+ENZ
Milho	65,41	61,16	53,33	63,70	58,33
Farelo de soja	26,97	23,32	20,32	20,93	17,50
Torta de girassol	0,00	10,00	20,00	10,00	20,00
Óleo de soja	1,90	1,53	2,36	0,00	0,00
Complexos enzimáticos	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Calcário	1,12	1,07	1,02	1,14	1,09
Fosfato bicálcico	2,01	2,01	2,03	1,28	1,29
Sal comum	0,38	0,38	0,38	0,30	0,30
Premix min./vit. ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,19	0,17	0,16	0,13	0,12
L-Lisina HCL	0,09	0,15	0,19	0,16	0,21
L- Treonina	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
Inerte ²	1,72	0,00	0,00	2,12	0,93
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/Kg)	1,52	1,47	1,43	1,40	1,35
Composição nutricional calculada					
Energia Metab. (Kcal/Kg)	3.000	3.000	3.000	2.896	2.896
Proteína Bruta (%)	17,55	17,55	17,55	16,65	16,65
Matéria seca (%)	88,73	88,99	89,58	88,96	89,39
Fibra detergente ácido (%)	4,38	7,91	11,36	7,80	11,31
Fibra detergente neutro (%)	11,52	16,80	21,75	16,78	21,96
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,33	0,33
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,14	0,14
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,23	0,23
Potássio (%)	0,68	0,72	0,75	0,68	0,72
Metionina digestível (%)	0,43	0,43	0,43	0,38	0,38
Met+Cistina digestível (%)	0,68	0,68	0,68	0,62	0,62
Lisina digestível (%)	0,89	0,89	0,89	0,84	0,84
Treonina digestível (%)	0,60	0,60	0,60	0,56	0,55
Triptofano digestível (%)	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17

¹Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 5,500,000 UI, Vitamina B1 500 mg, Vitamina B12 7,500 mcg, Vitamina B2 2,502 mg, Vitamina B6 750 mg, Vitamina D3 1,000,000 UI, Vitamina E 6,500 UI, Vitamina K3 1,250 mg, Biotina 25 mg, Niacina 17,5 g, Ácido fólico 251 mg, Ácido pantotênico 6,030 mg, Cobalto 50 mg, Cobre 3,000 mg, Ferro 25 g, Iodo 500 mg, Manganês 32,5 g, Selênio 100,05 mg, Zinco 22,49 g. ²Areia lavada.

Tabela 4 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas leves Hy-Line W-36 no período de 13 a 17 semanas de idade

Ingredientes (Kg)	0% de TG	10% de TG	20% de TG	10% de TG+ENZ	20% de TG+ENZ
Milho	71,95	66,59	59,51	64,63	59,27
Farelo de soja	22,59	19,15	16,03	17,57	14,14
Torta de girassol	0,00	10,00	20,00	10,00	20,00
Óleo de soja	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00
Complexos enzimáticos	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Calcário	1,20	1,14	1,09	1,21	1,15
Fosfato bicálcico	1,93	1,94	1,95	1,21	1,22
Sal comum	0,41	0,40	0,40	0,33	0,33
Premix min./vit. ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,13	0,12	0,10	0,08	0,06
L-Lisina HCL	0,04	0,09	0,14	0,09	0,14
L- Treonina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerte ²	1,56	0,37	0,00	4,66	3,47
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/Kg)	1,44	1,39	1,35	1,32	1,27
Composição nutricional calculada					
Energia Metab. (Kcal/Kg)	2.950	2.950	2.950	2.846	2.846
Proteína Bruta (%)	16,00	16,00	16,00	15,10	15,10
Matéria seca (%)	88,41	88,78	89,30	89,11	89,48
Fibra detergente ácido (%)	4,25	7,75	11,23	7,56	11,07
Fibra detergente neutro (%)	11,69	16,88	21,90	16,42	21,61
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,31	0,31
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,15	0,15
Cloro (%)	0,29	0,29	0,29	0,25	0,25
Potássio (%)	0,62	0,65	0,69	0,62	0,66
Metionina digestível (%)	0,36	0,36	0,36	0,31	0,31
Met+Cistina digestível (%)	0,59	0,59	0,59	0,52	0,52
Lisina digestível (%)	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70
Treonina digestível (%)	0,54	0,54	0,53	0,51	0,50
Triptofano digestível (%)	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15

¹Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 5,500,000 UI, Vitamina B1 500 mg, Vitamina B12 7,500 mcg, Vitamina B2 2,502 mg, Vitamina B6 750 mg, Vitamina D3 1,000,000 UI, Vitamina E 6,500 UI, Vitamina K3 1,250 mg, Biotina 25 mg, Niacina 17,5 g, Ácido fólico 251 mg, Ácido pantotênico 6,030 mg, Cobalto 50 mg, Cobre 3,000 mg, Ferro 25 g, Iodo 500 mg, Manganês 32,5 g, Selênio 100,05 mg, Zinco 22,49 g. ²Areia lavada.

Foram conduzidos concomitantemente dois ensaios de metabolismo com as aves de linhagem leve, utilizando o método de coleta total de excretas. Foram transferidas 150 aves para as gaiolas de metabolismo, por um período de 8 dias, sendo 4 dias de adaptação e 4 dias para a coleta de excretas. Foi utilizado o mesmo delineamento experimental usado para o desempenho, ou seja, 5 tratamentos com 6 repetições, porém com repetições de 5 aves.

O primeiro ensaio metabólico foi realizado entre a 9ª e 10ª semana de idade e o segundo entre a 14ª e 15ª semana. As aves foram alojadas em gaiolas próprias para o ensaio. Para cada uma foi posta uma bandeja revestida com plástico para a coleta das excretas. Foi adicionado às rações 1% de óxido férrico como marcador, para que fossem sinalizados o início e o final das coletas das excretas.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, às 08h:00min e às 16h:00min, tomando o cuidado de proceder à criteriosa limpeza da bandeja coletora com a retirada das penas e sobras de ração. As excretas foram armazenadas em sacos individuais por repetição, previamente identificados, lacrados e mantidos em freezer à temperatura de -10°C para posteriores análises laboratoriais.

Após o período de coleta, as excretas foram homogeneizadas, pesadas e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do DZ/CCA/UFC para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72h. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo faca com peneira de 16 *mash* com crivos de 1mm. Assim como as rações experimentais, as amostras foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS) e do nitrogênio (N), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Já, a energia bruta (EB) foi determinada utilizando bomba calorimétrica.

As variáveis analisadas para os ensaios de metabolismo foram: coeficiente de metabolização na matéria seca (%CMMS), do nitrogênio (%CMN), da energia bruta (%CMEB), da energia metabolizável aparente (EMA, Kcal/Kg MS) e da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN, Kcal/Kg MS) para as rações.

No período final do crescimento procedeu-se o estudo da viabilidade econômica da inclusão da torta de girassol e dos complexos enzimáticos para frangas leves, sendo determinado o custo da ração por quilograma de ganho de peso corporal (CR - R\$/Kg de ganho de peso) adaptando-se a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985). Para o índice de eficiência econômica (IEE - %) e o índice de custo (IC - %) utilizou-se metodologias propostas por Fialho *et al.* (1992).

Os custos das rações foram determinados considerando-se as suas composições e os preços dos ingredientes praticados no município de Fortaleza no Estado do Ceará no período de realização do experimento.

Ao final da 17ª semana de idade, 360 aves foram transferidas para o galpão de postura, mantendo-se o mesmo delineamento experimental com 5 tratamentos e 6 repetições de 12 aves. Durante essa fase, as aves foram distribuídas em gaiolas de arame galvanizado (25cm

de comprimento x 45cm de largura x 0,40cm de altura), equipadas com comedouro linear e bebedouros tipo *nipple*, alocando-se 2 aves/gaiola (563cm²/ave). O período experimental nessa fase estendeu-se até a 35^a semana de idade das aves, sendo dividido em 6 períodos de 21 dias cada.

Nesse período foi ofertado apenas uma única ração para todas as aves, à base de milho e farelo de soja sendo fornecida à vontade, considerando os valores de composição dos alimentos proposto por Rostagno *et al.* (2017), as exigências nutricionais das aves e o manual da linhagem (Tabela 5).

Tabela 5 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações para frangas leves Hy-Line W-36 no período de 18 a 35 semanas de idade

Ingredientes (Kg)	Idade
	18 a 35 semanas
Milho	60,50
Farelo de soja	24,35
Óleo de soja	3,30
Fosfato bicálcico	2,14
Calcário	8,88
Sal comum	0,41
Premix min./vit. ¹	0,10
DL-Metionina	0,24
L-Lisina HCL	0,08
Total	100,00
Composição nutricional calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2.900
Proteína Bruta (%)	16,00
Matéria seca (%)	89,67
Fibra detergente ácido (%)	4,01
Fibra detergente neutro (%)	10,57
Cálcio (%)	4,15
Fósforo disponível (%)	0,48
Sódio (%)	0,18
Cloro (%)	0,29
Potássio (%)	0,62
Metionina digestível (%)	0,46
Metionina+Cistina digestível (%)	0,68
Lisina digestível (%)	0,80
Treonina digestível (%)	0,54
Triptofano digestível (%)	0,17

¹Níveis de garantia por kg do produto: vitamina A (min) 8,000,000 UI, vitamina B1 (min) 1,000 mg, vitamina B12 (min) 6,000 mcg, vitamina B2 (min) 3,000 mg, vitamina B6 (min) 1,000 mg, vitamina D3 (min) 2,198,214 UI, vitamina E (min) 8,000 UI, vitamina K3 (min) 2,000 mg, biotina (min) 20 mg, niacina (min) 20 g, ácido fólico (min) 200 mg, ácido pantotênico (min) 9,280 mg, cobalto (min) 100 mg, cobre (min) 6,000 mg, ferro (min) 50 g, iodo (min) 1,000 mg, manganês (min) 50 g, selênio (min) 200 mg, zinco (min) 50 g, Bacillus subtilis 150x10e⁹ UFC.

O programa inicial de luz nessa fase foi de 14h de luz/dia. A partir da semana seguinte, foram efetuados acréscimos semanais de 15 min de luz/dia até atingir 16 h luz/dia no final do experimento.

As variáveis analisadas nessa fase de produção foram porcentagem de postura (%), consumo de ração (CR - g/ave/dia), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g/ave/dia), conversão alimentar/massa de ovos (CA - g/g) e maturidade sexual. Nesse último caso, são consideradas a idade média ao primeiro ovo (ID 1º - dias), a idade média para que 50% das aves colocassem ovos (ID 50% - dias) e a idade média para que 100% das aves colocassem ovos (ID 100% - dias).

A produção de ovos de cada repetição foi contabilizada diariamente. Semanalmente todos os ovos eram coletados e separados em bandejas devidamente identificadas por parcela para posteriormente ser realizada a pesagem dos mesmos em balança de precisão de 0,01 g. Destes ovos, eram selecionados três de cada parcela de acordo com o peso médio, evitando-se ovos quebrados, sujos ou trincados, para avaliação de qualidade e características dos ovos. As variáveis de qualidade dos ovos estudadas foram Unidades Haugh (UH) e densidade específica, enquanto, para as características dos ovos, as variáveis consideradas foram porcentagens de gema, casca e albúmen (%).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando análise de variância pelo *Statistical Analyses System*, através do procedimento ANOVA, segundo modelo fatorial 2 x 2 + 1. A comparação das médias foi realizada pelo teste F (5%) de probabilidade, enquanto para a comparação dos tratamentos em relação ao tratamento controle foi utilizado o teste de Dunnett (5%).

3.2 Experimento II – Frangas de reposição semipesadas

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) no período de 01 de Setembro de 2016 a 04 de Maio de 2017, totalizando um período de criação de 35 semanas.

Foram adquiridas 900 pintainhas com um dia de idade, da linhagem semipesada Hy-Line Brown. Foram alojadas em galpão convencional em piso onde receberam manejo segundo as orientações contidas no manual da linhagem até a 6ª semana de idade. No final da 6ª semana de idade, as aves foram pesadas individualmente e selecionadas com base no peso corporal ($505 \pm 12,06$ g) para obtenção de parcelas homogêneas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), que foram utilizadas no período de crescimento.

