



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DÁSSIA DAIANE DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA TORTA DE GIRASSOL E DA GLICERINA
PURA EM FRANGOS DE CORTE:
EFEITOS NO DESEMPENHO, QUALIDADE DA CARNE E
PARÂMETROS SANGUÍNEOS**

DÁSSIA DAIANE DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA TORTA DE GIRASSOL E DA GLICERINA
PURA EM FRANGOS DE CORTE:
EFEITOS NO DESEMPENHO, QUALIDADE DA CARNE E
PARÂMETROS SANGUÍNEOS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (área de concentração em Produção Animal).

Orientador: Prof. Dr. João Waine Pinheiro

Londrina
2011

Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O48a Oliveira, Dássia Daiane de
Avaliação da torta de girassol e da glicerina pura em frangos de
corte : efeitos no desempenho, qualidade da carne e parâmetros
sanguíneos / Dássia Daiane de Oliveira. – Londrina, 2011.109 f..

Orientador: Pinheiro, João Waine.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal, 2011.

Inclui bibliografia

1. Alimento alternativo. 2. Biodiesel. 3. Digestibilidade. 4. Energia
metabolizável. 5. Nutrição. 6. Rendimento de carcaça. I. Pinheiro, João
Waine. II. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636.5

DÁSSIA DAIANE DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA TORTA DE GIRASSOL E DA GLICERINA PURA EM
FRANGOS DE CORTE: EFEITOS NO DESEMPENHO, QUALIDADE
DA CARNE E PARÂMETROS SANGUÍNEOS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (área de concentração em Produção Animal).

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr. Alice Eiko Murakami
UEM – Maringá – Pr

Prof^a. Dr. Nilva Aparecida Nicolao Fonseca
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. João Waine Pinheiro
UEL – Londrina – PR
(Orientador)

Londrina, 05 de abril de 2011

Aos meus queridos pais, Érica e Aparecido,
por todo o amor e carinho recebidos durante
toda a minha vida, e por estarem sempre ao
meu lado me apoiando nas minhas escolhas.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu fiel pastor, que sempre me ampara e me ensina os caminhos que eu devo seguir, me guardando e me amando incondicionalmente.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Waine Pinheiro, meu sincero agradecimento por todos os conhecimentos repassados, por ter me auxiliado e me incentivado sempre, pela paciência e pelo exemplo de dedicação.

À Prof^a Dr. Nilva Ap. Nicolao Fonseca, a quem muito estimo, obrigada pelo apoio, incentivo e carinho e pela pronta disposição em me ajudar sempre que precisei.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pelo aprendizado durante o curso, em especial à Prof^a Dr. Ana Maria Bridi, Prof^o Dr. Alexandre Oba, Prof^o Dr. José Antonio Fregonesi e Prof. Dr. Filipe Castro, pelo apoio e incentivo.

À pesquisadora do IAPAR, Ana Maria Meneguim, pelo carinho, conselhos, apoio e incentivo para realização desta etapa da minha vida.

À técnica do Laboratório de Nutrição Animal, Tânia Sedemaka, pela amizade, apoio e bom humor, que tornaram meus dias de análises laboratoriais mais animados.

Às secretárias Sandra e Helenice, pela atenção, disposição e simpatia dispensadas.

Às alunas de iniciação científica, Evelyn, Danielle, Aliny e Camila, meus agradecimentos por todo o apoio na condução dos experimentos, pela dedicação, sem a qual não seria possível executar o projeto de pesquisa.

A todos os estagiários que colaboraram para a realização dos experimentos, Bruno, Dagiale, Júlio, Ana Carla, Marcelle, Mariana, Juliana, Stephane, Paula, Rafaela, Karina, Thiago, Murilo e Francisco, meus agradecimentos pela colaboração.

Ao zootecnista Endrigo, pela amizade, brincadeiras e apoio na condução dos experimentos.

À minha amiga Aline Alves da Silva, pela amizade, companheirismo e apoio.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram em alguma fase de produção deste trabalho, especialmente, Lara, Maurício, Aline, Cibele, Francielle, Alessandro, Maura e Silas.

Aos funcionários da Fazenda Escola, em especial ao Sr. Pedro, pelo apoio e prestatividade, me ajudando a resolver os “probleminhas” durante a criação das aves.

Aos funcionários e responsáveis pelo Laboratório do TAM, pelo auxílio disponibilizado em determinadas análises.

Aos funcionários e responsáveis pelo Laboratório de Patologia, especialmente, Prof^ª. Dr. Mara, Evandro e Niara, pelo auxílio nas análises sanguíneas.

À Universidade Estadual de Londrina, pela oportunidade de realizar mais uma etapa da minha formação acadêmica.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos durante o período de pesquisa.

À Fundação Araucária, pelo financiamento da pesquisa.

À minha grande amiga, Lina Noro, pela amizade, carinho e apoio nas horas alegres e difíceis. Mesmo distante você sempre está presente no meu coração.

Ao meu irmão, cunhada, sobrinhos e familiares que sempre me apoiaram e torceram por mim, agradeço pelo carinho, incentivo e que vocês dividam comigo a alegria desta conquista.

A todas as pessoas que estiveram ao meu lado nesta caminhada agradeço pelo apoio.

Meu sincero agradecimento a todos!

*“A sabedoria é cousa principal: adquiere,
pois a sabedoria; sim, com tudo o que
possuis adquiere o conhecimento.”*

*“Sobretudo o que se deve guardar,
guarda o teu coração, porque dele
procedem as saídas da vida.”*

(Provérbios 4: 7;23)

*A grandeza da vida não consiste em
receber honras, mas em merecê-las!*

(Aristóteles)

OLIVEIRA, Dássia Daiane de. **Avaliação da torta de girassol e da glicerina pura em frangos de corte**: efeitos no desempenho, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos. 2011. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

Foram realizados quatro experimentos com frangos de corte com objetivo de avaliar os efeitos da inclusão da torta de girassol (TG) ou da glicerina pura (GLI) na ração, sobre o desempenho, rendimento de carcaça, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos, bem como definir os valores nutricionais desses ingredientes. No primeiro experimento, observou-se que os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EE, FB e a EMAn da TG foram, com base na MN, 46,18; 60,70; 81,53 e 6,42% e 2.800 kcal/kg, respectivamente. No segundo experimento, de desempenho, no qual foram utilizados 420 frangos, submetidos a sete tratamentos, sendo uma ração testemunha (0% TG) e a combinação de três níveis de inclusão de TG na ração (6, 12 e 18%) e duas idades de início do seu fornecimento, 20 (Id.1) ou 34 (Id.2) dias, observou-se efeitos quadráticos para consumo de ração e ganho de peso (pontos de máximo: 9,6 e 12,3%, respectivamente) e linear decrescente para a conversão alimentar para Id.1. Para Id.2 observou-se somente efeito linear decrescente para rendimento de coxa e sobrecoxa. Os parâmetros hemoglobina, eosinófilos e triglicérides apresentaram efeitos quadráticos para os níveis de inclusão da TG. Considerando-se a conversão alimentar a TG pode compor 18% das rações dos frangos de corte, a partir dos 20 ou 34 dias de idade. No experimento 3, de metabolismo com GLI, observou-se que o seu teor de EMAn foi de 3.911 kcal/kg, na matéria natural. O quarto experimento foi conduzido com 480 pintinhos com 6 dias de idade, submetidos a dez tratamentos experimentais que consistiram em uma ração testemunha (0% GLI) e da combinação de três níveis de GLI na ração (4, 8 e 12%) e três idades de início do seu fornecimento, 6 (Id.1), 20 (Id.2) ou 34 (Id.3) dias. Foi observado que a inclusão de GLI a partir da Id.1 afetou somente a conversão alimentar, que apresentou resposta quadrática (ponto de mínimo: 3,0%). Para o fornecimento a partir da Id.2 os parâmetros de desempenho e de carcaça não foram afetados pelos níveis de GLI. Para a Id.3, foram observados efeitos quadráticos para consumo de ração, ganho de peso e rendimento de carcaça (pontos de máximo: 5,1; 4,6 e 6,4%, respectivamente), e linear decrescente para o rendimento de coxa e sobrecoxa. Independente da idade, os parâmetros de qualidade da carne não foram influenciados pelos níveis de GLI na ração, exceto a capacidade de retenção de água que teve efeito linear decrescente para os níveis de GLI fornecidos a partir da Id.1. Observou-se efeitos lineares crescentes dos níveis de GLI sobre os parâmetros hemoglobina e proteínas plasmáticas. Considerando a conversão alimentar a GLI pode ser incluída nas rações dos frangos de corte em 3% a partir dos 6 dias e 12% a partir dos 20 ou 34 dias de idade.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Biodiesel. Digestibilidade. Energia metabolizável. Nutrição. Rendimento de carcaça.

OLIVEIRA, Dássia Daiane de. **Avaliação da torta de girassol e da glicerina pura em frangos de corte**: efeitos no desempenho, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos. 2011. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

Four experiments aiming to evaluate the effects of inclusion of sunflower cake (TG) or pure glycerin (GLY) in the diet on performance, carcass, meat quality and blood parameters were carried out. Also, the nutritional values of these ingredients were evaluated. In experiment 1, we observed that the digestibility of DM, CP, EE, CF and AME n of TG were, based on the MN, 46.18, 60.70, 81.53 and 6.42% and 2,800 kcal / kg, respectively. In experiment 2, performance, where 420 chickens were used, assigned to seven treatments, being a control diet (0% TG) and the combination of three levels of dietary inclusion of TG (6, 12 and 18%) and two ages starting at first feeding, 20 (A1) or 34 (A2) days, there was a quadratic effect on feed intake and weight gain (maximum points: 9.6 and 12.3% respectively) and linear decrease in feed conversion for A1. To A2 only linearly decreasing the yield of thigh and drumstick were observed. The parameters hemoglobin, eosinophils, and triglycerides showed a quadratic effect for the inclusion of TG levels. Considering that feed conversion to TG can compose 18% of the diets of broilers from 20 or 34 days. In Experiment 3 a metabolism with GLI, that the content of AMEn was 3911 kcal / kg, as fed. In Experiment 4, four hundred and eighth chicks aging 6 days old, were assigned to ten experimental treatments consisted of a control diet (0% GLI) and the combination of three levels of GLI in the diet (4, 8 and 12%) and three ages at first feeding, 6 (A1), 20 (A2) or 34 (A3) days. It was observed that the inclusion of GLI from the A1 affected only the feed conversion that quadratic effect (minimum point: 3.0%). For the feeding at A2 the performance parameters and carcass were not affected by the levels of GLI. At A3, quadratic effects were observed for feed intake; weight gain and carcass yield (maximum points: 5.1, 4.6 and 6.4% respectively) and decreased linearly to yield thigh and drumstick. Regardless of age, the meat quality parameters were not influenced by the levels of GLI in the diet, except the ability to retain water, which had negative linear effects on the levels of GLI supplied from A1. A linear effect of increasing levels of GLI on the parameters hemoglobin and plasma proteins was observed. In conclusion, considering that feed conversion, the GLI can be included in the diets of broilers at 3% after 6 days and 12% from 20 or 34 days.

Keywords: Alternative feed. Biodiesel. Carcass yield. Digestibility. Metabolizable Energy. Nutrition.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- Figura 1** – Produção anual brasileira de biodiesel de 2006 a 2010.....20
- Figura 2** – Estrutura molecular do glicerol.....27
- Figura 3** – Fluxograma da produção de biodiesel pelo processo de transesterificação28
- Figura 4** – Reação geral de transesterificação de triglicerídeos com metanol e hidróxido de sódio29
- Figura 5** – Esquema da gliconeogênese a partir do glicerol.....32
- Figura 6** – Esquema da glicólise a partir do glicerol33
- Figura 7** – Conversão do glicerol a gliceraldeído 3- fosfato, intermediário das vias metabólicas, glicólise e gliconeogênese33

ARTIGO 1

- Figura 1** – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com torta de girassol a partir de 20 dias de idade.....61
- Figura 2** – Rendimento de moela (RM) de frangos de corte alimentados com torta de girassol a partir de 20 e 34 dias de idade.....66
- Figura 3** – Rendimento de coxa e sobrecoxa (RCS) de frangos de corte alimentados com torta de girassol a partir de 34 dias de idade.....67

ARTIGO 2

- Figura 1** – Conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 6 dias de idade88
- Figura 2** – Consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP) de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 34 dias de idade.....89
- Figura 3** – Rendimento de carcaça (RC) de frangos de corte em função da idade de início de consumo de glicerina pura91
- Figura 4** – Rendimento de carcaça (RC) e de coxa e sobrecoxa (RCS) de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 34 dias de idade92

Figura 5 – Capacidade de retenção de água (CRA) da carne de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 6 dias de idade.....94

LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1 – Composição bromatológica da torta de girassol (TG)22

ARTIGO 1

Tabela 1 – Composição percentual calculada da ração referência52

Tabela 2 – Composição percentual calculada das rações experimentais dos 20 aos 33 e dos 34 aos 42 dias de idade55

Tabela 3 – Composição bromatológica, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e da fibra bruta (CDFB) e valores energéticos da torta de girassol, com base na matéria natural.....57

Tabela 4 – Valores médios dos parâmetros de desempenho de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com ou sem torta de girassol (TG) a partir dos 20 ou 34 dias60

Tabela 5 – Valores médios de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte, aos 43 dias de idade, alimentados com ou sem torta de girassol (TG) a partir dos 20 ou 34 dias65

Tabela 6 – Valores médios dos parâmetros de qualidade da carne do filé de peito de frangos de corte, 24 h após o abate, alimentados com ou sem torta de girassol (TG) a partir dos 20 ou 34 dias de idade.....68

Tabela 7 – Valores médios dos parâmetros hematológicos e bioquímicos obtidos com frangos de corte alimentados com níveis crescentes de torta de girassol.....69

ARTIGO 2

Tabela 1 – Composição percentual calculada da ração referência80

Tabela 2 – Composição percentual calculada das rações experimentais para cada fase de desenvolvimento dos frangos de corte83

Tabela 3 – Valores médios dos parâmetros de desempenho de frangos de corte, aos 41 dias de idade, alimentados com ou sem glicerina pura (GLI) a partir dos 6, 20 ou 34 dias.....87

Tabela 4 – Valores médios de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com ou sem glicerina pura (GLI) a partir dos 6, 20 ou 34 dias.....	90
Tabela 5 – Valores médios dos parâmetros de qualidade da carne do filé de peito de frangos de corte, 24 h após o abate, alimentados com ou sem glicerina pura (GLI) a partir dos 6, 20 ou 34 dias de idade	93
Tabela 6 – Valores médios dos parâmetros hematológicos e glicose, obtidos com frangos de corte alimentados com níveis crescentes de glicerina pura.....	95

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 PRODUÇÃO DE BIODIESEL	19
2.2 TORTA DE GIRASSOL.....	21
2.2.1 Processamento e Obtenção	21
2.2.2 Composição Nutricional.....	22
2.2.3 Uso de Subprodutos do Girassol na Alimentação de Frangos de Corte	24
2.3 GLICERINA	26
2.3.1 Produção Nacional	26
2.3.2 Características.....	27
2.3.3 Processamento e Obtenção	28
2.3.4 Limitações de Uso da Glicerina Bruta	30
2.3.5 Metabolismo do Glicerol	31
2.3.6 Valores Energéticos	34
2.3.7 Uso da Glicerina na Alimentação de Frangos de Corte e Poedeiras	36
3 OBJETIVOS	39
3.1 OBJETIVO GERAL.....	39
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	41
ARTIGO 1 – DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM TORTA DE GIRASSOL	47
ARTIGO 2 – DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM GLICERINA PURA	75

APÊNDICES	99
APÊNDICE A.....	100
APÊNDICE B.....	101
APÊNDICE C	102
APÊNDICE D	103
APÊNDICE E.....	104
APÊNDICE F	105
APÊNDICE G	106
APÊNDICE H	107
APÊNDICE I.....	108
APÊNDICE J	109

1 INTRODUÇÃO

Os sucessivos aumentos do preço do petróleo e as crescentes preocupações ambientais despertaram o interesse de muitos países para a utilização de combustíveis alternativos, como forma de ampliar e diversificar a oferta de fontes energéticas, que sejam produzidas a partir de fontes renováveis, de forma ambientalmente correta e sustentável. Dentre os combustíveis alternativos, o biodiesel vem ganhando um grande destaque nos últimos anos, podendo ser produzido a partir de óleos ou gorduras vegetais e animais. Seguindo essa tendência, o Brasil, com sua extensão territorial e diversidade climática, apresenta potencial para a produção de diferentes espécies oleaginosas para a produção deste biocombustível, com destaque para os grãos de algodão, amendoim, dendê, girassol, mamona, pinhão manso e soja (SEBRAE, 2007).

Estudos recentes apontam o girassol como uma das mais promissoras oleaginosas para a produção do biodiesel, assim a adesão dos produtores a esta planta vem gradativamente aumentando (EMBRAPA, 2010). Com uma produtividade entre 1,5 a 2 toneladas por hectare e teor de óleo oscilando entre 28 e 48%, dependendo do solo, do clima e do tipo de adubação usada, esta oleaginosa rende de 500 a 900 quilos de óleo por hectare contra 200 a 400 quilos obtidos com a soja (SEBRAE, 2007).

Porém, a utilização desta fonte de matéria prima para a produção de biodiesel deverá considerar alguns aspectos, entre os quais o aproveitamento dos subprodutos gerados, como a torta e a glicerina.

A torta de girassol é a massa obtida do processo de prensagem a frio dos grãos, por meio de prensas mecânicas, para obtenção do óleo bruto. Já a glicerina é resultante da reação de transesterificação de óleo bruto ou gordura vegetais e animais para a produção de biodiesel. Ambas consistem em recursos alimentares ainda pouco explorados, principalmente em rações para aves. Vale ressaltar que a glicerina proveniente da produção de biodiesel não é pura, tendo resíduos do processo, como catalisadores, água, álcool e sais, sendo então denominada de glicerina bruta. O seu valor energético depende da concentração de glicerol presente (AIMARETTI et al., 2008).