Na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade), foram utilizadas 480 frangas semipesadas distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, sendo dois níveis de inclusão de TG (12% e 24%), duas formas do complexo enzimático (presença e ausência) mais um tratamento controle à base de milho e farelo de soja, totalizando 5 tratamentos com 6 repetições de 16 aves.

As rações foram formuladas levando em consideração todos os procedimentos adotados para a elaboração das rações do experimento anterior com frangas leves (experimento I), inclusive sobre a torta e tipos de enzimas utilizadas, que foram as mesmas, porém considerando as exigências nutricionais do manual da linhagem semipesada. As contribuições nutricionais e energéticas das enzimas utilizadas para formulação das rações experimentais foram as mesmas utilizadas para o experimento com as frangas leves.

Diariamente, durante todo o período experimental, a temperatura e umidade relativa do ar foram medidas com o auxílio de *data loggers*. As leituras dos dados foram realizadas às 8h:00min e às 16h:00min, quando as médias de temperatura ambiente mínima e máxima e a umidade relativa do ar registradas foram de $27,88^{\circ}\text{C} \pm 0,52$; $31,52^{\circ}\text{C} \pm 1,85$ e 60%, respectivamente, para a fase de crescimento. As médias foram, $27,75^{\circ}\text{C} \pm 0,46$; $31,11^{\circ}\text{C} \pm 1,67$ e 55%, respectivamente, para fase de postura.

O programa de alimentação foi dividido por fases, sendo de 7 a 12 semanas (cria) e de 13 a 17 semanas (recria), conforme as Tabelas 6 e 7. As variáveis de consumo de ração (g/ave), peso médio final (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar (g/g) foram analisadas para o período total de crescimento (7 a 17 semanas de idade). Nesse período, as frangas receberam apenas luz natural enquanto a água e ração foram disponibilizadas à vontade durante todo o período experimental.

Tabela 6 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas semipesadas Hy-Line Brown no período de 7 a 12 semanas de idade

Ingredientes (Kg)	0% de TG	12% de TG	24% de TG	12% de TG+ENZ	24% de TG+ENZ
Milho	67,74	61,30	52,64	59,35	52,91
Farelo de soja (45%)	26,66	22,54	18,83	20,96	16,84
Torta de girassol	0,00	12,00	24,00	12,00	24,00
Óleo de soja	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00
Complexos enzimáticos	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Calcário	1,27	1,20	1,14	1,27	1,20
Fosfato bicálcico	1,79	1,80	1,81	1,07	1,08
Sal comum	0,38	0,38	0,38	0,30	0,30
Premix min./vit. ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10
L-Lisina HCL	0,01	0,07	0,12	0,06	0,12
Inerte ²	1,78	0,36	0,00	4,65	3,23
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/Kg)	1,45	1,39	1,34	1,32	1,27
Composição nutricional calculada					
Energia Metab. (Kcal/Kg)	2.900	2.900	2.900	2.796	2.796
Proteína Bruta (%)	17,50	17,50	17,50	16,60	16,60
Matéria seca (%)	88,48	88,99	89,50	89,33	89,33
Fibra detergente ácido (%)	4,44	8,63	12,82	8,44	12,63
Fibra detergente neutro (%)	11,76	17,90	24,04	17,45	23,59
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,43	0,43	0,43	0,29	0,29
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,14	0,14
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,23	0,23
Potássio (%)	0,68	0,72	0,77	0,69	0,74
Metionina digestível (%)	0,41	0,41	0,41	0,36	0,36
Met.+Cistina digestível (%)	0,66	0,66	0,66	0,60	0,60
Lisina digestível (%)	0,82	0,82	0,82	0,77	0,77
Treonina digestível (%)	0,60	0,59	0,58	0,56	0,55
Triptofano digestível (%)	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17

¹Níveis de garantia por kg do produto: A - 9000UI; Vitamina D3 - 2500UI; Vitamina E - 20UI; Vitamina K3 - 2500mg; Vitamina B1 - 1500mg; Vitamina B2 - 6000mg; Vitamina B6 - 3000mg; Vitamina B12 - 12000mcg; biotina - 60mg; ácido fólico - 800mg; ácido nicotínico - 25000mg; ácido pantoico - 12000mg; selênio - 250mg; Níveis de garantia por kg do produto: Manganês - 160mg; ferro - 100mg; zinco - 100 mg; cobre - 20mg; cobalto - 2mg; iodo - 2mg; ²Areia lavada.

Tabela 7 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangas semipesadas Hy-Line Brown no período de 13 a 17 semanas de idade

Ingredientes (Kg)	0% de TG	12% de TG	24% de TG	12% de TG+ENZ	24% de TG+ENZ
Milho	68,62	62,16	55,72	60,21	53,76
Farelo de soja (45%)	23,30	19,31	15,24	17,71	13,65
Torta de girassol	0,00	12,00	24,00	12,00	24,00
Óleo de soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Complexos enzimáticos	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Calcário	1,19	1,13	1,07	1,19	1,13
Fosfato bicálcico	1,93	1,94	1,95	1,21	1,22
Sal comum	0,41	0,40	0,40	0,33	0,33
Premix min./vit. ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,10	0,08	0,06	0,04	0,03
L-Lisina HCL	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03
Inerte ²	4,25	2,77	1,32	7,08	5,62
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo (R\$/Kg)	1,39	1,32	1,26	1,26	1,20
Composição nutricional calculada					
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2.850	2.850	2.850	2.746	2.746
Proteína Bruta (%)	16,00	16,00	16,00	15,10	15,10
Matéria seca (%)	88,70	89,20	89,70	89,54	90,04
Fibra detergente ácido (%)	4,20	8,40	12,59	8,20	12,40
Fibra detergente neutro (%)	11,40	17,56	23,70	17,10	23,25
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,31	0,31
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,15	0,15
Cloro (%)	0,29	0,29	0,30	0,25	0,25
Potássio (%)	0,62	0,67	0,71	0,63	0,68
Metionina digestível (%)	0,32	0,32	0,32	0,28	0,28
Met.+Cistina digestível (%)	0,56	0,56	0,56	0,50	0,50
Lisina digestível (%)	0,72	0,68	0,67	0,64	0,62
Treonina digestível (%)	0,55	0,54	0,53	0,51	0,50
Triptofano digestível (%)	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15

¹Níveis de garantia por kg do produto: A - 9000UI; Vitamina D3 - 2500UI; Vitamina E - 20UI; Vitamina K3 - 2500mg; Vitamina B1 - 1500mg; Vitamina B2 - 6000mg; Vitamina B6 - 3000mg; Vitamina B12 - 12000mcg; biotina - 60mg; ácido fólico - 800mg; ácido nicotínico - 25000mg; ácido. panteônico - 12000mg; selênio - 250mg; Níveis de garantia por kg do produto: Manganês - 160mg; ferro - 100mg; zinco - 100 mg; cobre - 20mg; cobalto - 2mg; iodo - 2mg; ²Areia lavada.

Foram conduzidos concomitantemente dois ensaios de metabolismo com as aves de linhagem semipesadas, utilizando o método de coleta total de excretas. Foram transferidas 120 frangas para as gaiolas de metabolismo por um período de 8 dias, sendo 4 dias de adaptação e 4 dias para a coleta de excretas. Foi utilizado o mesmo delineamento experimental usado para o desempenho, ou seja, 5 tratamentos com 6 repetições, porém com repetições de 4 aves.

O primeiro ensaio foi realizado entre a 9ª e 10ª semana de idade e o segundo entre a 14ª e 15ª semana. As aves foram alojadas em gaiolas próprias para o ensaio. Para cada uma foi posta uma bandeja revestida com plástico para a coleta das excretas. Foi adicionado às rações 1% de óxido férrico como marcador, para que fossem sinalizados o início e o final das coletas das excretas.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, às 08h:00min e às 16h:00min, tomando o cuidado de proceder à criteriosa limpeza da bandeja coletora com a retirada das penas e sobras de ração. As excretas foram armazenadas em sacos individuais por repetição, previamente identificados, lacrados e mantidos em freezer à temperatura de -10°C para posteriores análises laboratoriais.

Após o período de coleta, as excretas foram homogeneizadas, pesadas e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do DZ/CCA/UFC para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72h. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo faca com peneira de 16 *mash* com crivos de 1mm. Assim como as rações experimentais, as amostras foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS) e do nitrogênio (N), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Já a energia bruta (EB) foi determinada utilizando bomba calorimétrica.

As variáveis analisadas para os ensaios de metabolismo foram: coeficiente de metabolização na matéria seca (%CMMS), do nitrogênio (%CMN), da energia bruta (%CMEB), da energia metabolizável aparente (EMA, Kcal/Kg MS) e da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN, Kcal/Kg MS) para as rações.

No período final de crescimento, procedeu-se o estudo da viabilidade econômica da inclusão da torta de girassol e dos complexos enzimáticos também para as frangas semipesas, sendo determinado o custo da ração por quilograma de ganho de peso corporal (CR - R\$/Kg de ganho de peso), adaptando-se a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985). Para o índice de eficiência econômica (IEE - %) e o índice de custo (IC - %) utilizou-se metodologia proposta por Fialho *et al.* (1992).

Os custos das rações foram determinados considerando-se as suas composições e os preços dos ingredientes praticados no município de Fortaleza no Estado do Ceará no período de realização do experimento.

Ao final da 17ª semana de idade, 330 aves foram transferidas para o galpão de postura, mantendo-se o mesmo delineamento experimental com 5 tratamentos de 6 repetições. No entanto, as repetições foram de 11 aves. Durante essa fase, as aves foram distribuídas em

gaiolas de arame galvanizado (25cm de comprimento x 45cm de largura x 0,40cm de altura), equipadas com comedouro linear e bebedouros tipo *nipple*, alocando-se 2 aves/gaiola (563cm²/ave). O período experimental nessa fase estendeu-se até a 35ª semana de idade das aves, sendo dividido em 6 períodos de 21 dias cada.

Nesse período foi ofertada apenas uma única ração para todas as aves, à base de milho e farelo de soja, sendo fornecida à vontade, considerando os valores de composição dos alimentos proposto por Rostagno *et al.* (2017) e as exigências nutricionais das aves segundo o manual da linhagem (Tabela 8).

Tabela 8 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações para frangas semipesadas Hy-Line Brown no período de 18 a 35 semanas de idade

Ingredientes (Kg)	Ração
	18 a 35 semanas
Milho	59,26
Farelo de soja (45%)	26,88
Óleo de soja	2,01
Calcário	9,08
Fosfato bicálcico	1,97
Sal comum	0,41
Premix min./vit. ¹	0,10
DL-Metionina	0,24
L-Lisina HCL	0,03
Total	100,00
Composição nutricional calculada	
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2.800
Proteína Bruta (%)	17,00
Matéria seca (%)	89,54
Fibra detergente ácido (%)	4,17
Fibra detergente neutro (%)	10,77
Cálcio (%)	4,20
Fósforo disponível (%)	0,46
Sódio (%)	0,18
Cloro (%)	0,29
Potássio (%)	0,66
Metionina digestível (%)	0,47
Metionina+Cistina digestível (%)	0,71
Lisina digestível (%)	0,83
Treonina digestível (%)	0,58
Triptofano digestível (%)	0,18

¹Níveis de garantia por kg do produto: vitamina A (min) 8,000,000 UI, vitamina B1(min) 1,000mg, vitamina B12 (min) 6,000mcg, vitamina B2 (min) 3,000mg, vitamina B6 (min) 1,000 mg, vitamina D3 (min) 2,198,214 UI, vitamina E (min) 8,000 UI, vitamina K3 (min) 2,000mg, biotina (min) 20 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 200mg, ácido pantotênico (min) 9,280 mg, cobalto (min) 100 mg, cobre (min) 6,000 mg, ferro (min) 50g, iodo (min) 1,000 mg, manganês (min) 50g, selênio (min) 200mg, zinco (min) 50 g, Bacillus subtilis 150x10e⁹ UFC.