A torta de girassol se apresenta como um alimento energético, com nível protéico intermediário e alto teor de fibra (SILVA et al., 2002). A sua concentração de proteína está próxima a 22% e a energia metabolizável aparente (EMA), determinada para frangos de corte, foi de 2.928 kcal/kg (FONSECA et al., 2007a). Entretanto, sua inclusão na dieta de frangos de corte é limitada principalmente pela alta concentração de fibra (JACOB et al., 1996; ANTOSZKIEWICZ; TYWONCZUC; MATUSEVICIUS, 2004).

A glicerina, por sua vez, vem despontando como uma fonte energética promissora, altamente metabolizável pelas aves (DOZIER et al., 2008). A energia bruta da glicerina pura é de 4.320 kcal/kg (MENTEN; PEREIRA; RACANICCI, 2008). Dozier et al. (2008) estimaram a EMAn da glicerina bruta em 3.434 kcal/kg para frangos de corte, valor que se aproximou da sua energia bruta que foi de 3.625 kcal/kg.

É conveniente salientar que as variações que ocorrem na composição bromatológica e no valor energético dos alimentos são mais evidentes nos subprodutos, pois a obtenção destes nem sempre é padronizada. Portanto, as suas avaliações nutricionais são de fundamental importância para que se possa formular rações nutricionalmente viáveis, que atendam as exigências das aves e possibilitem às mesmas expressar todo o seu potencial genético.

Alguns estudos foram realizados com o intuito de avaliar a inclusão da torta de girassol (FONSECA et al., 2007b; SCERBO et al., 2009) e da glicerina pura ou bruta na alimentação de frangos de corte (SIMON; BERGNER; SCHWABE, 1996; CERRATE et al., 2006; MENTEN; PEREIRA; RACANICCI, 2008; GIANFELICI, 2009; GUERRA, 2010).

Segundo Fonseca et al. (2007b), com frangos na fase de terminação, e Scerbo et al. (2009) com frangos na fase de crescimento, a torta de girassol pode ser incluída em até 12% nas rações, sem causar efeitos deletérios sobre o seu desempenho.

Em relação à glicerina, os estudos têm mostrado que pode ser uma fonte de energia eficiente nas dietas de aves e suínos (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008; LAMMERS et al., 2008). Com frangos de corte, verificou-se que o seu nível máximo de inclusão nas dietas está abaixo dos 10%, para que não haja comprometimento do desempenho (CERRATE et al., 2006; GUERRA, 2010).

É interessante destacar que a utilização desses alimentos alternativos na alimentação de frangos de corte deve ser avaliada não somente com base nos parâmetros de desempenho, visto que, outros critérios importantes, como rendimento e qualidade de cortes e carne da carcaça, têm sido adotados pela indústria avícola. A importância dessas características varia de acordo com a empresa, o tipo de produto comercializado e o mercado ao qual o produto se destina, e cada vez mais ganham espaço como critérios de avaliação, sendo cruciais para a indústria avícola atender as exigências dos diversos mercados consumidores (SANTOS et al., 2008).

Como visto, a literatura possui poucos estudos sobre os efeitos da torta de girassol e da glicerina no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. Portanto, há a necessidade de mais investigações, em busca de maior conhecimento sobre estes subprodutos e conseqüente possibilidade de seus usos na alimentação destas aves.

Assim, cientes do potencial da torta de girassol e da glicerina para substituição do milho nas rações, foi desenvolvido uma série de experimentos visando definir o valor nutricional dos mesmos, bem como determinar os níveis ótimos de inclusão na ração de frangos de corte, em suas diferentes fases de desenvolvimento, considerando aspectos de desempenho zootécnico e qualidade da carne.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Os crescentes aumentos no preço do petróleo e as preocupações ambientais, principalmente com relação ao efeito estufa, despertaram o interesse nos combustíveis alternativos. O Brasil, com sua extensão territorial e diversidade climática, se caracteriza como grande produtor de espécies vegetais, que são fontes substitutivas de energia aos combustíveis fósseis (SEBRAE, 2007).

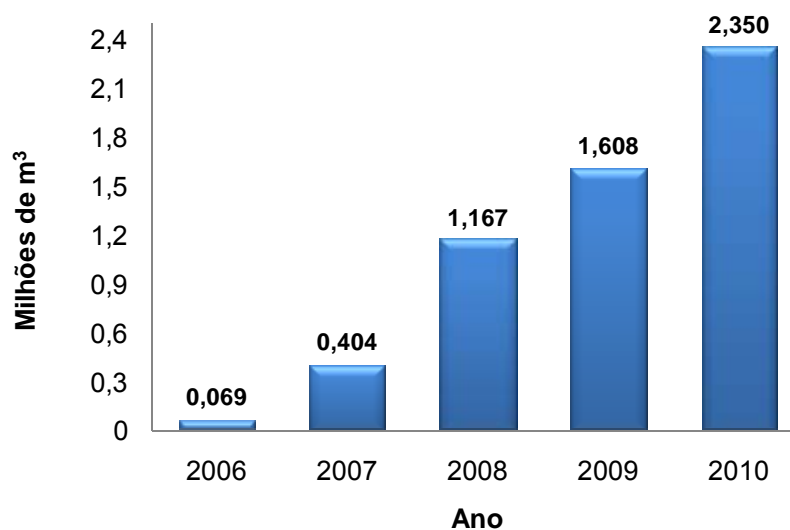
Dentre estas fontes de energia, o biodiesel tem ganhado notoriedade, se apresentando como um biocombustível ambientalmente correto, devido ao fato de ser biodegradável, não tóxico, possuir baixos níveis de emissões e de se originar de fontes renováveis, como óleos e gorduras vegetais e animais.

A produção de biodiesel no Brasil apresenta-se em franco desenvolvimento, desde que a Lei nº 11.097, publicada em janeiro de 2005, introduziu o seu uso na matriz energética nacional. Sendo que a sua produção e uso propiciam o desenvolvimento de uma fonte energética sustentável sob os aspectos ambiental, econômico e social (ANP, 2011).

Em conformidade com a resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a partir de 2010 o óleo diesel comercializado em todo o Brasil deveria conter 5% de biodiesel, devendo atingir 20% no ano de 2020. Esta contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel demonstra o sucesso do programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e no uso em longa escala de biocombustíveis (ANP, 2011).

O Brasil já está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo. A produção anual em 2009 foi de 1,6 bilhões de litros (Figura 1) e em 2010 foram produzidos mais de 2,3 bilhões de litros (ANP, 2011).

O girassol (*Helianthus annuus L.*) se apresenta como uma das mais promissoras oleaginosas para a produção de biodiesel, caracterizada por ser uma cultura de fácil trato, alto rendimento de produção e de ciclo agrícola curto, de apenas 100 dias, além de apresentar alto teor de óleo nos seus grãos (EMBRAPA, 2010).

Figura 1 – Produção anual brasileira de biodiesel de 2006 a 2010.

Fonte: ANP, 2011.

A sua produtividade está entre 1,5 a 2 toneladas por hectare e seu teor de óleo pode variar de 28 a 48%, dependendo do solo, do clima e do tipo de adubação utilizada, rendendo portanto, de 500 a 900 quilos de óleo por hectare, contra 200 a 400 quilos, obtidos com a soja (SEBRAE, 2007).

Na safra de 2009/2010 a área plantada de girassol foi estimada em 71 mil hectares, sendo colhidas 80,6 mil toneladas de grãos, sendo a região centro-sul a maior produtora, respondendo por 98,9% da produção nacional nesta safra (CONAB, 2010).

Pighinelli (2010) estudando grãos produtores de óleos vegetais (soja, amendoim, algodão e girassol) para produção de biodiesel, verificou que o girassol apresentou-se como a melhor opção. O seu óleo, além de apresentar bom rendimento, também se caracterizou pela facilidade de transesterificação e purificação, sem exigir aquecimento, sendo que a torta produzida no processo não é tóxica, podendo ser usada como adubo ou ração, e seu aproveitamento pode inclusive minimizar o custo de produção do biodiesel. Caracteriza-se também pelo seu cultivo versátil, sendo aplicado em diversos tipos de solo e clima, com manejo simples e agindo como renovador do solo.

É importante destacar que o cultivo do girassol para a produção de biodiesel, além de todas as vantagens já citadas, proporciona a geração de empregos no campo, constituindo uma fonte alternativa de renda, principalmente

para a agricultura familiar (EMBRAPA, 2010). Isso se deve à facilidade de associação dessa cultura a outras atividades (como por exemplo, a criação de abelhas) e da obtenção do óleo bruto através de simples extração mecânica.

Além das vantagens da utilização do grão de girassol para a produção de biodiesel, outro aspecto relevante que deve ser levado em consideração é o aproveitamento dos subprodutos gerados, como a torta de girassol e o glicerol (glicerina).

2.2 TORTA DE GIRASSOL

2.2.1 Processamento e Obtenção

A torta de girassol é a massa obtida do processo de prensagem a frio dos grãos de girassol, por meio de prensas mecânicas, para a obtenção do óleo bruto.

A diferença entre o farelo e a torta de girassol reside basicamente no processamento do grão. Enquanto a torta resulta de um processo de prensagem mecânica do grão com casca para a extração de óleo, o farelo é decorrente de uma extração de maior eficiência através do uso da prensa mecânica e de solventes (hexanos), em escala industrial (SILVA; PINHEIRO, 2005).

Devido ao alto teor de óleo residual presente, a torta de girassol se caracteriza como subproduto a ser aproveitado na alimentação animal.

No processo de prensagem do grão a frio consegue-se extrair, em média, um terço do seu peso total em óleo, sendo o restante constituído pela torta. Segundo San Juan e Villamide (2000), a prensagem mecânica de 1000 g de grãos de girassol a 80°C, gera 660 g de “extrato prensado de semente de girassol”.

O rendimento da torta varia de acordo com a cultivar de girassol e dos grãos utilizados, devido às variações no teor de óleo neles contido.

De acordo com Aguiar (2001) a torta resultante da prensagem do grão de girassol com casca apresenta altos teores de proteína, extrato etéreo, cálcio, fósforo e fibra.

2.2.2 Composição Nutricional

Quando se propõe estudar a viabilidade de utilização de um alimento para aves é fundamental que se conheça a sua composição bromatológica, a digestibilidade dos seus componentes e o seu valor energético.

A composição bromatológica da torta de girassol foi determinada por diversos autores (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição bromatológica da torta de girassol (TG).

Autores	Composição bromatológica da TG (%)						
	MS	PB	EE	FB	FDN	FDA	MM
Pinheiro et al. (2007) ¹	93,52	21,58	26,55	18,28	36,58	26,26	4,17
Fonseca et al. (2007a) ¹	91,10	22,64	28,04	19,34	-	-	4,25
Neiva Junior et al. (2007) ²	93,28	31,26	21,60	-	48,35	35,05	4,98
Senkoylu e Dale (2006) ¹	90,20	32,30	18,78	11,54	-	-	6,29
Antoszkiewicz, Tywonzuc e Matusevicius (2004) ²	95,32	27,54	15,05	25,15	35,85	29,06	5,92
Silva et al. (2002) ¹	92,43	22,19	22,15	23,28	-	-	4,68
San Juan e Villamide (2000) ²	-	27,01	20,18	21,00	34,18	23,70	5,67

¹ Dados com base na matéria natural; ² Dados com base na matéria seca; MS - matéria seca; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FB - fibra bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; MM - matéria mineral.

É importante destacar que a grande variação no valor nutricional da torta é devida, principalmente, à variedade genética do girassol, à posição do grão no capítulo e ao tipo e regulagem de prensa utilizada no processamento (OLIVEIRA et al., 2007).

Vale ressaltar que, devido ao seu alto teor de gordura, intermediário entre o grão e o farelo, a torta pode ser uma boa fonte de energia para a alimentação animal, sendo que, o seu grau de remoção determinará a sua concentração de proteína e o seu valor nutritivo (ANTOSZKIEWICZ; TYWONCZUC; MATUSEVICIUS, 2004).

San Juan e Villamide (2000), trabalhando com galos, estabeleceram que o valor energético da torta de girassol, com base na matéria seca, foi de 2.694

kcal/kg de EMAn para a inclusão de 20% na ração. Por outro lado, Senkoylu e Dale (2006), determinaram a EMAn de um farelo de girassol com alta concentração de óleo como sendo de 3.297 kcal/kg de MS.

Fonseca et al. (2007a), em um experimento utilizando o método de coleta total de excretas com pintos de corte de 20 dias de idade, determinaram que a torta de girassol continha 2.928 kcal de EMAn/kg de MN. Também para frangos de corte, Pinheiro et al. (2007) definiram para a torta de girassol a concentração de 3.115 kcal EMAn /kg de MN e os coeficientes de metabolização da matéria seca, da energia bruta, da proteína bruta, do extrato etéreo, da fibra bruta, da FDN e da FDA como sendo 47,18%, 56,58%, 57,57%, 81,59%, 17,34%, 22,53% e 19,55%, respectivamente.

Diante do exposto é possível verificar que a torta de girassol possui teores de energia metabolizável aparente corrigida intermediários entre o da semente (4.815 kcal/kg MN) e o do farelo de girassol (1.459 kcal/kg MN), determinados por Mantovani et al. (2000). Outros autores estudando farelos e grãos de girassol encontraram valores de energia metabolizável que variaram de 1.524 a 1.983 kcalEMAn/kg (STRINGHINI et al., 2000; TAVERNARI et al., 2010) e 3.869 a 5.162 kcal/kg (SAN JUAN; VILLAMIDE, 2000; SELVARAJ; PURUSHOTHAMAN, 2004), respectivamente.

O principal fator limitante da utilização da torta na alimentação de monogástricos é o seu alto teor de fibras (JACOB et al., 1996; ANTOSZKIEWICZ; TYWONCZUC; MATUSEVICIUS, 2004).

De acordo com Carrão-Panizzi e Mandarino (2005) a qualidade nutricional da torta de girassol, com relação ao seu conteúdo de energia, fibras e proteínas, é afetada pelas operações inerentes ao seu processamento. Afirmaram que a concentração de fibras é o que apresenta maior variação, sendo necessário um processo de descascamento dos grãos, para se obter um produto de melhor qualidade nutricional.

Segundo Antoszkiewicz, Tywonzuc e Matusevicius (2004) a torta de girassol apresenta uma composição de aminoácidos similar ao farelo de soja, sendo deficiente em lisina e tendo teores satisfatórios dos aminoácidos sulfurados metionina e cistina. A limitação da lisina na torta de girassol pode ser menor do que a encontrada no farelo, pois no seu processo de obtenção não são utilizadas temperaturas altas como na extração por solventes (COSTA et al., 2005). De acordo

com Herkelman e Cromwell (1990), citado por Costa et al. (2005), sob altas temperaturas, decorrentes do processamento para obtenção do farelo, o grupo épsilon da lisina se liga a um carboidrato, tornando o aminoácido mais indisponível. O efeito da temperatura elevada também foi verificado por Seerley et al. (1974), que relataram que a temperatura de 127°C influenciou negativamente no conteúdo de lisina, arginina, treonina e fenilalanina do farelo de girassol.

A torta de girassol também se caracteriza por apresentar baixo teor de cálcio e altos níveis de fósforo, sódio, cobre e zinco, indicando ser boa fonte destes microelementos (ANTOSZKIEWICZ; TYWONCZUC; MATUSEVICIUS, 2004).

Vale lembrar que o grão de girassol apresenta como fatores antinutricionais a arginase e o inibidor de tripsina, que segundo Roy e Bhat (1974), citados por Carrão-Panizzi e Mandarino (2005), apresenta atividade inibitória extremamente baixa. O ácido clorogênico também presente no grão, não é considerado um composto tóxico.

2.2.3 Uso de Subprodutos do Girassol na Alimentação de Frangos de Corte

Estudos referentes à utilização da torta de girassol na alimentação de frangos de corte são limitados, porém alguns autores realizaram trabalhos visando viabilizar o uso deste co-produto na alimentação destas aves.

Fonseca et al. (2007b) verificaram que os níveis crescentes de torta de girassol na ração (0, 3, 6, 9 e 12%) causaram efeitos lineares deletérios no ganho de peso e na conversão alimentar dos frangos de corte dos 14 aos 35 dias de idade, o que atribuíram ao seu teor de fibra. Porém estes efeitos desapareceram na fase final, dos 35 aos 42 dias de idade, evidenciando a possibilidade da inclusão de alimentos fibrosos na ração de frangos na fase de acabamento. Os autores observaram também que a inclusão da torta, nos diferentes níveis, penalizou os rendimentos de carcaça e cortes.

O desempenho de frangos de corte alimentados a partir dos 25 dias de idade com níveis crescentes de torta de girassol (0, 4, 8 e 12%) na ração foi estudado por Scerbo et al. (2009) que observaram a possibilidade da sua inclusão em até 12%, sem comprometimento do desempenho dos animais.

Jacob et al. (1996), avaliando a substituição parcial do farelo de soja em 30% pela torta de girassol (30,5% PB, 12,2% EE e 25,7% FB) não observaram efeito sobre a taxa de crescimento e eficiência alimentar dos frangos de corte.

Com relação aos grãos e ao farelo de girassol, diversos estudos foram realizados para avaliar as suas inclusões nas rações de frangos, sendo obtidos resultados variáveis, porém a maior parte atribui como fator primordial para a limitação de uso, o alto teor de fibra presente.

De acordo com Rodriguez et al. (1998) grãos de girassol podem ser utilizados em até 24% na dieta de frangos de corte sem afetar negativamente o consumo de ração, o ganho de peso e a eficiência alimentar. Semelhantemente, Selvaraj e Purushothaman (2004) constataram que sementes de girassol podem ser incluídas em até 20% nas dietas de frangos de corte sem afetar o desempenho e o rendimento de carcaça, porém a porcentagem de gordura abdominal aumentou, devido ao maior teor de extrato etéreo e conteúdo de gordura da dieta.

Níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja por farelo de girassol foram estudados por Furlan et al. (2001). Os autores concluíram que em rações isoenergéticas e isoaminoacídicas (metionina-cistina e lisina) a proteína do farelo de soja pode ser substituída em até 30% pela proteína do farelo de girassol, o que corresponde a cerca de 15% de inclusão do produto na ração dos frangos de corte.

Pinheiro et al. (2002) não encontraram diferenças para o consumo ração, ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte, no período de 3 a 21 dias de vida, alimentados com dietas contendo até 12% de inclusão de farelo de girassol.

Tavernari et al. (2009) avaliando a inclusão de farelo de girassol na ração de frangos de corte (0, 5, 10, 15 e 20%) verificaram redução no consumo de ração e efeito quadrático para conversão alimentar na fase inicial, porém no período total esta melhorou linearmente. O rendimento de carcaça e cortes não foi afetado pelos níveis de farelo de girassol na ração. Assim, o autor concluiu que o farelo de girassol pode ser incluído em até 20% na ração de frangos.

2.3 GLICERINA

2.3.1 Produção Nacional

No processo de produção de biodiesel um dos principais subprodutos gerados é a glicerina bruta. A produção de biodiesel no Brasil em 2009 foi de 1,6 bilhões de litros, gerando aproximadamente 160 mil toneladas de glicerina bruta (ANP, 2011), já que para cada litro de biodiesel são gerados aproximadamente 100 mililitros de glicerina. Isto tem causado incertezas a respeito do destino deste subproduto, haja visto que a produção é muito superior ao que o mercado tradicional da glicerina pode absorver, ou seja, cerca de 30 mil toneladas/ano (HENN; ZANIN, 2009).

Em 2010 o óleo diesel comercializado em todo o Brasil passou a conter 5% de biodiesel, em conformidade com a resolução nº 6/2009 do conselho Nacional de Política Energética (CNPE), portanto, a produção de glicerina ultrapassou 200 mil/ton/ano. Se esta glicerina excedente não tiver destino adequado provocará graves problemas ambientais, uma vez que ela não pode ser simplesmente descartada em aterros, devido à alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) para a sua decomposição, assim como não deve ser usada como combustível ou ser incinerada, devido à formação de acroleína (substância muito tóxica) (FAIRBANKS, 2009). Logo, a questão principal se foca no seu destino e na necessidade de desenvolver novas alternativas de seu uso, permitindo dessa forma a viabilização comercial do biodiesel.

Várias pesquisas têm mostrado que a glicerina pode ser uma eficiente fonte de energia nas dietas de aves e suínos (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008; LAMMERS et al., 2008).

A utilização de apenas 1% de glicerina bruta em rações para aves e suínos representaria um consumo potencial de aproximadamente 480 mil toneladas deste subproduto por ano, constituindo, portanto, uma alternativa de uso e destinação do excesso de glicerol advindo da produção de biodiesel (HENN; ZANIN, 2009).

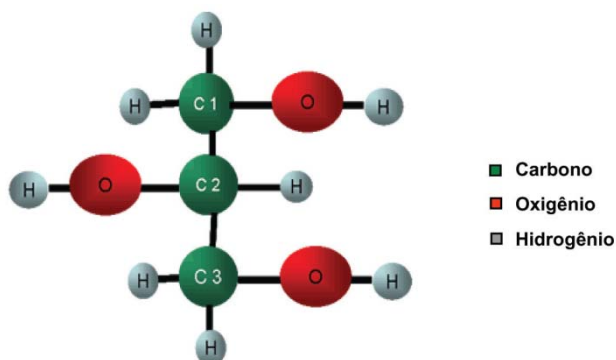
2.3.2 Características

O termo glicerol aplica-se geralmente ao composto puro, enquanto o termo glicerina aplica-se aos produtos comerciais que normalmente contém uma porcentagem igual ou superior a 95% de glicerol na sua composição. É comum encontrar na literatura, inclusive na científica, o uso destes termos com o mesmo significado (AIMARETTI et al., 2008).

Glicerol é o nome comum do composto químico 1,2,3 propanotriol, cuja estrutura molecular está representada na Figura 2.

É um composto orgânico pertencente à função álcool, líquido a temperatura ambiente, viscoso, inodoro, de sabor adocicado e solúvel em água e álcool, possuindo propriedades higroscópicas. É componente de todos os triglicerídeos presentes nos tecidos vegetais e animal (AIMARETTI et al., 2008).

Figura 2 – Estrutura molecular do glicerol.



Devido à combinação de propriedades físico-químicas como não toxicidade, ausência de cor e odor, o glicerol é uma substância muito versátil, com grande variedade de aplicações principalmente nas indústrias alimentícia, farmacêutica, química e têxtil, entre outras aplicações (ARRUDA; RODRIGUES; FELIPE, 2007).

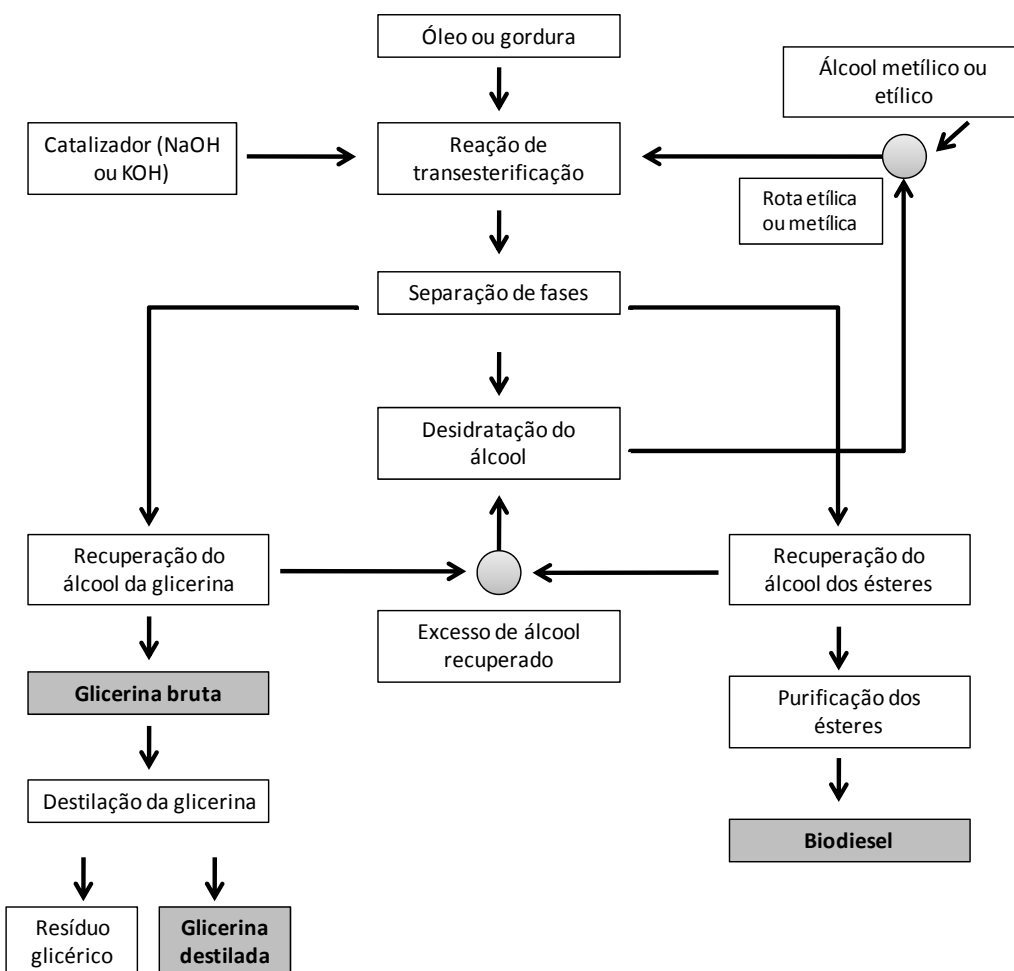
Do ponto de vista nutricional, este composto não é especificamente um nutriente, mas pode ser considerado um carboidrato, em razão do seu valor energético, portanto, uma fonte potencial de energia para a alimentação animal (MIN et al., 2010).

2.3.3 Processamento e Obtenção

O biodiesel é obtido através do processo de esterificação dos ácidos graxos dos óleos ou gorduras vegetais e animais, através do uso de álcool de cadeia curta, na presença de catalisador, gerando como subproduto a glicerina bruta.

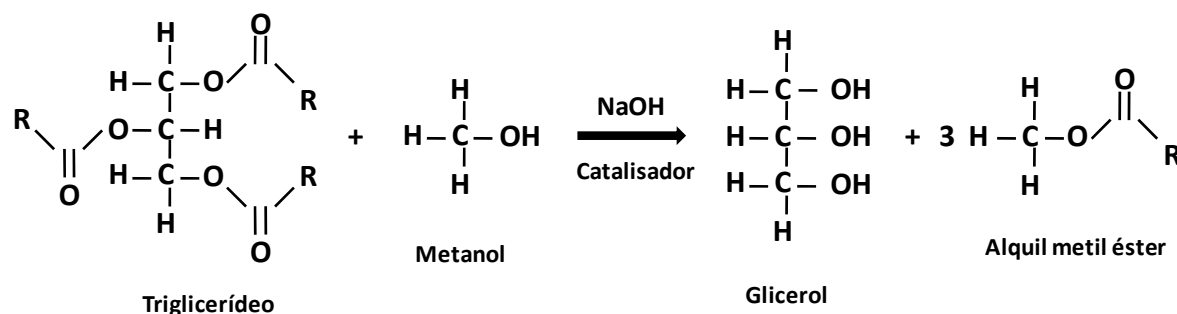
O processo de produção do biodiesel (Figura 3), resumidamente consiste na utilização de álcool, metanol ou etanol, e catalisadores, como hidróxido de sódio ou potássio, para que ocorra a separação entre a fase dos ésteres de ácidos graxos, que constitui o biodiesel, e a fase aquosa, que consiste da glicerina bruta. Este processo químico é chamado de transesterificação ou alcoólise (Figura 4), e consiste na separação da glicerina, através da substituição do glicerol das moléculas de triglicerídeos pelo álcool (RIVALDI et al., 2007).

Figura 3 – Fluxograma da produção de biodiesel pelo processo de transesterificação.



Fonte: Adaptado de SEBRAE (2007)

Figura 4 – Reação geral de transesterificação de triglicerídeos com metanol e hidróxido de sódio.



A transesterificação com álcool consiste em reações consecutivas e reversíveis, que se inicia com a conversão dos triglicerídeos em diglicerídeos. Em seguida, ocorre a conversão dos diglicerídeos em monoglicerídeos, que por sua vez, são convertidos em glicerol, liberando uma molécula de éster metílico ou etílico (dependendo do álcool utilizado) para cada etapa da reação (RIVALDI et al., 2007).

A utilização dos catalisadores básicos, hidróxido de sódio (NaOH) e hidróxido de potássio (KOH) tem por finalidade quebrar as moléculas de triglicerídeos de forma mais rápida. O catalisador mais utilizado atualmente é o hidróxido de sódio, devido a sua facilidade de obtenção no mercado e por possuir menor valor comercial. Vale lembrar que, dependendo do catalisador utilizado, a glicerina bruta gerada possuirá diferentes níveis de sódio ou potássio. Logo, a utilização desta nas formulações de rações para os animais deve levar em conta a mensuração destes minerais (PENZ JUNIOR; GIANFELICI, 2008).

Ao final da etapa de transesterificação, a glicerina e os ésteres formam uma massa líquida de duas fases, que são facilmente separadas por decantação ou centrifugação. A fase menos densa (ou mais leve) é constituída pelos ésteres (biodiesel) e a fase mais densa (ou pesada) é formada da glicerina e impurezas (RIVALDI et al., 2007). Esta glicerina é viscosa, de cor parda escura e contém quantidades variáveis de álcool não reagido, resíduos do catalisador utilizado, água e sabões formados pela reação entre os ácidos graxos livres e o hidróxido de sódio. Nesta fase pode alcançar a concentração de 50 a 70% de glicerol (AIMARETTI et al., 2008).

A etapa seguinte consiste na eliminação dos sabões através do processo de acidulação com ácido concentrado, com conseqüente formação de sais.

Após essa etapa a glicerina bruta terá aproximadamente 80 a 85% de glicerol na sua composição e quantidades variáveis de água e álcool (RIVALDI et al., 2007; AIMARETTI et al., 2008). A purificação deste produto é feita nas indústrias através do processo de destilação por alto vácuo ou trocas iônicas, gerando uma glicerina com concentrações superiores a 95% de glicerol e, portanto, sendo chamada de glicerina pura ou glicerol.

Em virtude do biodiesel ser produzido a partir de uma ampla variedade de matérias-primas (grãos oleaginosos e gordura animal) e processamentos diferenciados, a composição da glicerina bruta pode variar entre 78 a 85% de glicerol, 8 a 15% de água, 2 a 10% de cloreto de sódio ou potássio, 0,5% de ácidos graxos livres e até 0,5% de metanol (KERR; DOZIER; BREGENDAHL, 2007). De acordo com Paule (2010), o Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas (SDA/MAPA) definiu que a glicerina para uso na alimentação animal deve apresentar no mínimo 80% de glicerol e no máximo 12% de água e 150 mg de metanol /kg.

2.3.4 Limitações de Uso da Glicerina Bruta

Como visto anteriormente, a glicerina resultante do processo de produção de biodiesel não é pura, estando “contaminada” pelos catalisadores, álcool e outros resíduos, sendo assim, denominada de glicerina bruta.

Durante o processo de produção do biodiesel o metanol não reagido é recuperado por destilação ao final das reações e reutilizado, porém de forma incompleta, restando resíduo do mesmo na glicerina. Isto constitui um problema quando da utilização da glicerina nas rações, pois no metabolismo animal o metanol se transforma em ácido fórmico, que é tóxico. O conteúdo de metanol presente na glicerina bruta não deve exceder 0,5% (PLUSKE, 2007).

O metanol é solúvel em água e lipídeos e facilmente absorvido pelo organismo, se acumulando principalmente nos músculos, olhos e sangue. Após sua ingestão é oxidado no fígado através de reações catalisadas pela enzima álcool-desidrogenase hepática, gerando metabólitos como o aldeído fórmico e ácido fórmico, ambos extremamente tóxicos (DASARI, 2007). Estes compostos podem, segundo Ferguson (2007), citado por Pluske (2007), causar cegueira em aves e suínos, devido à destruição do nervo óptico. Entretanto, não há evidências de que

níveis de metanol, geralmente encontrados na glicerina bruta, provoquem efeitos colaterais adversos nos animais. Em humanos são relatados também problemas relacionados a disfunções cerebrais, acidose metabólica, degeneração do fígado, coração e rins, necrose pancreática e alterações motoras, porém em estudos com ratos esses efeitos não foram observados (HPA, 2010).

A preocupação com possíveis efeitos da intoxicação por metanol em animais advém da grande variação da concentração deste álcool na glicerina bruta, em virtude dos diferentes processamentos e fontes de matérias-primas utilizadas para produção do biodiesel. De acordo com Pluske (2007) o FDA recomenda que a concentração de metanol na dieta não deve exceder 150 ppm.

Vale salientar que a possível intoxicação com metanol quando se incorpora a glicerina bruta às rações, pode ser desconsiderada quando estas forem peletizadas, pois no processo de peletização se utiliza temperaturas elevadas que permitem a vaporização do metanol (a temperatura de evaporação deste álcool é de 65°C) (PLUSKE, 2007).

A glicerina bruta pode conter 6 a 8% de sais de sódio ou potássio, dependendo do tipo de catalisador utilizado para a reação de transesterificação. Níveis elevados destes elementos nas dietas dos animais podem provocar um desbalanço eletrolítico da ração, causando aumento significativo na ingestão e excreção de água, e conseqüentemente elevando a umidade da cama (DASARI, 2007; MIN et al., 2010).

No Brasil é mais comum a presença de cloreto de sódio na glicerina bruta e a indústria indica um limite de 7% para este sal, o que equivale a 2,75% de sódio neste subproduto. Assim, dependendo do nível de inclusão de glicerina bruta na ração, a exigência nutricional de sódio será excedida (MENTEN; ZAVARIZE; SILVA, 2010).

Sob o ponto de vista da formulação de ração, as variações nos teores de sódio são mais restritivas ao uso de glicerina bruta como alternativa para a alimentação animal do que os teores de metanol.

2.3.5 Metabolismo do Glicerol

O glicerol é uma molécula pequena que desempenha um papel vital no metabolismo dos animais, sendo encontrado nas células e na circulação. Ele é

um importante componente estrutural dos triglicerídeos e fosfolípídeos e participa das vias de geração de energia para o metabolismo celular. Derivado da lipólise do tecido adiposo, hidrólise de triacilgliceróis das lipoproteínas do sangue e das gorduras da dieta, o glicerol é metabolizado predominantemente no fígado, porém rins e músculos também podem metabolizar esta molécula (MIN et al., 2010)

Dependendo das condições fisiológicas e nutricionais do animal (jejum prolongado ou situações estressantes) o cortisol atuará sobre as células adiposas estimulando a lipólise dos triglicerídeos e liberando na corrente sanguínea, glicerol e ácidos graxos.

Durante a digestão das gorduras dietéticas, os triglicerídeos são hidrolisados pela lipase pancreática, formando ácidos graxos livres e glicerol. Este, por seu baixo peso molecular, é facilmente absorvido no intestino por difusão passiva, indo para o fígado, sendo, em seguida convertido em glicose, via gliconeogênese (Figura 5), ou oxidado, através da glicólise e ciclo de Krebs (Figura 6), para produção de energia (ROBERGS; GRIFFIN, 1998).