O programa inicial de luz nessa fase foi de 14h de luz/dia. A partir da semana seguinte, foram efetuados acréscimos semanais de 15 min de luz/dia até atingir 16 h luz/dia no final do experimento.

As variáveis analisadas nessa fase de produção foram porcentagem de postura (%), consumo de ração (CR - g/ave/dia), peso dos ovos (PO - g), massa de ovos (MO - g/ave/dia), conversão alimentar/massa de ovos (CA - g/g) e maturidade sexual. Nesse último caso, foram consideradas a idade média ao primeiro ovo (ID 1° - dias), a idade média para que 50% das aves colocassem ovos (ID 50% - dias) e a idade média para que 100% das aves colocassem ovos (ID 100% - dias).

A produção de ovos de cada repetição foi contabilizada diariamente. Semanalmente todos os ovos eram coletados e separados em bandejas devidamente identificadas por parcela para posteriormente ser realizada a pesagem dos mesmos em balança de precisão de 0,01 g. Destes ovos, eram selecionados três de cada parcela de acordo com o peso médio, evitando-se ovos quebrados, sujos ou trincados, para avaliação de qualidade e características dos ovos. As variáveis de qualidade dos ovos estudadas foram Unidades Haugh (UH) e densidade específica, enquanto, para as características dos ovos, as variáveis consideradas foram porcentagens de gema, casca e albúmen (%).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando análise de variância pelo *Statistical Analyses Sistem*, através do procedimento ANOVA segundo modelo fatorial 2 x 2 + 1. A comparação das médias foi realizada pelo teste F (5%) de probabilidade. A comparação dos tratamentos em relação ao tratamento controle foi realizada pelo teste de Dunnett (5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I: frangas de reposição leves

Os resultados médios do consumo de ração, peso médio final, ganho de peso e conversão alimentar das frangas de reposição leves durante o período de 7 a 17 semanas de idade estão dispostos na Tabela 9. Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre nível de TG e presença ou não de enzimas.

Tabela 9 - Desempenho de frangas leves Hy-line W-36 na fase de 7 a 17 semanas de idade alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas

Variáveis ¹				
Rações	CR (g)	PMF (g)	GP (g)	CA(g/g)
0% de TG ²	3428,82	1180,11	726,45	4,72
10% de TG	3459,32	1171,67	717,04	4,82
20% de TG	3530,83	1171,11	730,47	4,83
10% de TG+ENZ.	3615,36*	1184,78	735,92	4,93*
20% de TG+ENZ.	3692,02*	1172,89	728,81	5,06*
Média	3545,27	1176,11	727,14	4,87
CV³ (%)	2,33	1,48	2,68	2,00
Nível				
10%	3537,34 a	1178,22	724,98	4,88
20%	3611,43 b	1172,00	729,63	4,95
Enzimas				
Ausência	3495,07 a	1171,39	730,87	4,83 a
Presença	3653,69 b	1178,83	723,75	5,00 b
ANOVA⁴		<i>p - valor</i>		
Rações	0,0001	0,5849	0,6746	0,0001
Nível	0,0221	0,2984	0,4465	0,0791
Enzimas	0,0001	0,2161	0,2495	0,0002
Nível x Enzimas	0,9322	0,3426	0,1595	0,1368

¹CR = Consumo de ração; PMF = Peso Médio Final; GP = Ganho de Peso; CA = Conversão alimentar; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância ($P<0,05$); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett ($P<0,05$). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Houve efeitos isolados dos níveis sobre o consumo, enquanto o uso de enzimas refletiu sobre a mesma variável e ainda sobre a conversão alimentar ($P<0,05$). O nível de 10% de TG nas rações, proporcionou menor CR pelas frangas, enquanto as rações contendo enzimas resultaram em maior CR e prejuízos na CA. Na comparação das médias pelo teste de Dunnett (5%), as aves consumiram maior quantidade de ração nos tratamentos contendo 10% e 20% de TG adicionados com enzimas em relação ao tratamento controle. Também afetou a conversão

alimentar, porém de forma negativa. Entretanto, não afetou o peso médio final e o ganho de peso.

Esse prejuízo na conversão alimentar, pode ser justificado pelo elevado teor de fibra presente na TG, aumentando assim a viscosidade da digesta. A quantidade enzimática adicionada às rações foi insuficiente para garantir que a digestão dos PNA's fosse efetiva, pois a fibra na dieta das aves, acarreta redução no aproveitamento de nutrientes diminuindo a digestão e absorção, resultando em menor disponibilidade de energia (SILVA *et al.*, 2012). Conforme Mateos *et al.* (2012), o aumento da fibra nas dietas das aves, pode acarretar prejuízos nos benefícios da adição de gordura nas rações, reduzindo a taxa de crescimento.

A inclusão de alimentos fibrosos na alimentação de poedeiras é importante, principalmente nas linhagens em que adquirem ganho de peso mais rapidamente, como no caso das linhagens semipesadas. Estes alimentos causam sensação de saciedade, mantendo assim o peso adequado das aves (SCHEIDELER; JARONI; FRONING, 1998). Dados obtidos por Araújo (2005) com frangas em crescimento utilizando farelo de trigo e complexo enzimático, mostram que o peso vivo final e o ganho de peso foram prejudicados à medida em que se aumentava em 1% desse alimento na ração. Além disso, o complexo enzimático diminuiu o consumo de ração nas dietas que continham 0% e 30% do farelo de trigo.

Munyaka *et al.* (2016) obtiveram melhores resultados utilizando as enzimas β -glucanase e xylanase sobre o ganho de peso e a conversão alimentar em frangos de corte de 21 dias de idade em comparação às aves que não receberam enzimas. As rações foram formuladas com milho e/ou farelo de trigo, sugerindo que as enzimas foram eficazes na degradação do alimento fibroso.

De acordo com os ensaios de metabolismo realizados concomitantemente ao crescimento das frangas de linhagem leve, os resultados dos coeficientes de metabolização analisados no 1º ensaio, que ocorreu entre a 9ª e 10ª semana de idade das frangas, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Coeficientes de metabolização na matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 9^a e a 10^a semana de idade

Variáveis ¹					
Rações	CMMS (%)	CMN (%)	CMEB (%)	EMA (Kcal/Kg MS)	EMAn (Kcal/Kg MS)
0% de TG ²	80,95	77,98	85,09	3,693	3,479
10% de TG	77,12*	69,03*	80,81*	3,591*	3,399*
20% de TG	73,12*	66,38*	77,75*	3,546*	3,374*
10% de TG+ENZ.	76,58*	68,21*	81,47*	3,562*	3,390*
20% de TG+ENZ.	74,21*	65,02*	78,83*	3,515*	3,358*
Média	76,39	69,32	80,79	3,581	3,400
CV³ (%)	0,75	1,62	0,61	0,473	0,450
Nível					
10%	76,85 a	68,62 a	81,14 a	3,576 a	3,395 a
20%	73,66 b	65,70 b	78,29 b	3,531 b	3,366 b
Enzimas					
Ausência	75,12	67,70 a	79,28 b	3,568 a	3,386
Presença	75,39	66,61 b	80,15 a	3,539 b	3,374
ANOVA⁴		<i>p – valor</i>			
Rações	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Nível	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0008
Enzimas	0,2957	0,0499	0,0018	0,0014	0,1021
Nível x enzimas	0,0053	0,6010	0,3868	0,8487	0,6228

¹CMMS= Coeficiente de metabolização na matéria seca; CMN= Coeficiente de metabolização do nitrogênio; CMEB= Coeficiente de metabolização da energia bruta; EMA= Energia metabolizável aparente; EMAn= Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; ²TG= Torta de girassol; ³CV= Coeficiente de variação; ⁴ANOVA= Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05); Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Foi observada interação significativa (P<0,05) entre os níveis de TG e enzimas sobre a variável de CMMS analisada, levando ao desdobramento do resultado conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Desdobramento da interação significativa entre os níveis de torta de girassol e enzimas sobre o CMMS de frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 9^a e a 10^a semana de idade

Enzimas nas rações (ENZ)	Níveis de TG ¹ (NIV ²)		Média	<i>p-valor (NIV dentro ENZ)</i>
	10%	20%		
Ausência	77,12 a	73,12 bB	75,12	0,0001
Presença	76,58 a	74,21 bA	75,39	0,0001
Média	76,85 a	73,66 b		
<i>p-valor (ENZ dentro NIV)</i>	0,0814	0,0338		

¹TG= torta de girassol; ²NIV= níveis; médias seguidas de letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha), diferem entre si pelo teste F (5%).

De acordo com os resultados para a interação, na ausência ou presença de enzimas, o nível de 10% de TG nas rações proporcionou melhor CMMS em comparação com o nível de 20%. Isso indica que o aumento do teor em fibras nas rações, prejudicou a digestibilidade das rações. Ao mesmo tempo, adicionando-se 20% de TG nas rações, o melhor resultado para o CMMS foi obtido com a utilização das enzimas.

Isoladamente, o nível de 20% de TG, representou redução nos coeficientes de metabolização de todas as variáveis analisadas e valores energéticos das rações em relação ao nível de 10% de TG. Da mesma forma, a presença de enzimas diminuiu o coeficiente de metabolização do nitrogênio quando comparado com a ausência dos complexos enzimáticos nas rações, enquanto que para o CMEB esse efeito foi contrário, ou seja, a presença das enzimas revelou uma melhora em tal variável.

Com relação à comparação das médias com o tratamento controle, todas as variáveis a partir de 10% de TG, foram diminuídas indicando que as frangas não conseguiram aproveitar de forma eficiente os nutrientes contidos nas rações. A quantidade enzimática adicionada não foi suficiente para contribuir com um melhor aproveitamento nutricional e energético.

Os resultados médios das variáveis analisadas para o segundo ensaio metabólico com as frangas leves, entre 14^a e 15^a semana de idade, estão conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Coeficientes de metabolização na matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 14^a e a 15^a semana de idade

Variáveis ¹					
Rações	CMMS (%)	CMN (%)	CMEB (%)	EMA (Kcal/Kg MS)	EMAn (Kcal/Kg MS)
0% de TG ²	79,16	61,23	83,10	3,561	3,405
10% de TG	74,49*	55,75*	78,93*	3,392*	3,255*
20% de TG	70,63*	53,43*	75,55*	3,377*	3,244*
10% de TG+ENZ.	75,53*	56,47*	81,19*	3,358*	3,189*
20% de TG+ENZ.	68,90*	55,24*	76,68*	3,316*	3,173*
Média	73,74	56,42	79,09	3,401	3,253
CV³ (%)	0,88	1,69	0,80	0,836	0,805
Nível					
10%	75,01 a	56,11 a	80,06 a	3,375 a	3,222
20%	69,76 b	54,33 b	76,11 b	3,346 b	3,208
Enzimas					
Ausência	72,56	54,59 b	77,24 b	3,385 a	3,249 a
Presença	72,22	55,85 a	78,93 a	3,337 b	3,181 b
ANOVA⁴					
	<i>p</i> – valor				
Rações	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Nível	0,0001	0,0013	0,0001	0,0239	0,2188
Enzimas	0,2702	0,0137	0,0001	0,0008	0,0001
Nível x enzimas	0,0003	0,2456	0,0405	0,2694	0,8301

¹CMMS= Coeficiente de metabolização na matéria seca; CMN= Coeficiente de metabolização do nitrogênio; CMEB= Coeficiente de metabolização da energia bruta; EMA= Energia metabolizável aparente; EMAn= Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; ²TG= Torta de girassol; ³CV= Coeficiente de variação; ⁴ANOVA= Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05); Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Segundo os resultados obtidos no 2º ensaio de metabolismo, ocorreu interação significativa (P<0,05) entre níveis de TG e enzimas nas rações sobre o CMMS da mesma forma que ocorreu no 1º ensaio, sendo feito o desmembramento da interação na Tabela 13.