Figura 5 – Esquema da gliconeogênese a partir do glicerol.

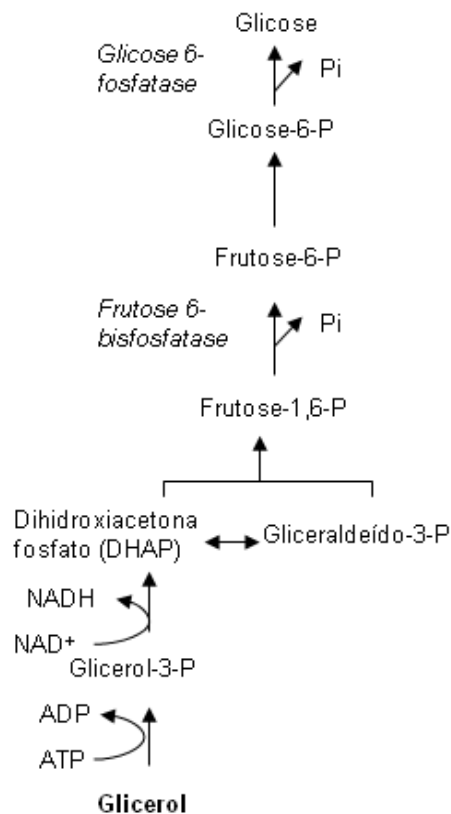
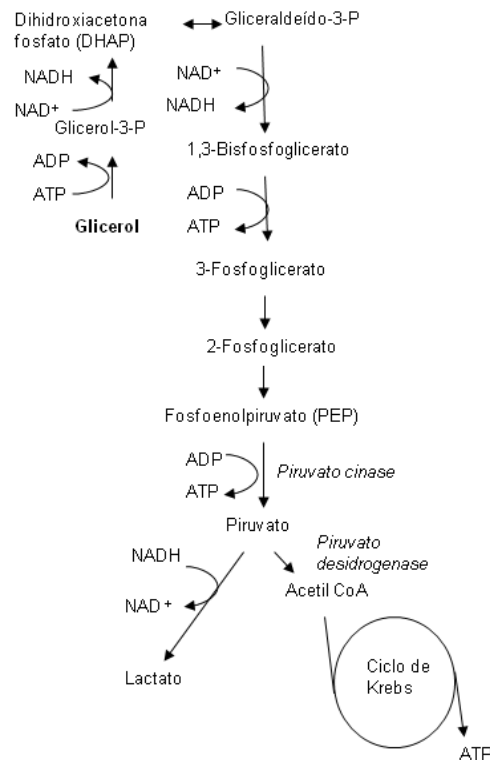
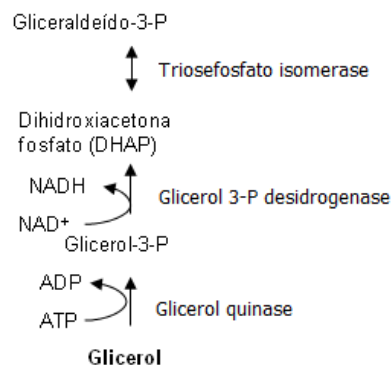


Figura 6 – Esquema da glicólise a partir do glicerol.



Antes de entrar nas vias da glicólise ou da gliconeogênese o glicerol tem que ser convertido em gliceraldeído 3-fosfato, como representado na Figura 7. Esta reação metabólica é realizada pelas enzimas glicerol quinase e glicerol 3-fosfato desidrogenase. A enzima glicerol quinase é encontrada predominantemente no fígado e rins, enquanto que no músculo, o glicerol é metabolizado pela enzima glicerol redutase (MENTEN; ZAVARIZE; SILVA, 2010)

Figura 7 – Conversão do glicerol a gliceraldeído 3- fosfato, intermediário das vias metabólicas, glicólise e gliconeogênese.



Em monogástricos o glicerol consumido através da dieta é absorvido pelo intestino delgado, via paracelular, por meio de difusão passiva, havendo evidências de que este processo seja sódio dependente. Em seguida essa molécula entra no fígado pela veia porta e vai ser metabolizada da mesma maneira que o glicerol endógeno, proveniente do catabolismo de triglicerídeos, para atuar como precursor na gliconeogênese ou na glicólise (PLUSKE, 2007).

Vale ressaltar que o glicerol apresenta uma alta taxa de absorção no intestino, devido provavelmente ao seu baixo peso molecular, sendo absorvido passivamente ao invés de formar micelas, como se observa com os ácidos graxos de cadeia média e longa (MIN et al., 2010). De acordo com Bartlet e Schneider (2002) citado por Kerr, Dozier e Bregendahl (2007) o glicerol é eficientemente absorvido no intestino de poedeiras (taxa de absorção de 97%).

Apesar da sua alta absorção no intestino animal, o excesso de glicerol na dieta será parcialmente metabolizado pelo organismo e o restante será excretado através da urina. Quando a inclusão de glicerina na ração é alta esse efeito é mais pronunciado, gerando fezes líquidas (diarréia) e comprometendo a qualidade da cama (DASARI, 2007).

O glicerol se caracteriza como sendo um álcool trivalente e a sua ingestão através da dieta eleva o seu nível sérico. O aumento do glicerol sérico está relacionado com o aumento da gliconeogênese do fígado, da osmolalidade sanguínea e da sua concentração na urina. Além disso, por ser a parte hidrofílica que compõe os triglicerídeos, o mesmo tem a capacidade de reter água no organismo e, conseqüentemente, promover a hiper-hidratação (ROBERGS; GRIFFIN, 1998).

2.3.6 Valores Energéticos

A utilização da glicerina na alimentação de monogástricos desperta interesse por se constituir em uma fonte energética potencial, apresentando valores de energia metabolizável aparente próxima as do milho, tanto para aves (3.381 kcal/kg) como para suínos (3.340 kcal/kg) (ROSTAGNO et al., 2005).

O valor energético da glicerina bruta proveniente da produção do biodiesel depende da concentração de glicerol presente no produto, uma vez que diversas impurezas podem ser encontradas. A diferença de valores de energia bruta

das amostras é uma maneira indireta de estabelecer a eficiência do processo de transesterificação. Quanto menor o valor de energia mais eficiente foi o processo, ficando como produto final somente glicerol e não parte de glicerol e parte de ácidos graxos livres e/ou triglicerídeos intactos (MENTEN; ZAVARIZE; SILVA, 2010).

Dozier et al. (2008) determinaram a EMAn (energia metabolizável aparente corrigida) da glicerina bruta (86,95% de glicerol e 9,63% de água) em frangos com diferentes idades. Os valores obtidos foram 3.621 kcalEMAn/kg, para frangos de 7 a 10 dias de idade, 3.331 kcalEMAn/kg, para frangos de 21 a 24 dias de idade e 3.349 kcalEMAn/kg para frangos de 42 a 45 dias de idade. A média da EMAn foi estimada em 3.434 kcal/kg. Estes valores se aproximaram dos valores de energia bruta da glicerina (3.625 kcal/kg), o que permite inferir que este ingrediente tem alta disponibilidade de energia. A diferença entre o valor de energia metabolizável encontrado na primeira fase de desenvolvimento dos frangos (7 a 10 dias) com os das outras duas fases (21 a 24 e 42 a 45 dias) pode ter sido devida à idade ou também à metodologia usada para a determinação da energia. Na primeira fase foi usado o procedimento de substituição da dieta basal por glicerol (6%) e nas duas outras fases foi usado o procedimento de substituição crescente da dieta basal por glicerol (0, 3, 6 e 9%).

Bartlet e Schneider (2002), citados por Kerr, Dozier e Bregendahl (2007) determinaram os valores de energia metabolizável aparente da glicerina pura em níveis crescentes de inclusão na ração de frangos de corte, poedeiras e suínos. Para frangos de corte encontraram os valores de 4.237, 4.056 e 3.686 KcalEMA/kg para os níveis de inclusão de 5, 10 e 15%, respectivamente. Já para poedeiras, nesta mesma ordem de inclusão foram encontrados 4.204, 4.108 e 3.475 kcalEMA/kg. Segundo os autores, apesar da alta digestibilidade (cerca de 97%) da glicerina, a redução observada nos valores de energia conforme aumentou-se o nível na dieta pode ser devido a uma extrapolação da capacidade de metabolização do glicerol, aumentando o seu nível sanguíneo, sem reabsorção renal e resultando na excreção de glicerol na urina.

Gianfelici (2009) avaliou a EMAn da glicerina bruta em frangos de corte e verificou que a mesma varia em função do nível de inclusão, sendo encontrada a máxima energia (4.890 kcalEMAn/kg MS) com 15% de inclusão. No entanto, o autor constatou que neste nível de inclusão ocorre um excesso de

excreção de água nas fezes dos frangos, tornando impraticável a sua utilização. O valor estimado para 10% de glicerina na ração foi cerca de 3.490 kcal/kg MS.

O valor de energia metabolizável aparente corrigida da glicerina bruta mista (87,5% glicerol, 2,3% Na e 0,1% metanol e 3.930 kcalEB/kg MS), em frangos de corte, foi determinado por Guerra (2010) como sendo de 2.823 kcal/kg MS. O autor atribuiu a baixa metabolização de energia ao nível elevado de sódio presente na glicerina, que provocou aumento na excreção de água nas fezes.

As diferenças nos valores de energia metabolizável observadas entre os estudos com frangos de corte podem ser devidas à pureza da amostra, pois a concentração de glicerol, a presença do metanol e cloreto de sódio ou de potássio é variável no subproduto, como consequência das atuais técnicas utilizadas na produção do biodiesel (LAMMERS et al., 2007).

Em poedeiras, Swiatkiewicz e Koreleski (2009) determinaram a EMAn da glicerina bruta (proveniente da produção de biodiesel com colza) como sendo de 3.970 kcal/kg, afirmando que a mesma é uma fonte relativamente rica de energia para alimentação destas aves.

Lammers et al. (2008) também quantificaram a energia metabolizável do glicerol para poedeiras. Os autores testaram a inclusão de 5, 10 e 15% de glicerol bruto (87% glicerol, 9% água, 0,03% metanol, 1,26% Na e 3.625 kcalEB/kg) e através de análise de regressão encontraram a EMAn como sendo 3.805 kcal/kg. Observaram ainda que a energia metabolizável está diretamente relacionada com a concentração de glicerol e de contaminantes na glicerina. Além disso, observaram que como o teor de sódio das dietas não foi corrigido, aves alimentadas com 15% de glicerol apresentaram excretas (fezes) mais úmidas que as aves não alimentadas com glicerol.

2.3.7 Uso da Glicerina na Alimentação de Frangos de Corte e Poedeiras

Alguns estudos já foram desenvolvidos visando caracterizar e viabilizar a utilização da glicerina na alimentação dos frangos de corte, determinando os efeitos da mesma sobre o desempenho e características da carcaça destas aves (SIMON; BERGNER; SCHWABE, 1996; CERRATE et al., 2006; WALDROUP, 2007; MENTEN; PEREIRA; RACANICCI, 2008; GIANFELICI, 2009; GUERRA, 2010).

Simon, Bergner e Schwabe (1996) avaliaram a glicerina pura na alimentação de frangos de corte, nos níveis de 5, 10, 15, 20 e 25%, em rações a base de milho e farelo de soja, e não encontraram diferenças no consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e balanço de nitrogênio dos animais para a inclusão de até 10% de glicerina pura.

Cerrate et al. (2006) avaliando a inclusão de glicerina, proveniente da produção de biodiesel, nas rações de frangos de corte verificaram que o nível de 10% comprometeu o consumo de ração, o peso final e conseqüentemente a conversão alimentar dos animais. Este nível também promoveu uma redução significativa no rendimento de carcaça, nos pesos de peito, de asa e de perna, quando comparado com as outras dietas. Além disso, observaram piora na qualidade da cama, em razão da maior umidade. Os autores atribuíram que as perdas de desempenho e de qualidade da carcaça dos frangos alimentados com dietas contendo 10% ou mais de glicerina podem ser devidas a dificuldade das rações fluírem nos comedouros, uma vez que a qualidade dos peletes ficou prejudicada. Em outro estudo, os autores testaram esta mesma glicerina em 2,5 e 5% da ração e constataram que o desempenho não foi afetado e os rendimentos de peito e coxa e sobrecoxa melhoraram, quando comparados aos frangos que não foram alimentados com glicerina.

Avaliando a inclusão de até 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 16 dias de idade, Waldroup (2007) verificou que o desempenho das aves não sofreu efeitos deletérios. O autor descreveu que a glicerina pode ser utilizada para suplementar a dieta dos frangos, sendo uma fonte de energia para a manutenção e crescimento das aves.

Menten, Pereira e Racanicci (2008), realizaram um estudo para avaliar o desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de soja suplementado com 10% de glicerina bruta (81,47% de glicerol, 153 ppm de metanol e 2,4% de sódio) e concluíram que a mesma pode ser utilizada durante todo o período de criação sem afetar o desempenho das aves, desde que sejam considerados os devidos ajustes nutricionais.

Em trabalho recente, Gianfelici (2009) avaliando a inclusão de glicerina pura (0; 2,5; 5; 7,5 e 10%) na dieta de frangos de corte, observou que o rendimento de carcaça e as percentagens de proteína, gordura e umidade da mesma não foram alterados. Semelhante resultado foi observado por Guerra (2010),

trabalhando com níveis crescentes (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) de glicerina bruta em frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. O autor ainda estabeleceu que a glicerina bruta pode ser utilizada em até 5%, sem comprometer o desempenho dos animais.

Em estudo envolvendo poedeiras, Lammers et al. (2008) avaliaram o uso de glicerina bruta (87% de glicerol, 9% de água, 0,03% de metanol, 1,26% de Na e 3.625 kcal/kg de energia bruta) na dieta destas aves nos níveis de 0, 5, 10 e 15%. A inclusão da glicerina não promoveu qualquer alteração no consumo alimentar, na massa de ovos e na quantidade de ovos produzidos por ave/dia. Em outro estudo, poedeiras foram alimentadas com dietas contendo 2, 4 e 6% de glicerina bruta e os resultados demonstraram que a glicerina pode ser incorporada em até 6% na dieta destas aves sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo, qualidade do ovo e retenção de nutrientes (SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2009).

O glicerol, além de ser uma fonte energética, pode ser empregado nas dietas para melhorar a qualidade dos peletes. Recentemente, Groesbeck et al. (2008), trabalhando com dietas para suínos, demonstraram que a inclusão de glicerol (3 a 15%) proporcionou maior índice de durabilidade do pelete e diminuiu o custo energético da peletização. Complementando esta observação, Piesker e Dersjant-Li (2006) citados por Henn e Zanin (2009) afirmam que o glicerol também pode reduzir o pó das dietas e dos suplementos minerais e vitamínicos e que pelo seu sabor adocicado, pode servir para melhorar o sabor das dietas. Além disso, Südekum et al. (2008) relataram que o glicerol pode ajudar a estabilizar a qualidade higiênica de rações peletizadas (menor atividade fúngica), sem comprometer a qualidade física dos peletes.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da inclusão da torta de girassol e da glicerina pura na alimentação de frangos de corte, considerando os aspectos de desempenho, rendimento de carcaça, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir as características de valor nutricional da torta de girassol e da glicerina pura de origem animal na alimentação de frangos de corte;
- Avaliar o desempenho produtivo, rendimento de carcaça e partes, e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo torta de girassol ou glicerina pura de origem animal;
- Determinar o melhor nível de inclusão da torta de girassol ou da glicerina pura de origem animal na ração para frangos de corte, em diferentes fases de desenvolvimento;
- Verificar os parâmetros hematológicos e bioquímicos dos frangos de corte alimentados com rações contendo torta de girassol ou glicerina pura de origem animal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento na produção de combustíveis alternativos, como o biodiesel, oriundos de fontes vegetais, haverá grande disponibilidade de resíduos e co-produtos com potencial de uso na alimentação animal, assim, estudos envolvendo o uso dos mesmos devem ganhar cada vez mais destaque, visando a sua utilização de forma mais eficiente.

Os resultados do presente estudo demonstraram que a torta de girassol e a glicerina pura de origem animal, obtidas, respectivamente, do processamento dos grãos de girassol e do sebo bovino para a produção de biodiesel, são fontes relativamente ricas em energia (2.800 e 3.911 kcalEMAn/kg MN, respectivamente), podendo ser utilizadas eficientemente na alimentação de frangos de corte. Além disso, considerando os parâmetros de desempenho zootécnico, características da carcaça e qualidade da carne, verifica-se que os seus níveis de inclusão são variáveis dependendo da idade de início do seu fornecimento na ração.

Vale ressaltar que, apesar de não avaliada neste estudo, a qualidade da cama deve ser considerada quando do uso da glicerina na ração dos frangos, pois foi verificado um aumento visível na sua umidade em consequência de fezes aquosas, conforme se elevou o nível de inclusão do produto na ração, necessitando, portanto, de maiores cuidados no seu manejo.

O uso destes subprodutos na alimentação das aves deve ser feita com cautela, devido à ausência de padronização dos mesmos, o que provoca variações nas suas composições, afetando a sua qualidade.

Contudo, ao utilizarmos esses alimentos alternativos de maneira consciente, estaremos suprimindo a necessidade de substituir parcialmente o milho, fonte tradicional de energia, nas rações e destinando de maneira ambientalmente correta os subprodutos da indústria do biodiesel.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Biodiesel**. 2011. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 05 jan. 2011.

AGUIAR, R. H. **Avaliação de girassol durante o armazenamento para uso como semente ou para extração de óleo**. 2001. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

AIMARETTI, N.; INTILÁNGELO, L. CLEMENTZ, A.; ANSALDI, J.; YORI, J. C. Aprovechamiento de la glicerina obtenida durante la producción de biodiesel. **Invenio**, Rosario, v. 11, n. 20, p. 137-144, 2008.