Tabela 13 - Desdobramento da interação significativa entre os níveis de torta de girassol e enzimas sobre o CMMS de frangas leves Hy-Line W-36, no período entre a 14^a e a 15^a semana de idade

Enzimas nas rações (ENZ)	Níveis de TG ¹ (NIV ²)		Média	<i>p</i> -valor (NIV dentro ENZ)
	10%	20%		
Ausência	74,49 a	70,63 bA	72,56	0,0001
Presença	75,53 a	68,90 bB	72,22	0,0001
Média	75,01 a	69,76 b		
<i>p</i> -valor (ENZ dentro NIV)	0,0625	0,0015		

¹TG= torta de girassol; ²NIV= níveis; médias seguidas de letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha), diferem entre si pelo teste F (5%).

A interação ocorrida, no período entre a 14^a e 15^a semana de idade, foi semelhante aos resultados do primeiro ensaio em que o nível de 10% de TG apresentou melhor resultado sobre o CMMS com ou sem enzimas em relação ao nível de 20% de TG. Por sua vez, a ausência de enzimas nas rações que contêm 20% de TG resultou em melhor CMMS. Assim pode-se inferir que a quantidade enzimática utilizada não garantiu maior metabolização das rações.

A presença de enzimas nas rações melhorou os CMN e CMEB quando comparado às rações sem enzimas, porém a quantidade utilizada não foi suficiente para melhorar os valores energéticos da ração. Da mesma forma o nível de 20% de TG nas rações proporcionou redução nos valores de CMN, CMEB, EMA e EMAN entre a 14^a a 15^a semana de vida das frangas leves.

De acordo com o teste de Dunnett (5%), todas as rações contendo 10% ou 20% de TG, com ou sem enzimas, ocasionaram diminuição nos coeficientes de metabolização e valores energéticos das rações em comparação ao tratamento controle. Isso pode ser associado ao aumento de fibras presentes na ração, diminuindo a metabolização de energia contida nas rações. Conforme Berwanger *et al.* (2014), incluindo torta de girassol em níveis crescentes nas rações de frangos de corte de 21 a 31 dias de idade, obtiveram diminuição da EMA e EMAN à medida em que foram crescendo os níveis de inclusão, corroborando com os dados obtidos nesse estudo.

No tocante aos resultados médios para maturidade sexual das frangas leves, não ocorreu interação significativa entre nível de TG e enzimas ($P > 0,05$). Ademais, não ocorreu diferença significativa para os fatores isolados sobre peso do primeiro ovo, idade da ave ao primeiro ovo, idade média em que 50% das aves colocaram ovos (ID 50% - dias) e idade média em que 100% das aves colocaram ovos. Constatou-se também que os resultados dos tratamentos foram semelhantes em comparação ao grupo controle pelo teste de Dunnett ($P > 0,05$), para todas as variáveis analisadas (Tabela 14).

Tabela 14 - Maturidade sexual de frangas leves Hy-line W-36 alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Variáveis¹				
Rações	PM 1°	ID 1°	ID50%	ID100%
0% de TG ²	41,68	125,83	137,67	149,00
10% de TG	37,24	126,50	136,50	146,17
20% de TG	37,49	125,83	136,83	147,17
10% de TG+ENZ.	39,19	127,00	136,17	148,50
20% de TG+ENZ.	41,88	126,67	135,50	147,67
Média	39,49	126,37	136,53	147,70
CV³ (%)	11,34	3,34	1,73	2,20
Nível				
10%	38,21	126,75	136,33	147,33
20%	39,69	126,25	136,17	147,42
Enzimas				
Ausência	37,37	126,17	136,67	146,67
Presença	40,53	126,83	135,83	148,08
ANOVA⁴		<i>p – valor</i>		
Rações	0,2416	0,9845	0,6054	0,5966
Nível	0,4221	0,7449	0,8515	0,9533
Enzimas	0,0933	0,6648	0,3543	0,3250
Nível x Enzimas	0,5069	0,9135	0,5757	0,5212

¹PM1°= Peso médio do primeiro ovo; ID1°= Idade média ao primeiro ovo; ID50%= idade média em que 50% das aves colocaram ovos; ID100%= idade média em que 100% das aves colocaram ovos; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Para as variáveis de desempenho analisadas no início do ciclo produtivo, observou-se que não houve influência das rações utilizadas sobre as variáveis, já que todos os resultados foram semelhantes às médias obtidas pelas aves que receberam a ração controle pelo teste de Dunnett (P>0,05). Interações significativas também não foram constatadas, porém, a presença de enzimas nas rações proporcionou maiores consumos de ração pelas aves para esse período de produção de ovos até 35 semanas de idade das aves (Tabela 15).

Tabela 15 – Desempenho no período de 18 a 35 semanas de idade de poedeiras leves Hy-line W-36 alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Rações	Variáveis ¹				
	CR (g)	PO (g)	POSTURA (%)	MO (g/ave/dia)	CA/MO (g/g)
0% de TG ²	80,18	54,00	92,70	50,11	1,60
10% de TG	80,64	53,95	93,33	50,37	1,60
20% de TG	80,44	53,68	93,54	50,22	1,60
10% de TG+ENZ.	81,41	54,14	93,58	50,69	1,61
20% de TG+ENZ.	82,08	53,50	93,67	50,17	1,64
Média	80,95	53,86	93,37	50,32	1,61
CV³ (%)	1,59	1,32	1,30	1,66	1,74
Nível					
10%	81,02	54,04	93,46	50,53	1,60
20%	81,26	53,59	93,60	50,19	1,62
Enzimas					
Ausência	80,54 a	53,81	93,43	50,30	1,60
Presença	81,74 b	53,82	93,68	50,43	1,62
ANOVA⁴					
	<i>p – valor</i>				
Rações	0,0991	0,5284	0,6487	0,7549	0,1543
Nível	0,6448	0,1612	0,7495	0,3123	0,1952
Enzimas	0,0284	0,9958	0,6780	0,6850	0,0891
Nível x Enzimas	0,4013	0,5503	0,9048	0,5723	0,1952

¹CR = Consumo de ração; PO = Peso dos ovos; MO = Massa de ovos; CA = Conversão alimentar; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Conforme Araújo *et al.* (2008), analisando o efeito residual da inclusão de farelo de trigo e de enzimas nas rações de frangas com 15 semanas de idade sobre os aspectos de consumo de ração, peso do ovo e gravidade específica dos ovos, comprovaram que as aves que haviam recebido dietas à base de milho e farelo de soja durante a fase de recria, apresentaram melhoria no peso vivo inicial para a fase de postura quando comparadas às aves que receberam rações com adição do complexo enzimático.

Com relação à qualidade dos ovos, os resultados estão de acordo com os índices indicados no manual da linhagem para o período inicial de postura e estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Componentes e qualidade dos ovos de poedeiras leves Hy-Line W-36 alimentadas com torta de girassol e enzimas no período de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Rações	Variáveis ¹					
	DE	UH	Alb. (%)	Gema (%)	Casca (%)	EC (mm)
0% de TG ²	1,093	97,26	67,87	22,42	9,71	0,42
10% de TG	1,092	97,94	67,84	22,39	9,77	0,42
20% de TG	1,088*	96,56	67,69	22,55	9,76	0,43
10% de TG+ENZ.	1,088*	97,78	67,89	22,41	9,70	0,42
20% de TG+ENZ.	1,089*	96,81	67,60	22,62	9,78	0,43
Média	1,090	97,27	67,78	22,48	9,74	0,42
CV³ (%)	0,150	1,27	0,41	1,24	1,45	1,63
Nível						
10%	1,089	97,86 a	67,86	22,40	9,73	0,42
20%	1,088	96,69 b	67,65	22,58	9,77	0,43
Enzimas						
Ausência	1,090 a	97,25	67,76	22,47	9,76	0,42
Presença	1,088 b	97,29	67,75	22,52	9,74	0,42
ANOVA⁴						
		<i>p-valor</i>				
Rações	0,0001	0,2640	0,3349	0,5617	0,8222	0,0880
Nível	0,1311	0,0458	0,0701	0,1534	0,5739	0,0064
Enzimas	0,0194	0,9356	0,8898	0,7133	0,6753	1,0000
Nível x Enzimas	0,0007	0,7156	0,5371	0,8462	0,4296	0,5497

¹DE = Densidade específica; UH = Unidades haugh; Alb= porcentagem de albúmen; EC= Espessura de casca; ²TG = Torta de girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Não foi observada interação significativa (P>0,05) entre níveis de torta de girassol e enzimas para a maioria das variáveis analisadas. Porém, a interação entre os fatores ocorreu (P<0,05) no que diz respeito à densidade específica dos ovos (Tabela 17).

Tabela 17 - Desdobramento da interação significativa entre os níveis de torta de girassol e enzimas sobre a densidade específica dos ovos de frangas leves Hy-Line W-36, alimentadas com torta de girassol e enzimas no período de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Enzimas nas rações (ENZ)	Níveis de TG ¹ (NIV ²)		Média	<i>p-valor (NIV dentro ENZ)</i>
	10%	20%		
Ausência	1,092 aA	1,088 b	1,090 A	0,0012
Presença	1,087 B	1,089	1,088 B	0,1521
Média	1,089	1,088		
<i>p-valor (ENZ dentro NIV)</i>	0,0018	0,2767		

¹TG= torta de girassol; ²NIV= níveis; médias seguidas de letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha), diferem entre si pelo teste F (5%).

A interação ocorrida na variável da densidade específica dos ovos, aponta que o nível de 10% de TG nas rações foi melhor sem utilização de enzimas, apresentando valores mais elevados para tal variável. Já para rações contendo 20% de TG, a utilização ou não de enzimas não interfere na densidade específica dos ovos. No entanto, esse nível mais elevado de TG revelou menores resultados para essa variável quando comparado às rações que não continham 10% de TG sem utilização de enzimas.

Para o teste de Dunnett (5%) as aves que receberam os níveis de 20% de inclusão de TG, bem como aquelas que receberam rações contendo 10% e 20% de TG com adição de enzimas na fase de crescimento, apresentaram valores mais baixos de densidade específica dos ovos em relação às aves que receberam a ração controle, sem ocorrer efeito residual sobre as demais características dos ovos.

Em concordância com os resultados desta pesquisa, Braz *et al.* (2011) não observaram efeitos residuais ($P > 0,05$) pela elevação dos níveis de FDN das rações em consequência da inclusão da fibra proveniente do farelo de trigo na ração de recria de frangas leves sobre os constituintes e qualidade dos ovos. Os resultados obtidos nesse trabalho podem ser explicados pelo fato das rações contendo TG terem sido balanceadas para serem isoenergéticas e isonutritivas quando comparadas com a ração controle. Isso possivelmente foi suficiente para garantir que não ocorresse efeito residual negativo sobre as características dos ovos, mantendo-os com boas características.

A Unidade Haugh é uma medida mais comumente utilizada para indicar boa qualidade interna dos ovos. Assim, valores quanto mais próximos a 100 UH, melhor a qualidade interna dos ovos. Aliado a isso, a idade das aves, nutrição e manejo podem influenciar. Os resultados obtidos para Unidades Haugh (Tabela 16) foram elevados, indicando uma boa qualidade interna dos ovos, principalmente pelo fato das poedeiras estarem no início de produção. Efeito isolado para os níveis de TG foi detectado pelo teste F (5%) para esta variável. Os piores valores foram provenientes das aves que foram submetidas aos tratamentos contendo 20% de TG nas rações. Isso indica que níveis mais elevados de alimentos fibrosos, no caso de TG, podem prejudicar a densidade específica dos ovos no início do ciclo produtivo das poedeiras.

Os custos para o experimento foram originados com as rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade). Eles estão relacionados por quilograma de ganho de peso corporal. Para as aves de reposição leves, não ocorreu interação significativa ($P > 0,05$) para os níveis de TG e enzimas testados, sem ocorrer também efeito isolado dos fatores sobre o custo da ração, índice de eficiência econômica e índice de custo.

As rações que, comparativamente à ração controle pelo teste de Dunnett (5%), apresentaram menor custo/Kg de peso corporal e melhores resultados de índice de eficiência econômica e índice de custo foram aquelas que apresentavam teores mais elevados de TG (20%) sem enzimas, bem como aquelas que continham tanto 10% como 20% de TG ambas com adição de enzimas, conforme a Tabela 18.

Tabela 18 - Custo médio da ração por quilograma de ganho de peso corporal, índice de eficiência econômica e índice de custo de acordo com os níveis de inclusão da torta de girassol e enzimas de frangas leves Hy-Line W-36 na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Variáveis¹			
Rações	Custo (R\$) / Kg de ganho de peso	IEE (%)	IC (%)
0% de TG ²	6,97	95,00	105,16
10% de TG	6,81	97,33	102,66
20% de TG	6,69*	99,33*	100,66*
10% de TG+ENZ.	6,70*	98,83*	101,16*
20% de TG+ENZ.	6,62*	100,00*	100,00*
Média	6,76	98,10	101,93
CV³ (%)	1,99	2,13	2,11
Nível			
10%	6,76	98,08	101,91
20%	6,66	99,67	100,33
Enzimas			
Ausência	6,75	98,33	101,67
Presença	6,66	99,41	100,58
ANOVA⁴		<i>p – valor</i>	
Rações	0,0015	0,0027	0,0027
Nível	0,0510	0,0659	0,0659
Enzimas	0,1021	0,1982	0,1982
Nível x Enzimas	0,6039	0,6143	0,6143

¹IEE= Índice de eficiência econômica; IC= Índice de custo; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Observou-se que a inclusão de 10% de TG nas rações de crescimento das frangas leves, mesmo apresentando uma economia de R\$0,05 por kg de ração produzida, quando comparada com a ração controle (R\$1,43 X R\$1,48), não foi suficiente para demonstrar melhor custo/Kg de ganho de peso corporal das frangas, nem melhores resultados de índice de eficiência econômica e índice de custo. Efeito positivo só foi detectado para essas variáveis da viabilidade econômica quando ocorreu uma maior economia por kg de ração produzida proveniente dos níveis mais elevados da TG nas rações, bem como quando se utilizou enzimas,

que foram na proporção de R\$ 0,09 (R\$1,48 – R\$1,39), de R\$ 0,12 (R\$1,48 – R\$1,36) e de R\$ 0,17 (R\$1,48 – R\$1,31), para as rações que continham 20% de TG, 10% de TG+enzimas e 20% de TG+enzimas, respectivamente.

4.2 Experimento II: frangas de reposição semipesadas

Para os resultados de desempenho na fase de crescimento das frangas de reposição semipesadas (7 a 17 semanas de idade), não foram observadas interações significativas ($P>0,05$) interferindo sobre as variáveis de consumo de ração, peso médio final, ganho de peso e conversão alimentar. No entanto, a presença de enzimas nas rações aumentou o consumo de ração ($P<0,05$) sem afetar o peso médio final e ganho de peso das frangas. Isso proporcionou uma pior conversão alimentar, possivelmente porque, nas rações contendo enzimas, foi realizada diminuição da matriz nutricional e energética colaborando para que as aves em crescimento ingerissem mais ração. Da mesma forma, o nível de 24% de TG nas rações prejudicou a conversão alimentar, podendo estar relacionado com uma maior quantidade de fibra nas rações (Tabela 19).

Tabela 19 - Desempenho de frangas semipesadas Hy-line Brown na fase de 7 a 17 semanas de idade alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas

Variáveis ¹				
Rações	CR (g)	PMF (g)	GP (g)	CA(g/g)
0% de TG ²	4012,65	1439,25	868,72	4,62
12% de TG	4099,55	1436,93	875,52	4,68
24% de TG	4156,66*	1435,93	870,43	4,77
12% de TG+ENZ.	4306,81*	1430,68	871,85	4,94*
24% de TG+ENZ.	4384,49*	1425,18	862,66	5,08*
Média	4192,03	1433,59	869,83	4,82
CV³ (%)	2,01	2,01	2,72	2,73
Nível				
12%	4203,18	1433,80	873,68	4,81 b
24%	4270,58	1430,55	866,54	4,93 a
Enzimas				
Ausência	4128,11 a	1436,43	872,97	4,72 a
Presença	4345,65 b	1427,93	867,25	5,01 b
ANOVA⁴		<i>p – valor</i>		
Rações	0,0001	0,9196	0,9140	0,0001
Nível	0,0729	0,8063	0,4691	0,0115
Enzimas	0,0001	0,5232	0,5608	0,0001
Nível x Enzimas	0,7757	0,8650	0,8343	0,5479

¹CR = Consumo de ração; PMF = Peso Médio Final; GP = Ganho de Peso; CA = Conversão alimentar; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância ($P<0,05$); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett ($P<0,05$). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Segundo Freitas *et al.* (2011), testando farelo de coco na alimentação de frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias de idade), também observaram aumento no consumo de ração e ganho de peso, a partir de 5% dessa inclusão do alimento. Esse aumento pode ser explicado por conta do farelo de coco apresentar teores elevados de gordura na sua composição; diferindo do resultado obtido neste trabalho, pois as aves que consumiram maior quantidade de ração não obtiveram maior ganho de peso.

Pinheiro *et al.* (2013), ao incluírem nas rações de frangas semipesadas em crescimento (10^a a 16^a semana de idade), níveis de 0%, 7%, 14%, 21% de TG sem o uso de enzimas, não obtiveram efeitos significativos sobre as variáveis de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Berwanger *et al.* (2017) incluindo TG em níveis crescentes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% juntamente com a presença ou não de enzimas nas rações de frangos de corte no período de 1 a 21 dias idade, encontraram diminuição no consumo de ração à medida que foram aumentando os níveis de inclusão da TG. A adição das enzimas não melhorou o desempenho dos frangos devido ao trato gastrointestinal ainda estar em desenvolvimento absorptivo e digestivo. No entanto, os mesmos autores obtiveram resultados com efeito residual das enzimas para o período total, de 1 a 42 dias de idade, melhorando o desempenho e rendimento de carcaça.

Concomitantemente ao experimento de desempenho realizado na fase de crescimento das frangas semipesadas, foram realizados dois ensaios de metabolismo, sendo o primeiro entre a 9^a e 10^a semana de vida das frangas e o segundo entre a 14^a e 15^a semanas, cujos resultados estão dispostos nas Tabelas 20 e 21, respectivamente para o primeiro e o segundo ensaio.

Os resultados para este 1^o ensaio metabólico foram semelhantes aos obtidos com os da linhagem leve para o mesmo período, exceto para CMMS, onde não ocorreu interação significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de TG e enzimas nas rações. Porém, de forma isolada os níveis praticados de 24% de TG nas rações prejudicaram todos os coeficientes de metabolização, bem como os valores de EMA e EMAN das rações, apresentando valores inferiores para todas essas variáveis quando comparadas com rações contendo 12% de TG ($P < 0,05$). Da mesma forma, isoladamente a presença de enzimas resultou em diminuição da EMA e EMAN das rações sem afetar as outras variáveis, comprovando que a quantidade de enzima utilizada foi insuficiente para melhorar tais valores energéticos (Tabela 20).

Tabela 20 - Coeficientes de metabolização na matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para frangas semipesadas Hy-Line Brown, no período entre a 9ª e a 10ª semana de idade

Variáveis¹					
Rações	CMMS (%)	CMN (%)	CMEB (%)	EMA (Kcal/Kg MS)	EMAn (Kcal/Kg MS)
0% de TG ²	78,98	63,12	83,40	3,508	3,374
12% de TG	76,13*	59,60*	78,06*	3,336*	3,177*
24% de TG	72,82*	58,14*	74,32*	3,235*	3,089*
12% de TG+ENZ.	75,88*	58,88*	77,09*	3,205*	3,092*
24% de TG+ENZ.	72,31*	57,81*	74,04*	3,160*	3,019*
Média	75,22	59,51	77,38	3,288	3,150
CV³ (%)	1,50	1,86	1,19	2,143	2,109
Nível					
12%	76,00 a	59,24 a	77,58 a	3,270 a	3,134 a
24%	72,56 b	57,97 b	74,18 b	3,197 b	3,054 b
Enzimas					
Ausência	74,47	58,87	76,19	3,285 a	3,133 a
Presença	74,09	58,35	75,57	3,182 b	3,055 b
ANOVA⁴					
	<i>p - valor</i>				
Rações	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Nível	0,0001	0,0339	0,0001	0,0445	0,0214
Enzimas	0,4959	0,3553	0,1652	0,0073	0,0260
Nível x enzimas	0,8061	0,7226	0,4351	0,4176	0,8250

¹CMMS= Coeficiente de metabolização na matéria seca; CMN= Coeficiente de metabolização do nitrogênio; CMEB= Coeficiente de metabolização da energia bruta; EMA= Energia metabolizável aparente; EMAn= Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; ²TG= Torta de girassol; ³CV= Coeficiente de variação; ⁴ANOVA= Análise de variância (p<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett; Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Conforme o teste de Dunnett (5%) utilizado para comparar separadamente cada ração experimental com a ração controle, observou-se que todos os coeficientes de metabolização e valores energéticos das rações diminuíram à medida que se adicionou TG independente da presença ou não de enzimas na ração, uma vez que o tratamento controle apresentou sempre os melhores resultados.

No segundo ensaio metabólico com as frangas semipesadas realizado entre a 14ª e 15ª semana de idade, permaneceu não ocorrendo interação entre os níveis de TG e enzimas avaliados nas rações (P>0,05). Porém, os níveis praticados de 24% de TG nas rações prejudicaram todos os coeficientes de metabolização, bem como os valores de EMA e EMAn das rações. Assim, apresentaram valores inferiores para todas essas variáveis quando

comparadas com rações contendo 12% de TG ($P<0,05$), podendo ser devido ao maior aporte em fibras presente nas rações (Tabela 21).

Tabela 21 - Coeficientes de metabolização na matéria seca, nitrogênio, energia bruta e valores energéticos das dietas contendo torta de girassol e enzimas para frangas semipesadas Hy-Line Brown, no período entre a 14ª e a 15ª semana de idade

Variáveis ¹					
Rações	CMMS (%)	CMN (%)	CMEB (%)	EMA (Kcal/Kg MS)	EMAn (Kcal/Kg MS)
0% de TG ²	78,66	64,94	85,14	3,338	3,202
12% de TG	74,70*	62,43	82,24	3,199*	3,088*
24% de TG	71,39*	59,51*	77,12*	3,124*	3,022*
12% de TG+ENZ.	73,77*	61,86*	81,47*	3,217*	3,080*
24% de TG+ENZ.	70,59*	59,77*	76,24*	3,136*	3,015*
Média	73,82	61,70	80,44	3,203	3,081
CV³ (%)	1,56	2,76	2,28	1,182	1,191
Nível					
12%	74,23 a	62,15 a	81,85 a	3,208 a	3,084 a
24%	70,99 b	59,64 b	76,68 b	3,130 b	3,018 b
Enzimas					
Ausência	73,04	60,97	79,68	3,161	3,055
Presença	72,18	60,82	78,86	3,176	3,047
ANOVA⁴					
	<i>p – valor</i>				
Rações	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001
Nível	0,0001	0,0090	0,0001	0,0006	0,0021
Enzimas	0,1404	0,8575	0,3707	0,4345	0,6888
Nível x enzimas	0,9026	0,6288	0,9541	0,8729	0,9956

¹CMMS= Coeficiente de metabolização na matéria seca; CMN= Coeficiente de metabolização na matéria natural; CMEB= Coeficiente de metabolização da energia bruta; EMA= Energia metabolizável aparente; EMAn= Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; ²TG= Torta de girassol; ³CV= Coeficiente de variação; ⁴ANOVA= Análise de variância ($P<0,05$); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett ($P<0,05$); Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Em relação ao teste de Dunnett (5%), observou-se que os CMMS, bem como os valores energéticos das rações, reduziram quando comparados à ração controle, já a partir da inclusão de 12% de TG, mesmo acrescentando ou não enzimas. Esse prejuízo para os coeficientes de metabolização do nitrogênio (CMN) e energia bruta (CMEB) somente foi observado a partir de 24% de inclusão de TG nas rações quando não se utilizou enzimas, mas também em níveis mais baixos (12%) e elevados (24%) de TG mesmo se adicionando enzimas quando comparados à ração controle (Tabela 21).