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. Disponível em: <www.iva.it.vetzoo/old/nr_26/pdf/antoskiewicz.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2010.

ARRUDA, P. V.; RODRIGUES, R. C. L. B.; FELIPE, M. G. A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 26, p. 56-62, 2007.

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

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SAKAKLI, P.; WALDROUP, P. W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n.11, p. 1001-1007, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira 2010/2011 - Primeiro Levantamento de grãos**. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

COSTA, M. C. R.; SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; BELÉ, J. C.; BOROSKY, J. C.; MOURINHO, F. L.; AGOSTINI, P. S. Utilização da torta de girassol na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação: efeitos no desempenho e nas características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1581-1588, 2005.

DASARI, M. Crude glycerol potential described. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 79, n. 43, p. 1-3, 2007. Disponível em: <<http://www.feedenergy.com/MDasariFS2007.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2010.

DOZIER III, W. A.; KERR, B. J.; CORZO, A.; KIDD, M. T.; WEBER, T. E.; BREGENDALS, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, n. 2, p.317-322, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Embrapa ajuda Alto Sertão a produzir girassol com alta produtividade**. 2010. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=5828>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

FAIRBANKS, M. Glicerina. **Revista Química e Derivados**, São Paulo, n. 487, 2009. Disponível em: <http://www.uniamericabrasil.com.br/portugues/report_glicerina_pq.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2011.

FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W.; BRUNELLI, S. R.; SILVA, C. A.; CABRERA, L.; SANTOS, D. D.; SAZAKA, J. H.; SOUZA, L. F. A. Determinação dos valores energéticos e dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da torta de girassol para frangos de corte. In: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...**Londrina: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2007a.

FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W.; BRUNELLI, S. R.; SILVA, C. A.; SAZAKA, J. H. Torta de girassol na alimentação de frangos de corte. In: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...**Londrina: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2007b.

FURLAN, A. C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A. E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E. N. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 158-164, 2001.

GIANFELICI, M. F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GROESBECK, C. N.; MCKINNEY, L. J.; DeROUCHEY, J. M.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; DRITZ, S. S.; NELSSSEN, J. L.; DUTTLINGER, A. W.; FAHRENHOLZ, A. C.; BEHNKE, K. C. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 1, p. 201-202, 2008.

GUERRA, R. L. H. **Glicerina bruta na alimentação de frangos de corte**. 2010. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

HENN, J. D.; ZANIN, A. O agronegócio do biodiesel: potencialidades e limitações da utilização da glicerina (co-produto) na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 47, 2009. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/788.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2010.

HEALTH PROTECTION AGENCY – HPA. **Methanol Toxicological overview**. Disponível em: <http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947357226>. Acesso em: 15 dez. 2010.

JACOB, J. P.; MITARU, B. N.; MBUGUA, P. N.; BLAIR, R. The feeding value of Kenyan sorghum, sunflower seed cake and sesame seed cake for broilers and layers. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 41-56, 1996.

KERR, B. J.; DOZIER III, W. A.; BREGENDAHL, K. Nutritional value of crude glycerin for nonruminants. In: ANNUAL CAROLINA SWINE NUTRITION CONFERENCE, 23, 2007, Raleigh, North Carolina. **Proceedings...**Raleigh, 2007, p.6 -18. Disponível em: <<http://biodieselfeeds.cfans.umn.edu/.../2007-Kerr-Nutritional%20value%20of%20crude%20glycerin%20for%20non-ruminan...>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

LAMMERS, P. J.; HONEYMAN, M. S.; BREGENDAHL, K.; KERR, B.; WEBER, T.; DOZIER III, W.; KIDD, M. Energy value of crude glycerol fed to pigs. 2007. Disponível em: <<http://www.ans.iastate.edu/report/air/2007pdf/R2225.pdf>>. Acesso em; 02 ago. 2009.

LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; HONEYMAN, M. S.; STALDER, K.; DOZIER III, W. A.; WEBER, T. E.; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v.87, n. 1, p.104-107, 2008.

MANTOVANI, C.; FURLAN, A. C.; MURAKAMI, A. E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SARTOLIN, M. L. R. Composição química e valor energético do farelo e da semente de girassol para frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 745-749, 2000.

MENTEN, J. F. M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.

MENTEN, J. F. M.; ZAVARIZE, K. C.; SILVA, C. L. S. Biodiesel: oportunidades do uso de glicerina na nutrição de aves. In: CLANA - CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4, 2010, São Pedro, SP. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010.

MIN, Y. N.; YAN, F.; LIU, F. Z.; COTO, C.; WALDROUP, P. W. Glycerin – A new source for poultry. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 9, n. 1, p. 1-4, 2010.

NEIVA JUNIOR, A. P.; VAN CLEEF, E. H. C. B.; PARDO, R. M. P.; SILVA FILHO, J. C.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. **Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes**. 2007. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/coproduto/21.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2010.

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

PAULE, B. J. A. **Glicerina, subproduto da indústria do biodiesel, perspectivas de uso na alimentação animal**. Departamento da Fiscalização de Insumos Pecuários – SDA/MAPA. 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Oleaginosas_e_biodiesel/10_reuniao/Apresentacao_Glicerina.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2011.

PENZ JUNIOR; A. M.; GIANFELICI, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 36, supl. 1, p. 107-117, 2008.

PIGHINELLI, A. L. M. T. **Estudo da extração mecânica e da transesterificação etílica de óleos vegetais**. 2010. 222f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

PINHEIRO, J. W.; BRUNELLI, S. R.; FONSECA, N. A. N.; OBA, A.; SILVA, C. A.; SILVA, V. A.; CASTRO, L. M.; FERNANDES, P. A.; PASSAMAI, A. P. S.; PIATTO, V. C. Avaliação do valor nutritivo e energético da torta de girassol para frangos de corte. In: ZOOTEC, 2007, Londrina. **Anais...**Londrina: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2007.

PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; SILVA, C. A.; CABRERA, L.; BRUNELI, F. A. T.; TAKAHASHI, S. E. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1418-1425, 2002.

PLUSKE, J. **Evaluation of glycerine as a co-product of biodiesel production for the pig industry**. 2007. Disponível em: <http://www.porkcrc.com.au/1C-101_Glycerine_report.pdf>. Acesso em : 15 dez. 2010.

RIVALDI, J. D.; SARROUB, B. F.; FIORILO, R.; SILVA, S. S. Glicerol de biodiesel. **Biociência**, Brasília, n. 37, p. 44-51, 2007. Disponível em: <<http://www.biociencia.com.br/revista/bio37/glicerol.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2010.

ROBERGS, R. A.; GRIFFIN, S. E. Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**, v. 26, n. 3, p. 145-167, 1998.

RODRIGUEZ, M. L.; ORTIZ, L. T.; TREVINO, J.; REBOLÉ, A.; ALZUETA, C.; CENTENO, C. Studies on the nutritive value of full-fat sunflower seed in broiler chick diets. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 71, n. 4, p. 341-349, 1998.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

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

SANTOS, A. P. S. F.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; FRAIHA, M.; OLIVEIRA, E. L.; TORRES, T. R.; SANTOS, M. J. B.; VILELA, M. R. O.; RABELLO, C. B. V. Características de carcaça de frangos alimentados com farelo de algodão. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 57, n. 217, p. 15-24, 2008.

SCERBO, D. C.; KORITIAKI, N. A.; CAMOLEZZI, G. B.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N. Desempenho de frangos de corte alimentados com torta de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...**Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Biodiesel**. 2007. Disponível em: <www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/DowContador>. Acesso em: 02 nov. 2010.

SEERLEY, R. W.; BURDICK, D.; RUSSOM, W. C.; LOWREY, R. S.; MCCAMPBELL, H. C.; AMOS, H. E. Sunflower meal as a replacement for soybean meal in growing swine and rat diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 38, n. 5, p. 947-953, 1974. Disponível em: <www.jas.fass.org>. Acesso em: 05 nov. 2010.

SELVARAJ, R. K.; PURUSHOTHAMAN, M. R. Nutritive value of full-fat sunflower seeds in broiler diets. **Poultry Science**, Savoy, v. 83, n. 3, p. 441-446, 2004.

SENKOYLU, N.; DALE, N. Nutritional evaluation of a high-oil sunflower meal in broiler starter diets. **Journal Applied Poultry Research**, Champaign, v. 15, n. 1, p. 40-47, 2006.

SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W. Girassol na alimentação de suínos e aves. In: LEITE, R. M. V. B. C; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 93-121.

SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; CABRERA, L.; SARUBBI, J.; COSTA, M. C. R.; PACHECO, G. D.; TELLES, H.; HIDESHIMA, C. S.; MOURINHO, F. L.; BOROSKI, J. C. 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.

SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol – feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 49, n. 2, p. 103-112, 1996.

STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; FERNANDES, C. M.; ANDRADE, M. L.; ROCHA, P. T.; LEANDRO, N. S. M. Avaliação do valor nutritivo do farelo de girassol para aves. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 1, n. 2, p. 123-126, 2000.

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 3, p. 615–619, 2009.

SÜDEKUM, K.-H.; SCHRÖDER, A.; FIEBELKORN, S.; SCHWER, R.; THALMANN, A. Quality characteristics of pelleted compound feeds under varying storage conditions as influenced by purity and concentration of glycerol from biodiesel production. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jabłonna, v. 17, n. 1, p. 120–136, 2008.

TAVERNARI, F. C.; MORATA, R. L.; RIBEIRO JÚNIOR, V.; ALBINO, L. F. T.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; ROSTAGNO, H. S. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 172-177, 2010.

TAVERNARI, F. C.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; ALBINO, L. F.T.; ROSTAGNO, H. S.; VIEIRA, R. A.; SILVA, C. R. Efeito da utilização de farelo de girassol na dieta sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1745-1750, 2009.

WALDROUP, P. W. Glycerine and DDGS: biofuel by-products for broilers. In: ANNUAL ASAIM SOUTHEAST ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, 15, 2007, Indonesia. Disponível em: <http://www.asaimsea.com/download_doc.php?...FTNW07%20Waldroup-Biofuels>. Acesso em: 02 ago. 2010.

ARTIGO 1

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE
DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM TORTA DE GIRASSOL**

**PERFORMANCE, CARCASS TRAITS AND MEET QUALITY OF BROILER
CHICKENS FED WITH SUNFLOWER CAKE**

RESUMO

Foram realizados dois experimentos para avaliar o uso da torta de girassol (TG) na alimentação de frangos de corte, sendo determinado o seu valor nutricional e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico, características de carcaça, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos. No primeiro experimento foram utilizados 96 frangos de corte com 28 dias de idade, alimentados com uma ração referência e uma ração teste com inclusão de 20% de TG. Os valores dos coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EE, FB e EMAn foram, com base na matéria natural, 46,18; 60,70; 81,53 e 6,42% e 2.800 kcal/kg, respectivamente. No segundo experimento, de desempenho, no qual foram utilizados 420 frangos, submetidos a sete tratamentos, sendo uma ração testemunha (0% TG) e a combinação de três níveis de inclusão de TG na ração (6, 12 e 18%) e duas idades de início do seu fornecimento, 20 (Id.1) ou 34 (Id.2) dias, observou-se efeitos quadráticos para consumo de ração e ganho de peso (pontos de máximo: 9,6 e 12,3%, respectivamente) e linear decrescente para a conversão alimentar para Id.1. Para Id.2 observou-se somente efeito linear decrescente para rendimento de coxa e sobrecoxa. Os parâmetros hemoglobina, eosinófilos e triglicérides apresentaram efeitos quadráticos para os níveis de inclusão da TG. Considerando-se a conversão alimentar a TG pode compor 18% das rações dos frangos de corte, a partir dos 20 ou 34 dias de idade.

Palavras-chave: Agroindústria. Biodiesel. Energia metabolizável. Nutrição. Parâmetros sanguíneos. Qualidade da carcaça.

ABSTRACT

Two experiments were carried out to evaluate sunflower cake (SC) diet effect on performance, carcass traits, meat quality and blood parameters of broiler chickens. Night-six animals aging, 28 days were utilized in Experiment 1. The animals were fed on a reference ration and on a test ration containing 20% of SC. Values for digestibility coefficients of DM, CP, EE, CF and AMEn were, based on natural matter, 46.18; 60.70; 81.53; 6.42% and 2,800 kcal/kg, respectively. In experiment 2, performance, where 420 chickens were used, assigned to seven treatments, being a control diet (0% TG) and the combination of three levels of dietary inclusion of TG (6, 12 and 18%) and two ages starting at first feeding, 20 (A1) or 34 (A2) days, there was a quadratic effect on feed intake and weight gain (maximum points: 9.6 and 12.3% respectively) and linear decrease in feed conversion for A1. To A2 only linearly decreasing effect the yield of thigh and drumstick were observed. The parameters hemoglobin, eosinophils, and triglycerides showed a quadratic effect for the inclusion of TG levels. Considering that feed conversion to TG can compose 18% of the diets of broilers from 20 or 34 days.

Keywords: Agroindustry. Biodiesel. Blood parameters. Carcass quality. Metabolizable energy. Nutrition.

INTRODUÇÃO

O uso de subprodutos da agroindústria na alimentação animal, além de agregar valor aos mesmos, reduz o seu potencial de poluição ambiental e ameniza a competição por alimentos com a população humana. A busca de fontes substitutivas ao milho e à soja constitui um fator importante para a manutenção da viabilidade produtiva da avicultura de corte, haja visto a grande demanda destes grãos, o que tem majorado significativamente os seus valores comerciais.

A produção de biodiesel no Brasil vem aumentando exponencialmente, em virtude da obrigatoriedade da sua inclusão no óleo diesel comercializado no país (ANP, 2010). Aliado a esse fato, estudos recentes apontam o grão de girassol (*Helianthus annuus L.*) como uma das mais promissoras fontes de óleo vegetal para a produção de biodiesel (EMBRAPA, 2010), levando a adesão de produtores ao plantio desta oleaginosa, devendo-se, portanto, considerar a destinação dos subprodutos gerados do processamento dos seus grãos, como a torta de girassol.

A torta de girassol é a massa obtida do processo de prensagem a frio dos grãos de girassol, por meio de prensas mecânicas, para obtenção do óleo bruto, e consiste em um recurso alimentar pouco explorado, principalmente em rações para aves.

A sua composição bromatológica, relatada na literatura, apresenta variações. Antoszkiewicz, Tywonzuc e Matusevicius (2004) relataram valores de 27,54% de PB, 15,05% de EE, 25,15% de FB e 5,92% de cinzas, enquanto que Fonseca et al. (2007a) encontraram 22,64% de PB, 28,04% de EE, 19,34% de FB e 4,25% de cinzas. Essas variações são devidas, principalmente, à variedade genética do girassol e ao tipo e regulagem de prensa utilizada no processamento dos grãos (OLIVEIRA et al., 2007), afetando diretamente a sua qualidade nutricional e, conseqüentemente, a quantidade de sua inclusão nas rações.

Fonseca et al. (2007a) determinaram, para frangos de corte, valor energético da torta de girassol de 2.928 kcalEMAn/kg MN, enquanto Pinheiro et al. (2007) definiram como sendo 3.115 kcalEMAn/kg MN. Por outro lado, San Juan e Villamide (2000) estabeleceram que o valor energético da torta de girassol era de 2.694 kcalEMAn/kg MS.

Segundo Antoszkiewicz, Tywonzuc e Matusевич (2004) a torta de girassol apresenta composição de aminoácidos similar ao farelo de soja, tendo concentrações satisfatórias dos aminoácidos sulfurados metionina e cistina, todavia sendo deficiente em lisina. Porém, o principal fator limitante da sua utilização na alimentação de animais monogástricos é o seu alto teor de fibras (JACOB et al., 1996), que diminui a energia metabolizável das rações e o aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, provoca piora no desempenho das aves (WARPECHOWKI, 2005; SENKOYLU; DALE, 2006).

A inclusão da torta de girassol nas rações de frangos de corte está na dependência, principalmente, da sua composição bromatológica e do seu valor energético. Segundo Fonseca et al. (2007b) 12% de torta de girassol pode ser utilizado em rações para frangos de corte na fase de terminação. Avaliando a substituição parcial do farelo de soja em 30% pela torta de girassol (30,5% PB, 12,2% EE e 25,7% FB), Jacob et al. (1996) não observaram efeito sobre a taxa de crescimento e eficiência alimentar dos frangos de corte.

Para o frango de corte apresentar bom desempenho zootécnico é primordial que as concentrações de proteína e energia metabolizável das rações sejam adequadas, para cada fase do seu desenvolvimento. Portanto, o conhecimento da composição bromatológica e energética dos alimentos e suas limitações nutricionais são imprescindíveis.

Diante destas considerações e tendo em conta a carência de informações, o presente estudo teve por objetivo definir o valor nutricional da torta de girassol e avaliar os efeitos da sua inclusão (0, 6, 12 e 18%) nas rações de frangos de corte, a partir de duas idades, 20 ou 34 dias, sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e cortes, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no setor de avicultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina.

O primeiro experimento consistiu em um ensaio de digestibilidade, no qual foram utilizados 96 frangos, machos, com 28 dias de idade, da linhagem

Ross, alojados em bateria metálica suspensa e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e seis repetições de oito aves cada.

Inicialmente os frangos foram criados em aviário sobre cama de cepilho até 27 dias de idade, quando foram individualmente pesados e transferidos para gaiolas de arame galvanizado, equipadas com bandejas coletoras de excretas previamente revestidas com plástico e providas de bebedouro tipo copo e comedouro tubular, com fornecimento de água e ração à vontade.

Os tratamentos experimentais consistiram de ração referência (Tabela 1), à base de milho e farelo de soja, formulada para atender às exigências nutricionais dos frangos, durante a fase experimental, conforme as recomendações citadas nas tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005), e uma ração teste, caracterizada pela inclusão de 20% de torta de girassol à ração referência (80% de dieta referência e 20% de torta de girassol).

Tabela 1 – Composição percentual calculada da ração referência.

Ingrediente	Valor (%)
Milho	64,02
Farelo de soja	29,93
Óleo de soja	2,44
Fosfato bicálcio	1,64
Calcário	0,79
Sal	0,42
Suplemento vitamínico-mineral ¹	0,40
DL-metionina (99%)	0,10
L- lisina (79%)	0,20
L-treonina	0,06
Total	100
Exigências atendidas	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100
Proteína bruta (%)	19,41
Cálcio (%)	0,824
Fósforo disponível (%)	0,411
Metionina digestível (%)	0,508
Metionina + cistina digestível (%)	0,773
Lisina digestível (%)	1,073
Triptofano digestível (%)	0,210
Treonina digestível (%)	0,697

¹Suplemento vitamínico-mineral (Composição por kg do produto): vit. A 1.500.000 UI; vit. D3 500.000 UI; vit. E 4.500 mg; vit. K3 200 mg; vit. B1 150 mg; vit. B2 1.150 mg; vit. B6 400 mg; vit. B12 3.750 mcg; niacina 7.500 mg; pantotenato de cálcio 1.750 mg; ácido fólico 375 mg; biotina 6,25 mg; cloreto de colina 70.000 mg; ferro 7.500 mg; cobre 17.500 mg; manganês 15.000 mg; zinco 15.000 mg; iodo 300 mg; selênio 75 mg; antioxidante 25.000 mg; coccidiostático 15.000 mg; promotor de crescimento e eficiência alimentar 12.500 mg.

O método utilizado foi o de coleta total de excretas (ALBINO et al., 1982), conduzido por um período de nove dias, sendo quatro dias para adaptação dos frangos às rações experimentais e à gaiola metabólica, e cinco dias para a coleta das excretas. O início e o término da coleta de fezes foram determinados pelo aparecimento de fezes marcadas, devido à adição de 1% de óxido de ferro às rações.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (8 e 16h), para evitar fermentação, embaladas em sacos plásticos identificados de acordo com o tratamento e repetição, pesadas e armazenadas a -10°C . Durante o período experimental foi anotada a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade de excreta produzida em cada unidade experimental.

Após o término do experimento, as fezes coletadas foram descongeladas por 24 horas, reunidas por repetições de cada tratamento, homogeneizadas e obtidas amostras de aproximadamente 500g, que após secagem em estufa ventilada a 55°C por 72 horas e resfriadas a temperatura ambiente por 12 horas, foram novamente pesadas, trituradas, e juntamente com as amostras das rações experimentais, tiveram determinados os seus conteúdos de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo e cinzas, de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

A energia bruta dos alimentos, das rações e das excretas foi determinada através da bomba calorimétrica do tipo Parr. Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da torta de girassol foram utilizadas as equações citadas por Matterson et al. (1965) (Apêndice A).

O segundo experimento consistiu em avaliar o desempenho zootécnico dos frangos de corte nas fases de crescimento e terminação.

Foram utilizados 420 pintainhos de corte machos da linhagem Cobb, alojados em aviário convencional, em 42 boxes de $1,50\text{m}^2$ com piso recoberto com cepilho e equipados com comedouro tubular e bebedouro pendular.

Estes pintainhos foram criados até seis dias de idade em círculo de proteção recebendo ração pré-inicial. Após esse período foram alojados nos boxes experimentais, sendo alimentados com ração inicial até os 19 dias de idade. Aos 20 dias os frangos foram individualmente pesados e distribuídos nos 42 boxes, em um

delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo sete tratamentos e mantendo-se o peso médio do lote por unidade experimental. Cada tratamento teve seis repetições de dez aves cada, totalizando 60 frangos por tratamento.

Os tratamentos experimentais consistiram de uma combinação de níveis crescentes de inclusão de torta de girassol (TG) nas rações (0, 6, 12 e 18%) e idade de início do seu fornecimento na ração: dos 20 (Id.1) ou 34 (Id.2) dias, até os 42 dias de idade, totalizando os sete tratamentos, sendo: T1, T2, T3 e T4, correspondente a: 0, 6, 12 e 18% de TG a partir da Id.1, e T5, T6 e T7, correspondente a: 6, 12 e 18% de TG a partir da Id.2. Os frangos dos tratamentos experimentais referentes à idade Id.2 foram alimentados com a ração controle dos 20 aos 33 dias de idade.

As rações experimentais (Tabela 2), para cada idade, foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas, segundo as recomendações citadas nas tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005), sendo fornecidas *ad libitum*. Para a torta de girassol foram considerados os valores da análise bromatológica e da energia metabolizável aparente, obtidos no ensaio de digestibilidade.

Aos 20, 34 e 42 dias de idade foram realizadas pesagens dos frangos e das rações para a obtenção dos dados referentes às características consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA).

Aos 43 dias de idade, após jejum alimentar de seis horas, dois frangos com peso médio de cada unidade experimental, totalizando 12 aves por tratamento, foram insensibilizados por eletronarcose e abatidos por sangria, para avaliação do rendimento de carcaça, de peito, de coxa e sobrecoxa, de moela e de gordura abdominal (gordura contida ao redor da cloaca e dos músculos abdominais adjacentes). Foi considerada carcaça a ave depenada, eviscerada e sem pés e cabeça. O rendimento de carcaça foi calculado com base no peso vivo das aves ao abate, enquanto que o rendimento das partes, da moela e da gordura abdominal foi calculado em relação ao peso da carcaça.

Tabela 2 – Composição percentual calculada das rações experimentais dos 20 aos 33 e dos 34 aos 42 dias de idade.

Ingrediente	Níveis de Torta de girassol (%)							
	20 a 33 dias				34 a 42 dias			
	0	6	12	18	0	6	12	18
Milho	63,09	60,13	57,17	54,22	67,76	64,79	61,84	58,88
Farelo de soja	29,95	27,01	24,06	21,11	25,93	22,98	20,04	17,09
Óleo de soja	3,06	2,95	2,84	2,73	2,86	2,75	2,63	2,52
Torta de girassol	0,00	6,00	12,00	18,00	0,00	6,00	12,00	18,00
Fosfato bicálcio	1,85	1,85	1,85	1,84	1,49	1,49	1,49	1,49
Calcário	0,86	0,84	0,82	0,80	0,75	0,73	0,72	0,70
Sal	0,30	0,31	0,32	0,33	0,39	0,40	0,40	0,41
Suplemento vitamínico-mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-metionina (99%)	0,28	0,26	0,24	0,23	0,23	0,22	0,20	0,19
L- lisina (79%)	0,21	0,25	0,30	0,34	0,29	0,34	0,38	0,42
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Exigências atendidas								
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	19,41	19,41	19,41	19,41	18,03	18,03	18,03	18,03
Fibra bruta (%)	2,98	3,86	4,76	5,65	2,86	3,74	4,62	5,50
Cálcio (%)	0,904	0,904	0,904	0,904	0,763	0,763	0,763	0,763
Fósforo disponível (%)	0,450	0,450	0,450	0,450	0,380	0,380	0,380	0,380
Metionina digestível (%)	0,546	0,540	0,533	0,527	0,484	0,479	0,474	0,469
Metionina+cistina digestível (%)	0,810	0,810	0,810	0,810	0,735	0,737	0,738	0,739
Lisina digestível (%)	1,050	1,050	1,050	1,050	1,021	1,021	1,020	1,019

¹Suplemento vitamínico-mineral (Composição por kg do produto) - **Crescimento (20 a 33 dias)**: vit. A 1.500.000 UI; vit. D₃ 500.000 UI; vit. E 4.500 mg; vit. K₃ 200 mg; vit. B₁ 150 mg; vit. B₂ 1.150 mg; vit. B₆ 400 mg; vit. B₁₂ 3.750 mcg; niacina 7.500 mg; pantotenato de cálcio 1.750 mg; ácido fólico 375 mg; biotina 6,25 mg; cloreto de colina 70.000 mg; ferro 7.500 mg; cobre 17.500 mg; manganês 15.000 mg; zinco 15.000 mg; iodo 300 mg; selênio 75 mg; antioxidante 25.000 mg; coccidiostático 15.000 mg; promotor de crescimento e eficiência alimentar 12.500 mg.

¹Suplemento vitamínico-mineral (Composição por kg do produto) - **Terminação (34 a 42 dias)**: vit. A 1.667.000 UI; vit. D₃ 266.000 UI; vit. E 1.667 mg; vit. K₃ 167 mg; B₁₂ 1.667 mcg; niacina 1.334 mg; ácido fólico 333 mg; cloreto de colina 26.000 mg; ferro 10.000 mg; cobre 2.000 mg; manganês 16.000 mg; zinco 13.334 mg; iodo 300 mg; selênio 73,4 mg; antioxidante 20.000 mg.

Após a avaliação das carcaças e suas partes, o músculo do peito (*pectoralis major*) foi retirado para realização das análises de qualidade da carne. Amostras foram mantidas sob refrigeração a 4°C por 24 horas para as análises de pH, coloração e capacidade de retenção de água.

O pH foi medido diretamente no filé de peito esquerdo com auxílio de um potenciômetro de contato da marca Testo, modelo 205, 24 horas *post mortem*. O ponto de incisão do eletrodo foi o cranial ventral do filé conforme descrito por Boulianne e King (1995), adaptado por Olivo et al. (2001).

As medidas de cor foram realizadas com o colorímetro Minolta, modelo CR-10, na face ventral do filé de peito esquerdo, 24 horas *post mortem*, em

três pontos diferentes de leitura por amostra. Os valores de luminosidade L^* , a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo) foram expressos no sistema de cor CIELAB, sendo considerado o valor de L^* para classificação dos filés, onde amostras com valores de $L^* > 53$ são classificadas como PSE, com valores de $L^* < 44$ como análogos ao DFD e com valores intermediários ($44 \leq L^* \leq 53$) como normais (SOARES et al., 2002). Foi calculado o índice de saturação, ou croma (c^*) e a tonalidade (h^*) através das fórmulas $c^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$ e $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$.

A capacidade de retenção de água foi determinada nas amostras do músculo *pectoralis major*, 24 horas *post mortem*, de acordo com a metodologia descrita por Barbut (1996), no qual se aplica uma pressão sobre o tecido muscular. Cubos de carne de aproximadamente 2,0 g foram colocados entre dois papéis de filtro e estes entre duas placas de acrílico, sobre as quais foi colocado um peso de 10 kg por um período de 5 minutos, em seguida a amostra foi pesada novamente para o cálculo da água perdida, sendo o resultado expresso em percentagem.

Aos 43 dias de idade cinco frangos alimentados com as rações contendo 0, 6, 12 e 18% de TG durante toda a fase experimental, no total de 20 aves, foram submetidos a jejum de 12 horas para coleta de sangue pela veia braquial da asa para determinação dos parâmetros sanguíneos e bioquímicos, sendo determinados o hematócrito, através do método de microematócrito; a concentração de hemoglobina, por meio do método de cianometagemoglobina; a dosagem de proteínas plasmáticas, através do método de refratometria; a contagem de hemácias e leucócitos em hemocitômetro, sendo a contagem diferencial de leucócitos realizada em esfregaço sanguíneo (THRALL, 2007). Os parâmetros bioquímicos avaliados foram glicose, colesterol total e triglicerídeos, através de kits específicos.

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SAEG (2005). As médias dos parâmetros dos frangos alimentados com ração sem torta de girassol foram comparadas com as dos alimentados com rações contendo torta de girassol (sem TG vs com TG). As médias dos parâmetros das aves que iniciaram o consumo das rações contendo torta de girassol aos 20 dias de idade foram comparadas com as das aves que iniciaram aos 34 dias de idade (20 vs 34 dias de idade). Para a estimativa do melhor nível de inclusão de TG nas rações dentro das idades, 20 e 34 dias, foram realizadas análises de regressão, sendo considerado até o efeito quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de Digestibilidade

Os resultados da composição bromatológica da torta de girassol, com base na matéria natural (MN), estão apresentados na Tabela 3. Os valores obtidos estão próximos aos encontrados por San Juan e Villamide (2000) para a proteína bruta (27,01%), extrato etéreo (20,18%), fibra bruta (21,00%), FDN (34,18%), FDA (23,70%) e cinzas (5,67%).

Tabela 3 – Composição bromatológica, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e da fibra bruta (CDFB) e valores energéticos da torta de girassol, com base na matéria natural.

Composição Bromatológica (%)	Valores
Matéria Seca (MS)	91,62
Proteína Bruta (PB)	26,06
Extrato Etéreo (EE)	20,51
Fibra Bruta (FB)	18,57
Fibra em detergente neutro (FDN)	31,49
Fibra em detergente ácido (FDA)	27,73
Cinzas	4,06
Coeficientes de Digestibilidade (%)	
CDMS	46,18
CDPB	60,70
CDEE	81,53
CDFB	6,42
Valores Energéticos	
Energia Bruta (kcal EB/kg)	5.249
Energia Metabolizável Aparente (kcal EMA/kg)	3.000
Energia Metabolizável Aparente corrigida (kcal EMAn/kg)	2.800

A torta de girassol avaliada apresentou maior teor de proteína, menores teores de extrato etéreo e FDN e valores semelhantes de fibra bruta e cinzas quando comparada aos dados reportados por Pinheiro et al. (2007), que foram de 21,58%, 26,55%, 36,58%, 18,28% e 4,17%, respectivamente.

O valor de proteína bruta foi, em média, 15% superior, enquanto o percentual de extrato etéreo foi 28% inferior aos descritos por Fonseca et al. (2007a), que foram 22,64% e 28,04%, respectivamente. Os teores de fibra bruta e

cinzas foram semelhantes aos relatados pelo mesmo autor (19,34 e 4,25%). Estas variações na composição bromatológica da torta de girassol podem ser conseqüência das diferenças no clima, no solo, no cultivo, nas variedades e nos métodos de processamento para extração do óleo (SILVA; PINHEIRO, 2005).

Os coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e da fibra bruta (CDFB), também se encontram na tabela 3 e foram semelhantes aos reportados por Pinheiro et al. (2007), os quais foram 47,18%, 57,57% e 81,59%, respectivamente, exceto para o CDFB (17,34%), que foi inferior neste estudo.

O valor de energia bruta foi de 5.249 kcal/kg MN, portanto, estando próximo ao verificado por Pinheiro et al. (2007) de 5.511 kcal/kg de MN. O valor de EMAn (2.800 kcal/kg) foi 6,67% inferior ao da EMA (3.000 kcal/kg). Convém salientar que esta característica dos valores de EMA serem superiores aos de EMAn é normal, quando estes são determinados em aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para a deposição de tecido muscular (NERY et al., 2007). Portanto, é necessário corrigir os valores estimados de energia pelo balanço de nitrogênio.

O valor determinado de EMAn (2.800 kcal/kg) foi inferior ao apresentado por Pinheiro et al. (2007), que ao incluírem 40% de torta de girassol na ração referência, encontraram 3.115 kcalEMAn/kg. Este maior valor de EMAn provavelmente seja em decorrência do teor mais elevado de extrato etéreo (26,55%), verificado pelos autores. É importante destacar que a porcentagem de substituição constitui uma fonte de variação nas estimativas da energia metabolizável dos alimentos (SAN JUAN; VILLAMIDE, 2000). Para alimentos que afetam o consumo, por ser de baixa palatabilidade ou por apresentar alto teor de fibra, o nível de inclusão deve ser de 20 a 40%. Entretanto, ao comparar os níveis de 20 e 40% de substituição da dieta referência por farelo de girassol, Freitas et al. (2004), citados por Sakomura e Rostagno (2007), verificaram que a substituição em 40% proporcionou redução na EMA em relação ao nível de 20%. Os autores atribuem essa redução ao alto teor de fibra do alimento, que reduz a digestibilidade dos nutrientes em virtude do aumento da taxa de passagem, dificultando o acesso das enzimas digestivas aos nutrientes durante a digestão. Portanto, para determinar a EMA pelo método da coleta total de excretas recomenda-se substituir 20% da dieta referência.

Ao comparar o valor de EMAn obtido neste experimento com a do grão (4.815 kcalEMAn/kg) e a do farelo de girassol (1.459 kcalEMAn/kg), determinados por Mantovani et al. (2000), aliado aos dados da composição bromatológica, verifica-se que a torta de girassol pode ser considerada um alimento de valor nutricional intermediário, passível de utilização na alimentação de frangos de corte, porém tendo como fator limitador o seu elevado teor de fibra. Sabe-se que um dos efeitos da elevada concentração de fibra na dieta de frangos de corte está associado ao aumento da sua taxa de passagem, resultando em menor tempo para a digestão e absorção dos nutrientes, afetando negativamente o desempenho dos animais. Além disso, a baixa digestibilidade da fibra promove um efeito diluidor da energia metabolizável, afetando a digestibilidade dos outros nutrientes da dieta (WARPECHOWSKI, 2005).

Desempenho dos frangos

Os resultados de desempenho dos frangos de corte se encontram na Tabela 4, na qual não foi verificada interação entre tipo de ração e idade de início de consumo da TG. Também não foram observados efeitos ($P>0,05$) do tipo de ração sobre o consumo de ração e conversão alimentar. No entanto, observou-se que os frangos alimentados com ração contendo torta de girassol (TG) apresentaram maior ganho de peso ($P<0,05$) que os alimentados com ração controle.