Kalmendal *et al.* (2011), que incluíram nas rações de frangos de corte no período de 15 a 31 dias de idade, níveis de 0%, 10%, 20% e 30% de torta de girassol, observaram que houve redução linear significativa para a digestibilidade ileal de energia e matéria seca à medida que se aumentavam as quantidades de TG nas rações. Estes são resultados que corroboram parcialmente com esta pesquisa.

Segundo os resultados médios para maturidade sexual das frangas semipesadas nessa pesquisa, não foi observada interação entre nível de TG e enzimas nas rações ($P > 0,05$). Otróssim não ocorreu diferença significativa dos fatores isolados sobre peso do primeiro ovo, idade média ao primeiro ovo, idade média em que 50% das aves colocaram ovos (ID 50% - dias) e idade média em que 100% das aves colocaram ovos (Tabela 22).

Tabela 22 - Maturidade sexual de frangas semipesadas Hy-line Brown alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Variáveis¹				
Tratamentos	PM 1°	ID 1°	ID 50%	ID 100%
0% de TG ²	43,44	128,66	139,66	147,83
12% de TG	42,38	129,66	139,83	150,33
24% de TG	44,65	128,50	139,83	148,66
12% de TG+ENZ.	43,56	128,66	138,83	149,16
24% de TG+ENZ.	44,78	130,16	139,33	149,50
Média	43,76	129,13	139,50	149,10
CV³(%)	8,54	3,87	2,09	2,21
Nível				
12%	42,97	129,16	139,33	149,75
24%	44,71	129,33	139,58	149,08
Enzimas				
Ausência	43,51	129,08	139,83	149,50
Presença	44,17	129,41	139,08	149,33
ANOVA⁴		<i>p – valor</i>		
Rações	0,7955	0,9696	0,9712	0,7503
Nível	0,2782	0,9325	0,8445	0,6331
Enzimas	0,6785	0,8655	0,5577	0,9048
Nível x Enzimas	0,7377	0,5004	0,8445	0,4756

¹PM1°= Peso médio do primeiro ovo; ID1°= Idade média ao primeiro ovo; ID50%= idade média em que 50% das aves colocaram ovos; ID100%= idade média em que 100% das aves colocaram ovos; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância ($P < 0,05$); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Pelo teste de Dunnett (5%), comparando-se as rações experimentais isoladamente com a ração controle, constatou-se que não houve efeito para nenhuma das variáveis de maturidade sexual analisadas com as frangas semipesadas. Todos os resultados foram semelhantes aos gerados pelo grupo controle, apontando que a TG pode ser aplicada até 24%

nas rações de crescimento dessas frangas sem que prejudique a maturidade sexual das mesmas (Tabela 22).

A nutrição adequada da franga nas fases que antecedem a produção de ovos é essencial para garantir que a ave consiga atingir sua maturidade sexual em idade adequada de acordo com a linhagem e para que ela venha a ser uma boa poedeira ao longo do período de postura. Liu, Dunnington e Siegel (1995) afirmam que o início da postura pode ser influenciado pela genética, idade, composição corporal das frangas e linhagem. Assim, aves de linhagens leves geralmente são mais precoces que as semipesadas para atingirem essa maturidade. Isso foi visto nessa pesquisa, já que a idade ao primeiro ovo nas frangas semipesadas ocorreu em média aos 129 dias de idade, enquanto que para as frangas leves essa mesma variável ocorreu três dias antes, ou seja, aos 126 dias.

A produção de ovos para as frangas de reposição semipesadas iniciando aos 129 dias está de acordo com o preconizado pelo manual da linhagem em estudo. Contudo, as semipesadas iniciam sua postura mais tardiamente em relação às leves.

Brenes *et al.* (1993) observaram que a suplementação enzimática não afetou o peso do primeiro ovo quando testaram β -glucanase, xylanase e celulase em dietas à base de farelo de trigo em poedeiras leves. O mesmo ocorreu nos resultados dessa pesquisa com níveis de inclusão de 12% ou 24% de um alimento também fibroso, no caso a torta de girassol, com a utilização ou não de complexo enzimático. Os pesos médios dos primeiros ovos foram idênticos àqueles gerados pelas poedeiras que ingeriram a ração controle.

As variáveis analisadas para o desempenho das frangas semipesadas no período de produção de ovos (18^a a 35^a semanas de idade) não sofreram efeito residual pela inclusão de TG ou enzimas adicionadas nas rações durante a fase de crescimento das poedeiras (7^a a 17^a semanas de idade). Não ocorreram interações nem efeitos isolados sobre o consumo de ração, peso dos ovos, percentagem de postura, massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos. Também não foram constatadas diferenças entre as rações quando as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Confirmou-se que a TG pode ser adicionada até 24% nas rações das frangas semipesadas em crescimento, sem prejudicar as variáveis produtivas durante o início da postura, mais precisamente entre a 18^a e 35^a semana de idade (Tabela 23).

Tabela 23 - Desempenho no período de 18 a 35 semanas de idade de poedeiras semipesadas Hy-line Brown alimentadas com dietas contendo torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Rações	Variáveis ¹				
	CR (g)	PO (g)	POSTURA (%)	MO (g/ave/dia)	CA/MO (g/g)
0% de TG ²	93,64	57,74	92,35	53,35	1,75
12% de TG	93,99	56,98	91,37	52,08	1,80
24% de TG	94,91	57,19	92,25	52,77	1,79
12% de TG+ENZ.	93,81	57,45	91,73	52,73	1,78
24% de TG+ENZ.	92,99	57,65	90,82	52,38	1,77
Média	93,87	57,40	91,71	52,67	1,78
CV³(%)	2,23	1,53	2,04	2,85	2,39
Nível					
12%	93,90	57,21	91,55	52,41	1,79
24%	93,95	57,42	91,54	52,58	1,78
Enzimas					
Ausência	94,95	57,08	91,81	52,43	1,80
Presença	93,40	57,55	91,28	52,56	1,77
ANOVA⁴		<i>p – valor</i>			
Rações	0,6267	0,5414	0,6811	0,6647	0,3019
Nível	0,9489	0,5776	0,9902	0,7906	0,7207
Enzimas	0,2230	0,2110	0,5474	0,8388	0,1891
Nível x Enzimas	0,3072	0,9892	0,3169	0,4230	0,9287

¹CR = Consumo de ração; PO = Peso dos ovos; MO = Massa de ovos; CA = Conversão alimentar; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

Para as variáveis analisadas de qualidade dos ovos, não foram observadas interações significativas nem efeitos isolados (P>0,05) entre os níveis de inclusão de TG e enzimas usadas nas rações de crescimento sobre a fase de postura para nenhuma das variáveis. Porém, em relação ao teste de Dunnett (5%), todas as rações isoladamente diferiram da ração controle, para os valores de densidade específica dos ovos enquanto as demais variáveis não sofreram influência e apresentaram valores semelhantes à ração controle (Tabela 24).

Tabela 24 - Componentes e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas Hy-Line Brown alimentadas com torta de girassol e enzimas na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Rações	Variáveis ¹					
	DE	UH	Alb. (%)	Gema (%)	Casca (%)	EC (mm)
0% de TG ²	1,097	98,95	68,92	21,20	9,91	0,46
12% de TG	1,095*	98,95	68,85	21,24	9,92	0,47
24% de TG	1,094*	98,99	68,88	21,30	9,86	0,46
12% de TG+ENZ.	1,094*	98,95	68,89	21,27	9,86	0,46
24% de TG+ENZ.	1,095*	99,02	68,88	21,26	9,90	0,47
Média	1,095	98,97	68,88	21,25	9,89	0,46
CV³ (%)	0,138	0,63	0,43	0,97	1,53	1,67
Nível						
12%	1,094	98,95	68,87	21,26	9,89	0,47
24%	1,094	99,00	68,88	21,28	9,88	0,46
Enzimas						
Ausência	1,094	98,97	68,86	21,27	9,89	0,46
Presença	1,095	98,99	68,88	21,28	9,88	0,47
ANOVA⁴						
	<i>p-valor</i>					
Rações	0,0077	0,9995	0,9962	0,9430	0,9205	0,0597
Nível	0,4985	0,8493	0,9513	0,7935	0,8490	0,2978
Enzimas	0,8917	0,9432	0,8867	0,9518	0,8067	0,1245
Nível x Enzimas	0,3460	0,9526	0,8974	0,6875	0,4031	0,0146

¹DE = Densidade específica; UH = Unidades haugh; Alb= porcentagem de albúmen; EC= Espessura de casca; ²TG = Torta de girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância (P<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (P<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

As Unidades Haugh dos ovos apresentaram-se elevadas, com valor médio de 98,97, que está condizente com o manual da linhagem semipesada para o período de 18 a 35 semanas de idade. Para o início do ciclo produtivo, essas unidades indicam boa qualidade interna dos ovos, mesmo recebendo rações de crescimento com níveis de até 24% de TG. Isso sinaliza que poderá ser uma boa estratégia para utilização de alimentos alternativos na alimentação das frangas semipesadas, sem interferir negativamente na qualidade interna dos ovos, nem nos percentuais de casca, albúmen e gema, bem como na espessura da casca dos ovos durante a postura.

A porcentagem de casca não sofreu interferência dos tratamentos utilizados nesse trabalho. Cruz (2011), usando níveis crescentes de FDN presente no farelo de trigo (14,5; 16,5; 18,5) em rações de frangas em crescimento de linhagem leve, verificou que não houve diferença na porcentagem de casca dos ovos no período de 35^a semanas de idade, bem como na densidade específica e no peso do ovo. O autor concluiu que as aves podem consumir até 18,5% de FDN na ração de crescimento sem afetar os parâmetros de qualidade dos ovos.

Os resultados desta pesquisa são semelhantes ao encontrado na literatura por Araújo *et al.* (2008) que não encontraram efeitos negativos na inclusão de complexos enzimáticos e farelo de trigo nas rações de poedeiras semipesadas sobre os parâmetros de consumo de ração, peso vivo final, a produção de ovos, o peso e a massa de ovos e a conversão por massa e por dúzia de ovos. Todavia a densidade específica das cascas dos ovos foi diminuindo com o aumento dos níveis de farelo de trigo e a presença de enzimas possibilitou o aumento no peso dos ovos.

Com relação à viabilidade econômica das rações utilizadas durante o período de crescimento (7 a 17 semanas de idade) das frangas de reposição semipesadas, observa-se que não houve interação entre os níveis de TG e enzimas nas rações sobre o custo da ração/Kg de ganho de peso corporal, índice de eficiência econômica e índice de custo (Tabela 25).

Tabela 25 - Custo médio da ração por quilograma de ganho de peso corporal, índice de eficiência econômica e índice de custo de acordo com os níveis de inclusão de torta de girassol e enzimas de frangas semipesadas Hy-Line Brown na fase de crescimento (7 a 17 semanas de idade)

Variáveis ¹			
Rações	Custo (R\$)/Kg de ganho de peso	IEE (%)	IC (%)
0% de TG ²	6,53	94,86	105,50
12% de TG	6,33	97,74	102,31
24% de TG	6,19*	99,97*	100,06*
12% de TG+ENZ.	6,35	97,41	102,70
24% de TG+ENZ.	6,25*	99,09*	100,94*
Média	6,33	97,81	102,30
CV³ (%)	2,28	2,24	2,29
Nível			
12%	6,34 b	97,58 b	102,50 a
24%	6,22 a	99,53 a	100,50 b
Enzimas			
Ausência	6,26	98,86	101,18
Presença	6,30	98,25	101,82
ANOVA⁴		<i>p – valor</i>	
Rações	0,0055	0,0056	0,0057
Nível	0,0251	0,0226	0,0243
Enzimas	0,4604	0,4524	0,4468
Nível x Enzimas	0,7714	0,7366	0,7698

¹IEE= Índice de eficiência econômica; IC= Índice de custo; ²TG = Torta de Girassol; ³CV = Coeficiente de Variação; ⁴ANOVA = Análise de variância (p<0,05); * Difere do tratamento 0% de TG pelo teste de Dunnett (p<0,05). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F (5%).