Houve efeito da idade ($P<0,05$) de início do fornecimento da TG na ração sobre os parâmetros de desempenho estudados. Os frangos que tiveram a inclusão da TG aos 20 dias de idade apresentaram maior consumo de ração, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

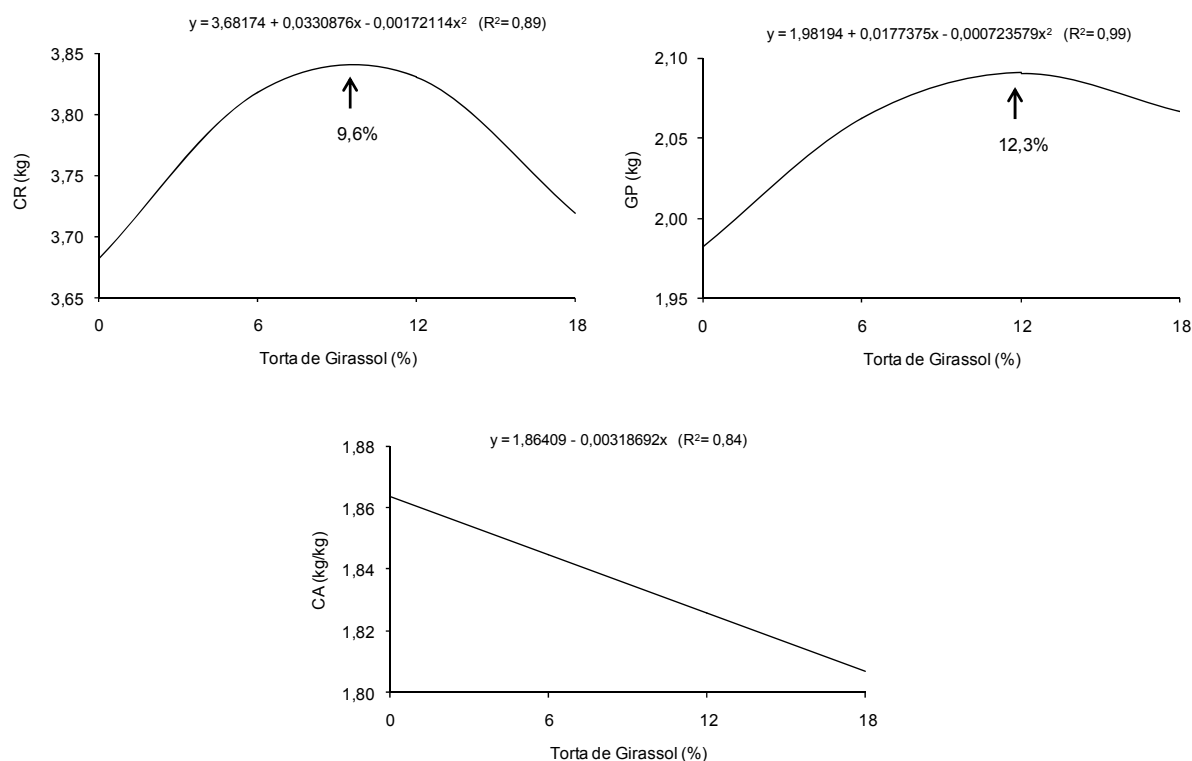
Ao analisar os efeitos dos níveis de inclusão de TG na ração a partir de 20 dias de idade verificou-se resposta quadrática para consumo de ração e ganho de peso, e linear para a conversão alimentar ($P<0,05$). O estudo da regressão mostrou que houve aumento no consumo com ponto de máximo em 9,6% de TG na ração, conforme a equação $Y = 3,68174 + 0,0330876X - 0,00172114X^2$ ($R^2 = 0,89$) (Figura 1), declinando nos níveis mais elevados, indicando que existe uma limitação de inclusão da TG em dietas de frangos de corte com 20 dias de idade.

Tabela 4 – Valores médios dos parâmetros de desempenho de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com ou sem torta de girassol (TG) a partir dos 20 ou 34 dias.

	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar (kg/kg)
Tipo de ração			
Com TG	3,747	2,038 a	1,84
Sem TG	3,692	1,984 b	1,86
Média	3,720	2,011	1,85
F	NS	*	NS
CV (%)	2,73	3,16	1,81
Idade de início de consumo da TG na ração			
20 dias	3,786 a	2,073 a	1,83 b
34 dias	3,707 b	2,004 b	1,85 a
Média	3,747	2,038	1,84
F	**	**	*
CV (%)	2,45	2,82	1,77
Interação Tipo de ração x Idade			
F	NS	NS	NS
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de TG na ração (%) aos 20 dias de idade			
0	3,692	1,984	1,86
6	3,788	2,056	1,85
12	3,861	2,097	1,84
18	3,710	2,065	1,80
Média	3,763	2,050	1,84
ER	Q**	Q*	L**
CV (%)	2,35	2,71	1,45
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de TG na ração (%) aos 34 dias de idade			
0	3,692	1,984	1,86
6	3,666	1,982	1,85
12	3,760	2,036	1,85
18	3,696	1,994	1,85
Média	3,703	1,999	1,85
ER	NS	NS	NS
CV (%)	2,58	2,63	1,71

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * (P<0,05); ** (P<0,01); Q = efeito quadrático; L = efeito linear.

Figura 1 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com torta de girassol a partir de 20 dias de idade.



O aumento do consumo de ração pode ter sido ocasionado por ajustes fisiológicos, frente às mudanças nos níveis de fibra das dietas, bem como do teor de gordura presente. Esses dois componentes desempenham papéis fisiológicos diferentes no trato gastrointestinal (TGI) com relação aos efeitos sobre a taxa de passagem do alimento. Provavelmente o teor de fibra, tenha provocado uma maior taxa de passagem da digesta, primariamente causando uma ação física sobre o epitélio, que se refletiu no aumento da motilidade, levando ao esvaziamento mais rápido do intestino e, portanto, aumentando o consumo de ração (BERTECHINI, 2006).

Esses resultados discordam dos relatados por Fonseca et al. (2007b), que não encontraram diferenças no consumo dos frangos a partir dos 14 dias de idade, alimentados com rações contendo 12% de TG. Semelhantemente, Scerbo et al. (2009) não verificaram efeitos da TG sobre o consumo de ração de frangos à partir dos 25 dias, recomendando a inclusão de até 12% de TG na alimentação destas aves.

Os níveis crescentes de TG provocaram o aumento nos teores de fibra e gordura das rações, o que provavelmente influenciou o consumo, diminuindo-o, acima de 9,6%. A TG utilizada neste experimento continha 20,51% EE, portanto, ao se elevar o seu conteúdo nas rações, aumentou-se a concentração de gordura.

Segundo Reece (2006), o aumento de lipídeos no duodeno estimula a liberação do hormônio colecistoquinina, que além de aumentar a secreção pancreática, atua no centro de saciedade, interferindo no reflexo enterogástrico, diminuindo a velocidade de esvaziamento do sistema gastrointestinal, com conseqüente inibição do consumo de ração. Esse efeito foi verificado por Mateos, Sell e Eastwood (1982), que ao estudarem dietas acrescidas de gordura para poedeiras, constataram que o consumo diminuiu devido à redução na taxa de passagem do alimento pelo TGI.

Por outro lado, o aumento da fibra também pode ter afetado o consumo, uma vez que altas concentrações desse componente levam a uma distensão gástrica, em virtude da retenção de água, saciando a fome e reduzindo a ingestão de alimento.

Diante da limitação de estudos relacionados ao uso da TG em rações de frangos de corte e, considerando-se que a mesma possui características intermediárias entre o grão e farelo de girassol, é possível relacionar os resultados obtidos com os observados em estudos com estes alimentos.

Furlan et al. (2001), avaliando a substituição da proteína do farelo de soja pela do farelo de girassol (FG), verificaram que, na fase de crescimento, o consumo de ração apresentou comportamento quadrático, com a inclusão máxima de 13,17% de FG nas rações de frangos de corte. Eles atribuíram esse efeito aos teores aumentados de fibra bruta nas dietas.

Segundo Tavernari et al. (2009) o consumo de ração de frangos alimentados com níveis crescentes de FG (0, 5, 10, 15 e 20%) na fase inicial reduziu linearmente, em virtude dos altos teores de fibra, porém na fase de crescimento não foram encontradas diferenças para este parâmetro, embora 10% de FG tenha apresentado menor consumo. A inclusão de grãos de girassol (0, 5, 10, 15 e 20%) na alimentação de frangos foi estudada por Selvaraj e Purushothaman (2004), que não observaram efeitos no consumo de ração para a inclusão de até 20%.

Semelhante ao consumo de ração, o ganho de peso apresentou comportamento quadrático para os níveis crescentes de TG (Figura 1), demonstrado

pela equação $Y = 1,98194 + 0,0177375X - 0,000723579X^2$ ($R^2 = 0,99$), com ponto de máximo em 12,3%, em conformidade aos 12% encontrado por Scerbo et al. (2009), que ao estudarem a inclusão de TG na ração de frangos de corte à partir de 25 dias de idade, não observaram efeitos deletérios sobre esta variável.

A redução do ganho de peso, em decorrência da maior inclusão de TG, provavelmente está relacionada à crescente concentração de fibra na ração, que afetou o consumo, reduzindo a ingestão diária dos nutrientes.

Vale ressaltar que o alto teor de fibra, que possui baixa digestibilidade pelas aves, aumenta a viscosidade intestinal, reduzindo a digestão e absorção dos nutrientes da dieta (BRITO et al., 2008), além de reduzir a concentração de energia das rações (JANSSEN; CARRÉ, 1989), comprometendo o desempenho dos animais.

Fonseca et al. (2007b) constataram que no período de 14 a 42 dias de idade os frangos apresentaram redução linear no ganho de peso com os níveis crescentes de TG (0, 3, 6, 9 e 12%), diferentemente do encontrado neste estudo, no qual o ganho de peso aumentou com até 12,3% de inclusão de TG e, a partir daí começou a reduzir.

Os resultados obtidos concordam com os de Furlan et al. (2001) que verificaram efeito quadrático, com ponto de máximo de 12,04% de FG, no ganho de peso dos frangos à partir de 22 dias de idade, atribuindo a piora no ganho de peso aos teores aumentados de fibra bruta.

A conversão alimentar apresentou redução linear para os níveis crescentes de TG incluídos a partir de 20 dias de idade (Figura 1), demonstrada pela equação $Y = 1,86409 - 0,00318692X$ ($R^2 = 0,84$). Esse resultado diverge dos apresentados por Fonseca et al. (2007b) e Scerbo et al. (2009) que observaram piora na conversão alimentar dos frangos alimentados com níveis crescentes de TG na ração dos frangos de corte à partir de 14 e 25 dias, respectivamente. Tavernari et al. (2009) demonstraram que a inclusão de 20% de FG na ração de frangos de corte melhorou a conversão alimentar, o que provavelmente se deve ao nível de óleo na ração, que pode ter melhorado a digestibilidade da mesma (TAVERNARI et al., 2008).

Jacob et al. (1996) e Furlan et al. (2001) não obtiveram efeitos da substituição parcial (30%) do farelo de soja pela TG e FG, respectivamente, sobre a eficiência e conversão alimentar dos frangos de corte.

O comportamento linear registrado para a conversão alimentar deve-se provavelmente à redução no consumo de ração sem alterações expressivas no ganho de peso. Talvez esse efeito positivo possa estar relacionado ao maior conteúdo de gordura na ração, conforme se elevou o nível de TG, que influenciou na taxa de passagem do alimento pelo TGI, melhorando a digestibilidade e absorção dos nutrientes da dieta (MATEOS; SELL; EASTWOOD, 1982).

A inclusão de níveis crescentes de TG à partir de 34 dias de idade não afetou ($P>0,05$) o ganho de peso dos frangos, o que encontra-se em conformidade com os resultados de Fonseca et al. (2007b) e Scerbo et al. (2009), ambos recomendando a inclusão de 12% de TG na fase final de criação, porém vale lembrar que este nível foi o máximo testado por estes autores.

O fornecimento de TG à partir de 34 dias não afetou a conversão alimentar dos frangos, assim como verificado por Fonseca et al. (2007b). Apesar do maior teor de fibra na ração, em virtude dos níveis de TG, é possível que a digestibilidade dos componentes da dieta não tenha sido muito afetada pela inclusão de 18% de TG na fase de terminação, o que concorda com os dados de Selvaraj e Purushothaman (2004) que incluíram até 20% de grão de girassol na ração de frangos. Isso pode ser explicado pelo fato das aves adultas possuírem maior secreção de celulase e hemicelulase (JANSSEN e CARRÉ, 1989), digerindo melhor a fibra das rações.

Com relação à avaliação da carcaça observa-se que não houve interação entre tipo de ração e idade de início de consumo da TG. O tipo de ração afetou ($P<0,05$) o rendimento de coxa e sobrecoxa e da moela, enquanto que os demais parâmetros não sofreram interferência. Comparando as idades de início de fornecimento de TG na ração não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos parâmetros de carcaça avaliados (Tabela 5).

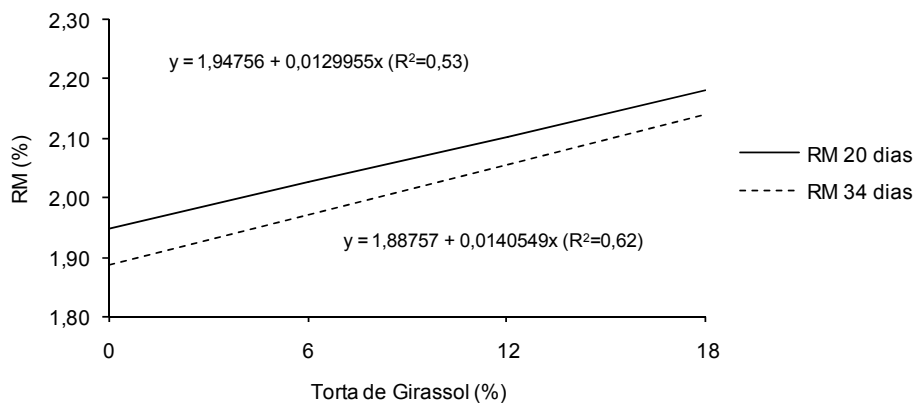
Dentro da idade Id.1 (início de fornecimento da TG aos 20 dias) os níveis crescentes de inclusão de TG afetaram somente o rendimento de moela, que apresentou comportamento linear crescente, expresso pela equação $Y = 1,94756 + 0,0129955X$ ($R^2 = 0,53$) (Figura 2). Este efeito foi observado também para os frangos que começaram a ingerir TG aos 34 dias de idade, expresso pela equação $Y = 1,88757 + 0,0140549X$ ($R^2 = 0,62$).

Tabela 5 – Valores médios de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte, aos 43 dias de idade, alimentados com ou sem torta de girassol (TG) a partir dos 20 ou 34 dias.

	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa e Sobrecoxa (%)	Moela (%)	Gordura Abdominal (%)
Tipo de ração					
Com TG	72,89	38,69	29,10 b	2,10 a	2,58
Sem TG	73,10	38,36	29,96 a	1,86 b	2,68
Média	72,99	38,52	29,53	1,98	2,63
F	NS	NS	*	*	NS
CV (%)	1,77	2,52	2,41	7,39	11,18
Idade de início de consumo da TG na ração					
20 dias	72,64	38,78	28,89	2,13	2,68
34 dias	73,14	38,60	29,30	2,06	2,47
Média	72,89	38,69	29,09	2,09	2,57
F	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	1,73	2,53	2,31	7,31	11,18
Interação Tipo de ração x Idade					
F	NS	NS	NS	NS	NS
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de TG na ração (%) aos 20 dias de idade					
0	73,10	38,36	29,96	1,86	2,68
6	73,00	39,34	28,83	2,12	2,73
12	72,17	38,37	28,93	2,17	2,53
18	72,75	38,61	28,93	2,10	2,79
Média	72,75	38,67	29,16	2,06	2,68
ER	NS	NS	NS	L*	NS
CV (%)	1,95	2,79	2,46	7,45	10,96
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de TG na ração (%) aos 34 dias de idade					
0	73,10	38,36	29,96	1,86	2,68
6	72,85	38,16	29,48	1,95	2,53
12	73,28	38,32	29,90	2,18	2,38
18	73,27	39,31	28,51	2,07	2,51
Média	73,12	38,54	29,46	2,01	2,52
ER	NS	NS	L*	L*	NS
CV (%)	1,65	2,23	2,38	7,46	11,32

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * (P<0,05); Q = efeito quadrático; L = efeito linear.

Figura 2 – Rendimento de moela (RM) de frangos de corte alimentados com torta de girassol a partir de 20 e 34 dias de idade.



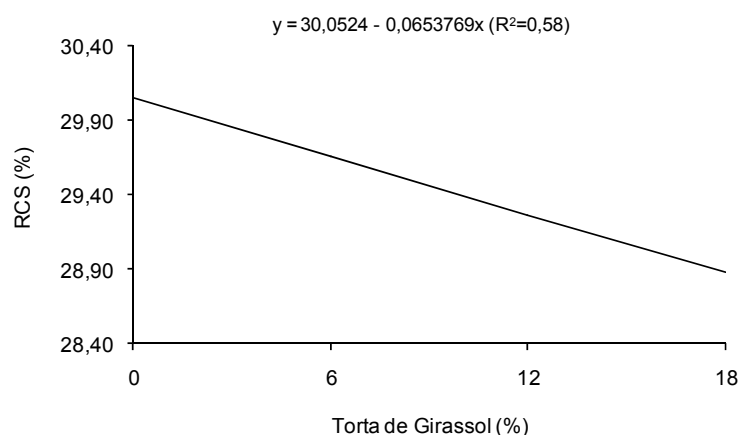
Estes resultados corroboram aos obtidos por Fonseca et al. (2007b), que atribuíram este comportamento a uma possível hipertrofia do órgão, que devido aos maiores teores de fibra da ração, em decorrência da maior inclusão de TG, foram mais exigidos no processo de digestão.

É conveniente salientar que a moela é o estômago mecânico das aves e atua também como um filtro, retendo ou permitindo a passagem de partículas para o duodeno. Como as partículas fibrosas são mais resistentes a moagem, elas permanecem mais tempo na moela até que atinjam um tamanho adequado, exigindo mais do órgão e, além disso, interferindo na velocidade de trânsito da digesta (MATEOS et al., 2006).