O nível de TG adicionado às rações apresentou efeito de forma isolada ($P < 0,05$). 24% de TG proporcionou menor custo da ração/Kg de peso corporal e melhores índices de eficiência econômica e de custo (IEE e IEC). As quantidades utilizadas das enzimas não foram suficientes para garantir que as rações tivessem melhores viabilidades econômicas. Apenas com níveis mais elevados de TG foi possível ser mais viável economicamente.

Pelo teste de Dunnet (5%), somente as rações que continham níveis mais elevados de TG nas rações (24%), tanto com ou sem enzimas, foram as que apresentaram melhores resultados quando comparados com a ração controle.

5 CONCLUSÕES

A torta de girassol nas rações de frangas de reposição leves e semipesadas em crescimento pode ser utilizada em até 20% e 24%, respectivamente, sem afetar o desempenho no crescimento e início da postura.

A quantidade de enzima adicionada nas rações, considerando a matriz nutricional enzimática, foi suficiente para manter o desempenho adequado, porém não garantiu melhor metabolização dos nutrientes.

As rações que continham 20% de TG com enzimas resultaram em menores custos/Kg ganho de peso corporal e melhores índices de eficiência e de custo para as aves leves, enquanto para as aves semipesadas, esses resultados foram melhores com a inclusão de 24% de TG sem enzimas.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.L.; FILHO, J.C.S.; GODOI, A.R. *et al.* Utilização de subprodutos da indústria do biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.258-260, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. Boletim mensal dos biocombustíveis. Brasília: ANP, Jul/Ago. 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>
Acesso em: Maio de 2018.
- ALBINO, L.; BUZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. IN: Seminário de aves e suínos, 2007, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: AVESUI Regiões, p.73-90, 2007.
- ALLAM, S.S.M. e BASSIUNY, A.M.M. Chlorogenic acid, efficiency and safety aspects as antioxidant. **La Rivista Italiana dele Sostanze Grasse**, v.78, p.257-265, 2002.
- AMARAL, L.M.M. **Teores de energia e fibra bruta para poedeiras nas fases de recria e produção**, 2014. 54p. (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- ANFAR - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES. **Matérias primas para alimentação animal** – padrão. 4.ed, 65p, 1985.
- ANTOSZKIEWICZ, Z.; TYWONCZUC, J.; MATUSEVICIUS, P. Effect in indusion of sunflower cake and enzymatic preparations diets for growing pigs. **Veterinarija ir Zootechnika, Kaunas**, v. 26, n. 48, p. 17- 22, 2004.
- ARAÚJO, D.M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangos e poedeiras**, 2005. 95p. (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, 2005.
- ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A. *et al.* Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de frangos de reposição. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1960-1967, 2008.
- ARAÚJO, W.A.G. **Níveis de farelo de girassol e adição de complexo enzimático em rações para aves e suínos**. 2011. 101p. (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.
- ARRUDA, A.M.V.; FERNANDES, R.T.V.; SILVA, S.L.G. *et al.* Alimentos alternativos para aves Isa Label no Rio Grande do Norte – Brasil. **Revista centauro**, v.7, n.1, p.17-33, 2016.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BERWANGER E.; NUNES, R.V.; POZZA, P.C. *et al.* Valores nutricionais e energéticos da torta de girassol para frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, p. 3429-3438, 2014.

BERWANGER, E.; NUNES, R.V.; OLIVEIRA, T.M.M. *et al.* Performance and carcass yield of broilers fed increasing levels of sunflower cake. **Revista Caatinga**, v.30, n.1, p.201-212, 2017.

BIODIESEL. Governo Federal. **O biodiesel**. 2011. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/matriz-energetica/biodiesel/>
Acesso em: 04 de Maio de 2018.

BRAZ, N.M.; FREITAS, E.R.; BEZERRA, R.M. *et al.* Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p. 2774-2753, 2011.

BRENES, A., GUENTER W., MARQUARDT, R.R. *et al.* Effect of Beta-glucanase/pentosanase enzyme supplementation on the performance of chickens and laying hens fed wheat, barley, naked oats and rye diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, n.4, p. 941-951, 1993.

BRETT, C. T. e WALDRON, K.W. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. 2 ed. Cambridge: C&H Books, 1996. 194p.

BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G. *et al.* **Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos**-Revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

BUNGE. **Farelo de girassol**. Disponível em <http://www.bungealimentos.com.br/nutricao/produto.asp?id=96>>2007. Acesso em 20 de Maio de 2017.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. São Paulo: Campinas. 2002. 430p.

CAMPESTRINI, E., SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.259-272, 2005.

CARRÃO-PANIZZI, M.; MANDARINO, J. M. G. Produtos proteicos do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. (Ed). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, p. 51 – 68, 2005.

CARVALHO, P.L.O., PASQUETTI, T.J., PERONDI, D. *et al.* Alimentos alternativos para suínos. **Ciências agrárias tecnologias e perspectivas**, cap. 16, p. 272-303, 2015.

CASTRO, C. e FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M. e CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, p.164-218, 2005.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional Significance. **Feed Milling International**, v.13, p.1–10, 1997.

CHOCT, M. **Feed polysaccharides: nutritional roles and effect of enzymes**. In: IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal - IV CLANA. Estância de São Pedro, SP, p.65-78, 2010.

CHOCT, M.; KOCHER, A.; WATERS, D.L.; PETTERSSON, D. *et al.* A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **The British Journal of nutrition**, v.92, p.53-61, 2004.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, primeiro levantamento**, Outubro de 2012. Brasília: CONAB, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.5, safra 2017/2018 – Terceiro levantamento, p. 1-130, Dezembro de 2017. Brasília:

CONAB, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>
Acesso em 06 de Março de 2018.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Resolução nº1, de 24 de Junho de 2014. **Aprovar a contratação direta do Petróleo Brasileiro S.A.** Disponível em <<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/cnpe-2014>>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: Simpósio Internacional Acavembrapa Sobre Nutrição de aves. Concórdia. **Anais...** Concórdia SC, 1999, p. 118-132.

COWIESON, A.J., BEDFORD, M.R., SELLE, P.H. *et al.* Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability. **Word's Poultry Science Journal**, v.65, p.401-18, 2009.

CRUZ, C.E.B. **Níveis de fibra na ração de recria (7 a 17 semanas de idade) e seus efeitos no crescimento e qualidade óssea de duas linhagens de poedeiras**. 2011. 53p. (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2011.

DESSIMONI, G.V. **Planos nutricionais com suplementação de protease em dietas de frangos de corte**. 49p. (Mestrado em zootecnia) Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, 2011.

EUROLYSINE – ITCF. **Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs**. 53p, 1995.

FAFIOLU, A.O.; ODUGUWA, O.O.; JEGEDE, A.V.; *et al.* Assessment of enzyme supplementation on growth performance and apparent nutrient digestibility in diets containing undecorticated sunflower seed meal in layer chicks. **Poultry Science**, v.94, p. 1917-1922, 2015.

FERNANDES, R.T.V.; ARRUDA, A.M.V.; SILVA, L.N.S. *et al.* Grão de girassol e seus subprodutos: potenciais fontes proteicas para alimentação de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Revisão, v.8, n.5, p.40-46, 2013.

FIALHO, E.T. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA, p.232, 2009.

FIALHO, E.T.; BARBOSA, O.; FERREIRA, A.S. *et al.* Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1467-1475, 1992.

FILGUEIRAS, T.M.D. **Uso dos subprodutos do arroz na alimentação de codornas do tipo corte**. 2012, 70p. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W.; BRUNELLI, S. R. *et al.* Torta de girassol na alimentação de frangos de corte. In: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: ABZ, Associação Brasileira de Zootecistas, 2007. CD-ROM.

FORTES, B.D.A. **Avaliação de programas nutricionais com a utilização de enzimas em rações de frangos de corte**. 2010, 50p. (Mestrado em Ciência Animal), Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, 2010.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. V.; NEME, R.; *et al.* Determinação da digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável da semente e do farelo de girassol para frangos de corte. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande, **Anais...**Campo Grande: SBZ, p.1-4, 2004.

FREITAS, E.R., FUENTES, M.F.F., ESPINDOLA, G.B. Efeito da suplementação enzimática em rações à base de milho/farelo de soja sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1103-1109, 2000.

FREITAS, E.R.; LIMA, R.C.; SILVA, R.B.; *et al.* Substituição do farelo de soja pelo farelo de coco em rações contendo farelo da castanha de caju para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p. 1006-1013, 2011.

FREITAS, F.B.; ZANELLA, I.; CARVALHO, A.D. *et al.* Avaliação de complexo multienzimático com níveis de trigo para poedeiras na fase de recria. **Ars Veterinaria**, v.21, n.1, p.001-006, 2005.

FREITAS, G.A. Análise Econômica da Cultura do Girassol no Nordeste. **Informe Rural do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE)**. Ano VI, n.2, Novembro de 2012.

FURLAN, A.C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E. *et al.* Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.158-164, 2001.

GHAZI, S.; ROOKE, J. A.; GALBRAITH, H. Improvement of the nutritive value of soybean meal by protease and α – galactosidase treatment in broiler cockerels and chicks. **British Poultry Science**, London, v. 44, p. 410-418, 2003.

GONZÁLEZ, F.H.D. e SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**, 3ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 32-40, 2017.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. *et al.* Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v.86, p.1705-1715, 2007.

- GONZALEZ-PEREZ, S.; MERCK, K.B.; VEREIJKEN, J.M. *et al.* Isolation and characterization of undenatured chlorogenic acid free sunflower (*Helianthus annuus*) proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.50, n.6, p.1713-1719, 2002.
- HERKELMAN, K. L.; CROMWELL, A. G. Utilization of full fat soybean by swine reviewed. **Feedstuffs**, v.62, n.52 p. 13-22, 1990.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal Applied Poultry Research**, v. 14, p. 38-46, 2005.
- ISOLANI, K.A. e TONIN, J.M. Produção de Biodiesel no Brasil com o advento do selo Combustível Social e os impactos na agricultura familiar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.28, p.157-171, 2013.
- JERACI, J.L.; VAN SOEST, P.J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. **Advances in experimental medicine and biology**, v.270, p.245-263, 1990.
- JUNG, H.G., PEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATIFIELD, R.D. *et al.* (Eds.) Forage cell wall structure and digestibility. Madison: **America Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America**. p.315-46, 1993.
- KALMENDAL, R.; ELWINGER K.; HOLM, L. *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.
- LAUDADIO, V.; CECI, E.; LASTELLA, N.M.B. *et al.* Effect of feeding low-fiber fraction of air-classified sunflower (*Helianthus annuus* L.) meal on laying hen productive performance and egg yolk cholesterol. **Poultry Science**, v.93, p.2864-2869, 2014.
- LAZZAROTTO, J. J., ROESSING, A. C., MELLO, H. C. O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. (Ed). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, p. 15 – 42, 2005.
- LEMME, A.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, p. 423-437, 2004.
- LIMA, H.F.F.; FERNANDES, R.T.V.; OLIVEIRA, M.K. *et al.* Farelo de girassol na alimentação de aves label rouge em crescimento em ambiente equatorial. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.1, p. 56-60, 2013.
- LIMA, M. R.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; *et al.* Enzimas exógenas na alimentação de aves, Revisão. **Acta Veterinaria Basílica**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.
- LINDLEY, M.G. The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v.9, p.336-340, 1998.
- LINS, C.J.C. Biodiesel no Nordeste e no Brasil. v.7, 2010, Recife. **Anais...Recife**. Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, 2010, p.241-255.

LIU, G.; DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Correlated responses to long-term divergent selection for eight-week body weight in chickens: growth, sexual maturity and egg production. **Poultry Science**, v.74, p.1259-1268, 1995.

MANANGI, M.K. e COON, C.K. Evaluation of phytase enzyme with chicks fed basal diets containing different soyabean meal samples. **Journal of Applied Poultry Research**, v.15, p.292-306, 2006.

MANDARINO, J. M. G. Óleo de girassol como alimento funcional. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. (Ed). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, p. 43-49, 2005.

MANTOVANI, C.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E. *et al.* Composição química e valor energético do farelo e da semente de girassol para frangos de corte. **Acta Scientiarum**, v.22, p.745-749, 2000.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasil. Instrução normativa nº 44/15. **Sistema de Legislação Agrícola Federal**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumospecuarios/alimentacao-animal/aditivos>> Acesso em: 12 de Agosto de 2017.

MARIA, C.A.B.e MOREIRA, R.F.A. Métodos para análise de ácido clorogênico. **Química Nova**, v.27, n.4, p.586-592, 2004.

MARSMAN, G. J., H. GRUPPEN, A. F. VAN DER POEL, R. P. *et al.* The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**. v.76, n. 6, p.864-872, 1997.

MARTINEZ, E.; DUVNJAK, Z. Enzymatic degradation of chlorogenic acid using a polyphenol oxidase preparation from the white-rot fungus *Trametes versicolor* ATCC 42530. **Process Biochemistry**, London, v.41, p.1835-1841, 2006.

MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA; L.M. *et al.* Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.269-277, 2000.

MASUCHI, M.H.; CELEGHINI, R.M.S.; GONÇALVES, L.A.G. *et al.* Quantificação de TBHQ (Terc Butil Hidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais. **Química Nova**, v.31, n.5, p.1053-1057, 2008.

MATEOS, G.G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M.P. *et al.* Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v.21, p. 156-174, 2012.

McGUFFEY, R. K.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding value of high oil variety of sunflower as silage to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.63, n.7, p.1109-1113, 1980.

MELO, C.D. **Potencialidade do Nordeste para o setor de biocombustível: Revisão bibliográfica**. 2016. 40p. (Trabalho de Conclusão de Curso em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.

MENG, X.; SLOMINSKI, B.A.; NYACHOTI, C.M. *et al.* Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, v.84, p.37-47, 2005.

MIN, Y.; WANG, Z.; COTO, C. *et al.* Evaluation of Canola Meal from Biodiesel Production as a Feed Ingredient for Broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.10, p.782-785, 2011.

MORAES, F.P. e COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutracêuticos; definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, p.109-122, 2006.

MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SAKAMOTO, M. U. **Fisiologia da digestão e absorção de proteínas em aves**. In: SAKOMURA, N. K. *et al.* Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves. Jaboticabal: UNESP, 2004. CD-ROM.

MUNYAKA, P.M.; NANDHA, N.K.; KIARIE, E. *et al.* Impact of combined β -glucanase and xylanase enzymes on growth performance, nutrients utilization and gut microbiota in broiler chickens fed corn or wheat-based diets. **Poultry Science**, v.95, p.528-540, 2016.

MURAKAMI, A.E.; FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, M.I.; *et al.* Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v.9, n.2, p.165-172, 2007.

NIR, I.; NITSAN, Z.; MAHAGNA, M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. **British Poultry Science**, London, v. 34, p.523-532, 1993.

NUNES, J.C.; PEITER, A.S.; CARVALHO, S.H.V. *et al.* Estudo do processo de produção para o biodiesel de girassol. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 2009. Uberlândia. **Anais[...]** UFAL, 2009.

NUNES, J.K., GENTILINI, F.P., ANCIUTI, M.A. *et al.* Alimentos alternativos ao milho na dieta de aves. **Revista eletrônica nutritime**, v.10, n.04, p.2627-2645, 2013.

OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S.; CAMPOS, J.M.S. **Co-produtos do biodiesel na alimentação de ruminantes**. In: V Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, III Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo ed.Viçosa: UFV, 2010, 1, p.419-462.

OLIVEIRA, D.D.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; *et al.* Desempenho de frangos de corte alimentados com torta de girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.5, p.1979-1990, 2012.

OLIVEIRA, J.P.; ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M. *et al.* Farelo de girassol com suplementação enzimática para frangos de corte. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2007, Santos. **Anais...**Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.45, 2007,

OLIVEIRA, M. C. e MORAES, V. M. B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.3, p.339-357, 2007.

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

OLIVEIRA, M.C.; MARTINS, F.F.; ALMEIDA, C.V. *et al.* Efeito da inclusão de bagaço de girassol na ração sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v.10, n.2, p.107-116, 2003.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F. *et al.* Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.40, n.3, p.628-632, 2010.

PADULA, A.D.; SANTOS, M.S.; FERREIRA, L.; *et al.* The emergence of the biodiesel industry in Brazil: Current figures and future prospects. **Energy Policy**, v.44, p.395-405, 2012.

PALOHEIMO, M.; PIIRONEN, J.; VEHEMAANPERÄ, J. Xylanases and Cellulases as Feed Additives. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. 2.ed, Cap.2, p.12-53, 2011.

PARENTE, Expedito. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, CE, 2003. Disponível em <http://www.xitizap.com/Livro-Biodiesel.pdf>
Acesso em 04 de Maio de 2018.

PEDROSA, M.M.; MUZQUIZ, M.; GARCÍA-VALLEJO, C. *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.

PEREIRA, P.W.Z. **Avaliação do complexo enzimático e betaína natural nas rações de frangos de corte criados em aviário comercial**. 2008. 64p. (Metrado em agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2008.

PINHEIRO, C. C.; REGO, J. C. C.; RAMOS, T. A.; *et al.* Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.984-996, 2008.

PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A. *et al.* Torta de girassol na alimentação de poedeiras semipesadas. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v.34, n.6, supl. 2, p. 3959-3970, 2013.

PRADO, I.N.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. *et al.* Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.278-287, 2000.

RAO, M.B.; TANKSALE, A.M.; GHATGE. *et al.* Molecular and Biotechnological Aspects of Microbial Phytases. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 62, n 3, p. 597-635, 1998.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L.; KONERDAY, E.T. *et al.* Phytases: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Reviews**, v.6, p.125-143, 1995.

RAVINDRAN, V.; MOREL, P. C.; PARTRIDGE, G. *et al.* Influence of an Escherichia coli derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 1, p. 82-89, 2006.

RIBEIRO, J.S.; FASSANI, E.J.; MAKIYAMA, L. *et al.* Suplementação de enzimas amilase, fitase e protease para codornas japonesas em postura. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.72, p.163-169, 2015.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. p.259.

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

SAN JUAN, L. D.e VILLAMIDE, M. J. Nutritional evaluation of sunflower seed and products derived from them. Effect of oil extraction. **British Poultry Science**, London, v. 41, n. 2, p. 182-192, 2000.

SCHEIDELER, S. E.; JARONI, D.; FRONING, G. Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 192-196, 1998.

SCOTTA, B.A.; GOMIDE, A.P.C.; CAMPOS, P.F. *et al.* Utilização de fitase na alimentação de aves e suínos. **PUBVET - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.8, n.2, ed. 251, 2014.

SEERLEY, R. W.; BURDICK, D.; RUSSOM, W. C. *et al.* Sunflower meal as a replacement for soybean meal in growing swine and rats diets. **Journal of Animal Science**, v.38, n.5, p.947-953, 1974.

SELLE, P. H. e V. RAVINDRAN. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animam Feed Science Technology**, v.135, p.1-41, 2007.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. BRYDEN, W.L. *et al.* Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in Poultry: A review. **Journal of Poultry Science**, v.43, n.2, p.89-103, 2006.

SEN, M. e BHATTACHARYYA, D.K. Nutritional quality of sunflower seed protein fraction extracted with isopropanol. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.55, n.3, p.265- 278, 2000.

SENKOYLU, N.; DALE, N. Sunflower meal in poultry diets. **World Poultry Science Journal**, v.55, n.6, p.153-174, 1999.

SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; *et al.* Digestibilidade da torta de girassol para suínos na fase de crescimento. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002, p.219-220. (CD-ROM).

SILVA, D. J.e QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, p.235, 2002.

SILVA, D.L.S. **Utilização do farelo de girassol (*Helianthus annuus L.*) na alimentação de cordeiros confinados**, 2012. 87p. (Mestrado em produção animal). Universidade Federal do Semiárido, Mossoró-RN, 2012.

SILVA, J.V.C. **Avaliação do resíduo de caju na alimentação de codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*): Desempenho, viabilidade econômica e morfometria intestinal**. 2014. 95p. (Dissertação em Produção Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

SILVA, L.M.; GERALDO, A.; FILHO, J.A.V. *et al.* Associação de carboidrase e fitase em dietas valorizadas para poedeiras semipesadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.34, n.3, p.253-258, 2012.

SILVA, R.B.; FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F. *et al.* Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.3, p.269-275, 2008.

STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; FERNANDES, C.M. *et al.* Avaliação do valor nutritivo do farelo de girassol para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v.1, n.2, p.123-126, 2000.

SOUSA, C. C. **Avaliação econômica parcial de dieta com o farelo e a torta de girassol, na alimentação de vacas leiteiras**.2008. 40p. (Mestrado em zootecnia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 2008.

SUCUPIRA, F.S. **Curvas de crescimento e deposição de nutrientes no corpo e nos ossos de frangas de duas linhagens comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na ração de crescimento (7 a 17 semanas de idade)**. 2014. 103p. (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal do Ceará, 2014.

Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos, 3ª edición. Madrid: Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal, 2010. 502p

TAVERNARI, F. C.; CARVALHO, T. A.; ASSIS, A. P. *et al.* Polissacarídeos não amiláceos solúveis na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.5, n.5, p. 673-689, 2008.

TAVERNARI, F.C.; JÚNIOR, V.R.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.172-177, 2010.

VAN SOEST, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2^a ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994, 476p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B-V.; LUDKE, M.C.M.M. *et al.* Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.3, p.267-275, 2007.

WAITITU, S.M.; SANJAYAN, N.; HOSSAIN, M.M. *et al.* Improvement of the nutritional value of high-protein sunflower meal for broiler chickens using multi-enzyme mixtures. **Poultry Science**, v.97, n.4, p.1245-1252, 2018.

WEISS, E. A. Oilseed crops. 1^a ed. London: Longman. cap. 11 – **Oilseed processing and products**, 1983, p.528-596.

WILLIAMS, P. E. V.; GERAERT, P. A.; UZU, G. *et al.* Factors affecting non-starch polysaccharide digestibility in poultry. In: MORAND-FEHR, P. (ed.). Feed manufacturing in Southern Europe: New challenges. Zaragoza: **CIHEAM-Cahiers Options Méditerranéennes**, n.26, p.125-134, 2009.



Universidade Federal do Ceará
 Comissão de Ética em Uso de Animais – CEUA
 Rua: Coronel Nunes de Melo, 1127 Rodolfo Teófilo
 Cep: 60430-270 Fortaleza-CE

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "**TORNA DE GIRASSOL ASSOCIADA A DIFERENTES COMPLEXOS ENZIMÁTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS DE DIFERENTES LINHAGENS NAS FASES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**", protocolo nº66/2017, sob responsabilidade do Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de nº8 de outubro de 2008, do Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFC) da Universidade Federal do Ceará, em reunião em 21 de setembro de 2017.

Vigência do projeto	15/09/2017 a 25/03/2018
Espécie/Linhagem	Ave - Galinhas poedeiras hy line W-36 e hy line brown
Nº de Animais	1020
Peso/Idade	451g - 7 a 35 semanas
Sexo	-
Origem	Depto. Zootecnia-Nutrição de animais