Dentro da idade Id.2 (início de fornecimento da TG aos 34 dias) o rendimento de coxa e sobrecoxa (RCS) foi afetado ($P < 0,05$) pelos tratamentos experimentais, apresentando efeito linear decrescente, representado pela equação $Y = 30,0524 - 0,0653769X$ ($R^2 = 0,58$) (Figura 3).

Fonseca et al. (2007b) observaram queda no rendimento de carcaça quando os frangos foram alimentados com rações contendo até 12% de TG, porém os rendimentos de peito e coxa e sobrecoxa não foram afetados. Já Tavernari et al. (2009) não observaram efeitos da inclusão de 20% de FG sobre as características de carcaça.

Figura 3 – Rendimento de coxa e sobrecoxa (RCS) de frangos de corte alimentados com torta de girassol a partir de 34 dias de idade.



Os resultados médios dos parâmetros de qualidade da carne avaliados constam na Tabela 6, sendo verificado que não houve interação entre o tipo de ração e a idade de início de consumo da TG. A presença ou ausência de TG na ração não influenciou ($P > 0,05$) os parâmetros de coloração (L^* , a^* , b^* , croma e tonalidade) e a capacidade de retenção de água, porém o pH sofreu uma redução ($P < 0,05$) quando os frangos de corte foram alimentados com rações contendo TG. Com relação à idade de início de consumo de TG na ração, esta não influenciou os parâmetros de qualidade avaliados.

Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) dos níveis crescentes de TG na ração a partir de 20 ou 34 dias, sobre o pH, CRA e parâmetros de cor. O pH é uma medida importante, pois está correlacionada diretamente com a cor e a capacidade de retenção de água. Os valores de pH verificados são similares aos relatados por Garcia et al. (2005), na faixa de 6,0.

A capacidade de retenção de água (CRA) consiste na propriedade da carne em reter água durante a aplicação de forças externas, sendo de grande importância no que diz respeito à qualidade, uma vez que as perdas de umidade levam, conseqüentemente, a perda de peso, além de afetar a sua maciez (ROÇA, 2010). Como observado, não houve efeito dos níveis de TG sobre esta variável, demonstrando a manutenção da qualidade da carne.

Tabela 6 – Valores médios dos parâmetros de qualidade da carne do filé de peito de frangos de corte, 24 h após o abate, alimentados com ou sem torta de girassol (TG) a partir dos 20 ou 34 dias de idade.

	pH	L	a	b	Croma	Tonalidade	CRA (%)
Tipo de ração							
Com TG	6,00 b	51,02	1,53	10,82	10,96	82,18	69,97
Sem TG	6,09 a	50,39	1,42	10,13	10,25	82,11	69,17
Média	6,02	50,93	1,52	10,72	10,86	82,17	69,86
F	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,03	5,82	62,64	16,79	17,06	5,43	4,34
Idade de início de consumo da TG na ração							
20 dias	6,02	50,91	1,49	10,84	10,99	82,58	70,27
34 dias	5,99	51,12	1,57	10,79	10,93	81,78	69,68
Média	6,00	51,02	1,53	10,82	10,96	82,18	69,97
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,12	5,61	63,98	15,65	16,01	5,49	4,41
Interação Tipo de ração x Idade							
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de TG na ração (%) aos 20 dias de idade							
0	6,09	50,39	1,42	10,13	10,25	82,11	69,17
6	6,00	50,28	1,89	10,61	10,81	80,31	70,07
12	6,04	50,83	1,08	10,95	11,04	84,62	70,91
18	6,02	51,63	1,50	10,97	11,11	82,81	69,82
Média	6,04	50,78	1,47	10,66	10,80	82,46	69,99
ER	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	1,89	6,40	71,26	19,38	19,79	5,80	3,88
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de TG na ração (%) aos 34 dias de idade							
0	6,09	50,39	1,42	10,13	10,25	82,11	69,17
6	5,99	51,56	1,52	10,42	10,54	81,75	69,74
12	5,96	50,65	1,70	11,33	11,49	81,51	69,35
18	6,00	51,15	1,49	10,62	10,74	82,09	69,95
Média	6,01	50,94	1,53	10,62	10,76	81,87	69,55
ER	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,06	5,81	51,61	16,56	16,56	4,84	4,83

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * (P<0,05); CRA = capacidade de retenção de água.

A cor é um parâmetro que exerce grande influência na qualidade da carne, visto que, normalmente o consumidor a relaciona com o frescor e a qualidade

do produto como um todo (ROÇA, 2010). Os valores de luminosidade são utilizados para a classificação da carne em PSE, DFD e normal. Os resultados de luminosidade (L^*) verificados permitem concluir que as carnes foram semelhantes quanto ao brilho, sendo classificadas como normais ($44 \leq L^* \leq 53$), segundo Soares et al. (2002), o que corrobora com Olivo et al. (2001) que citam como ideal luminosidade com valores próximos a 50. Os resultados do croma e da tonalidade indicam que o aumento dos níveis de inclusão da TG não afetou estas variáveis, o que era esperado, visto que elas dependem dos valores de a^* e b^* .

Com relação aos parâmetros hematológicos (Tabela 7), verificou-se efeito ($P < 0,01$) dos níveis de inclusão da TG sobre a hemoglobina e a contagem de eosinófilos. Não foram encontrados efeitos ($P > 0,05$) nos demais parâmetros avaliados.

Tabela 7 – Valores médios dos parâmetros hematológicos e bioquímicos obtidos com frangos de corte alimentados com níveis crescentes de torta de girassol.

Parâmetros	Níveis de torta de girassol (%)				Média	ER	CV (%)	VR
	0	6	12	18				
Ht (%)	30,8	29,4	31,2	29,8	30,3	NS	5,13	22-35
Hb (g/dL)	6,77	7,06	7,58	6,30	6,92	Q**(8,3%)	8,56	7-13
He ($10^6/\text{mm}^3$)	2,18	1,92	1,91	1,82	1,97	NS	9,03	2,5-3,5
PP (%)	3,4	3,5	3,4	3,3	3,4	NS	11,21	-
Leuc. ($/\text{mm}^3$)	6.564	8.140	6.952	7.336	7.248	NS	16,01	12-30x10 ³
Linf. ($/\text{mm}^3$)	3.170	4.194	3.243	3.212	3.455	NS	24,16	7-17 x10 ³
Het. ($/\text{mm}^3$)	2.769	3.163	2.423	3.630	2.996	NS	22,67	3-6 x10 ³
Mon. ($/\text{mm}^3$)	457	507	495	369	457	NS	36,07	150-2000
Eos. ($/\text{mm}^3$)	168	789	273	124	339	Q**(8,1%)	58,74	0-1000
Glicose (mg/dL)	164,45	174,11	168,73	167,30	168,65	NS	10,82	167,80 ¹
Triglic. (mg/dL)	92,00	78,00	81,00	81,60	83,15	Q*(11,3%)	8,16	-
Coolest. (mg/dL)	103,00	107,40	104,80	110,40	106,40	NS	18,15	-

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$); Q = efeito quadrático; VR = valores de referência citados por Wakenell (2010); ¹Kaneko, Harvey e Bruss (1997); Ht = hematócrito; Hb = hemoglobina; He = hemácias; PP = proteínas plasmáticas; Leuc = leucócitos; Linf = linfócitos; Het = heterófilos; Mon = monócitos; Eos = eosinófilos; Triglic = triglicerídeos; Colest = colesterol; Dados em % foram transformados em $\arcsin \sqrt{x}$, apenas para análise; Dados de contagem de células foram transformados em \sqrt{x} , apenas para análise.

A hemoglobina e a contagem de eosinófilos apresentaram comportamento quadrático, representado, respectivamente, pelas equações: $Y =$

$6,68065+0,189026X-0,011382X^2$, ($R^2= 0,78$) e $Y= 229,771+86,97X-5,34667X^2$, ($R^2= 0,61$), com pontos de máximo de 8,3 e 8,1%. Os valores obtidos para os parâmetros hemoglobina, hematócrito, heterófilos, monócitos e eosinófilos foram similares aos valores de referência para frangos de corte descritos por Wakenell (2010), enquanto que os leucócitos e linfócitos apresentaram valores inferiores. Os níveis de proteínas plasmáticas estão próximos aos relatados por Cardoso e Tessari (2003) (3,4% para frangos com 45 dias).

A inclusão de níveis crescentes de TG na ração não influenciou ($P>0,05$) os parâmetros glicose e colesterol (Tabela 7), enquanto que o teor de triglicerídeos apresentou resposta quadrática ($P<0,05$), representada pela equação de regressão $Y= 91,03-2,295X+0,101389X^2$ ($R^2= 0,83$), com ponto de mínimo de 11,3%. Os teores de glicose obtidos no presente estudo foram similares aos reportados por Kaneko, Harvey e Bruss (1997). Segundo Raber et al. (2008), níveis crescentes de óleo na ração de frangos de corte não afetaram os níveis de colesterol, porém elevaram os teores de triglicerídeos. Vale ressaltar que os valores médios de triglicerídeos e colesterol foram similares aos verificados por GONZÁLEZ et al. (2001) em aves sadias. Considerando-se os parâmetros sanguíneos e bioquímicos pode-se concluir que as aves estavam sadias.

CONCLUSÃO

A torta de girassol apresentou coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EE e FB de 46,18; 60,70; 81,53 e 6,42%, respectivamente, e valor de EMAn de 2.800 kcal/kg na matéria natural. Considerando a conversão alimentar, principal parâmetro de desempenho, recomenda-se a sua inclusão em até 18% nas rações dos frangos de corte a partir de 20 ou 34 dias de idade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Biodiesel**. 2010. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

ALBINO, L. F. T.; FERREIRA, A. S.; FIALHO, E. T.; CESAR, S. S. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 207-220, 1982.

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. Disponível em: <www.iva.it.vetzoo/old/nr_26/pdf/antoskiewicz.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2010.

BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, n. 3, p. 455-457, 1996.

BERTECHINI, G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2005. 301p.

BRITO, M. S.; OLIVEIRA C. F. S.; SILVA, T. R. G.; LIMA, R. B.; MORAIS, S. N.; SILVA, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos: revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008.

CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 419-424, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Embrapa ajuda Alto Sertão a produzir girassol com alta produtividade**. 2010. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=5828>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W.; BRUNELLI, S. R.; SILVA, C. A.; CABRERA, L.; SANTOS, D. D.; SAZAKA, J. H.; SOUZA, L. F. A. Determinação dos valores energéticos e dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da torta de girassol para frangos de corte. In: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...Londrina: Associação Brasileira de Zootecnistas**, 2007a.

FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W.; BRUNELLI, S. R.; SILVA, C. A.; SAZAKA, J. H. Torta de girassol na alimentação de frangos de corte. In: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...Londrina: Associação Brasileira de Zootecnistas**, 2007b.

FURLAN, A. C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A. E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E. N. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 158-164, 2001.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; COSTA, C.; PAZ, I. C. L. A.; TAKAHASHI, S. E.; PELÍCIA, K. P.; KOMIYAMA, C. M.; QUINTEIRO, R. R. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 5, p. 634-643, 2005.

GONZÁLEZ, F. H. D.; HAIDA, K. S.; MAHL, D.; GIANNESI, G.; KRONBAUER, E. Incidência de doenças metabólicas em frangos de corte no Sul do Brasil e uso de perfil bioquímico sanguíneo para o seu estudo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 141-147, 2001.

JACOB, J. P.; MITARU, B. N.; MBUGUA, P. N.; BLAIR, R. The feeding value of Kenyan sorghum, sunflower seed cake and sesame seed cake for broilers and layers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 41-56, 1996.

JANSSEN; W. M. M. A.; CARRÉ, B. Influence of fiber on digestibility of poultry feeds. In: Cole, D. J. A.; HARESIGN, W. (Ed.). **Recent developments in poultry nutrition**. London: Butterworths, 1989. p. 78-93.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 th ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

MANTOVANI, C.; FURLAN, A. C.; MURAKAMI, A. E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SARTOLIN, M. L. R. Composição química e valor energético do farelo e da semente de girassol para frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 745-749, 2000.

MATEOS, G. G.; LÁZARO, R.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; JIMÉNEZ, E.; VICENTE, B. Efectos de la fibra dietética em piensos de iniciación para pollitos y lechones. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 22, 2006, Barcelona. Disponível em: < http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/54-fibra_piensos_iniciacion.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2010.

MATEOS, G. G.; SELL, J. L.; EASTWOOD, J.A. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 1, p. 94-100, 1982.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L. M.; STUTUZ, N.W.; SINGSEN, E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Connecticut: Agricultural Experiment Station**. 1965. p. 3-15, (Research Report., 7).

NERY, L. R.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CAMPOS, A. M. A.; SILVA, C. R. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

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

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I. SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v. 25, n. 4, p. 271-283, 2001.

PINHEIRO, J. W.; BRUNELLI, S. R.; FONSECA, N. A. N.; OBA, A.; SILVA, C. A.; SILVA, V. A.; CASTRO, L. M.; FERNANDES, P. A.; PASSAMAI, A. P. S.; PIATTO, V. C. Avaliação do valor nutritivo e energético da torta de girassol para frangos de corte. In: ZOOTEC, 2007, Londrina. **Anais...**Londrina: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2007.

RABER, M. R.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M.; ARNAIZ, V.; LABRES, R. V. Desempenho, metabolismo e níveis plasmáticos de colesterol e triglicerídeos em frangos de corte alimentados com óleo ácido e óleo de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1730-1736, 2008.

REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.

ROÇA, R. O. Propriedades da carne. Disponível em: <<http://www.pucrs.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca107.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2005.

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

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

SCERBO, D. C.; KORITIAKI, N. A.; CAMOLEZZI, G. B.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N. Desempenho de frangos de corte alimentados com torta de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

SENKOYLU, N.; DALE, N. Nutritional of a high-oil sunflower meal in broiler starter diets. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 15, n. 1, p. 40-47, 2006.

SELVARAJ, R. K.; PURUSHOTHAMAN, M. R. Nutritive value of full-fat sunflower seeds in broiler diets. **Poultry Science**, Savoy, v. 83, n. 3, p. 441-446, 2004.

SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W. Girassol na alimentação de suínos e aves. In: LEITE, R. M. V. B. C; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 93-121.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SOARES, A. L.; LARA, J. A. F.; IDA, E. I.; GUARNIERI, P. D.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Variation in the colour of Brazilian broiler breast fillet. **Proceedings International Congress of meat Science and Technology**, Roma, v. 48, p. 540-541, 2002.

TAVERNARI, F. C.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; ALBINO, L. F.T.; ROSTAGNO, H. S.; VIEIRA, R. A.; SILVA, C. R. Efeito da utilização de farelo de girassol na dieta sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1745-1750, 2009.

TAVERNARI, F. C.; ALBINO, L. F. T.; MORATA, R. L.; DUTRA JUNIOR, W. M.; ROSTAGNO, H. S.; VIANA, M. T. S. Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation, in broiler diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 10, n. 4. p. 233-238, 2008.

THRALL, M. A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. 592p.

WAKENELL, P. S. Hematology of chickens and turkeys. In: WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. (Ed.). **Schalm's veterinary hematology**. 6 th ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2010. p. 958-967.

WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento**. 2005. 215f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ARTIGO 2

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE
DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM GLICERINA PURA**

**PERFORMANCE, CARCASS TRAITS AND MEET QUALITY OF BROILER
CHICKENS FED WITH PURE GLYCERIN**

RESUMO

Dois experimentos foram realizados com objetivo de determinar os valores energéticos da glicerina pura (GLI) de origem animal em frangos de corte e avaliar os seus efeitos sobre o desempenho, características de carcaça, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos. No primeiro experimento a EMA e a EMAn determinadas foram de 4.015 e 3.911 kcal/kg na matéria natural, respectivamente, para uma inclusão de 6% de GLI na ração teste. O segundo experimento foi conduzido com 480 pintinhos com 6 dias de idade, submetidos a dez tratamentos experimentais que consistiram em uma ração testemunha (0% GLI) e da combinação de três níveis de GLI na ração (4, 8 e 12%) e três idades de início do seu fornecimento, 6 (Id.1), 20 (Id.2) ou 34 (Id.3) dias. Foi observado que a inclusão de GLI a partir da Id.1 afetou somente a conversão alimentar, que apresentou resposta quadrática (ponto de mínimo: 3,0%). Para o fornecimento a partir da Id.2 os parâmetros de desempenho e de carcaça não foram afetados pelos níveis de GLI. Para a Id.3, foram observados efeitos quadráticos para consumo de ração, ganho de peso e rendimento de carcaça (pontos de máximo: 5,1; 4,6 e 6,4%, respectivamente), e linear decrescente para o rendimento de coxa e sobrecoxa. Independente da idade, os parâmetros de qualidade da carne não foram influenciados pelos níveis de GLI na ração, exceto a capacidade de retenção de água que teve efeito linear decrescente para os níveis de GLI fornecidos a partir da Id.1. Observou-se efeitos lineares crescentes dos níveis de GLI sobre os parâmetros hemoglobina e proteínas plasmáticas. Considerando a conversão alimentar a GLI pode ser incluída nas rações dos frangos de corte em 3% a partir dos 6 dias e 12% a partir dos 20 ou 34 dias de idade.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Biodiesel. Energia metabolizável. Nutrição. Parâmetros sanguíneos.

ABSTRACT

Two experiments aiming to determine energetic values of pure glycerin (GLY) from animal origin for broiler chickens were carried out. Also, its affects on animals performance, carcass traits, meat quality and blood parameters were evaluated. In Experiment 1 AME and AMEn were 4,015 and 3,911 kcal/kg as natural matter, respectively, for an inclusion of 6% of GLY in the experimental ration. In Experiment 2, four hundred and eighth chicks aging 6 days old, were assigned to ten experimental treatments consisted of a control diet (0% GLI) and the combination of three levels of GLI in the diet (4, 8 and 12%) and three ages at first feeding, 6 (A1), 20 (A2) or 34 (A3) days. It was observed that the inclusion of GLI from the A1 affected only the feed conversion that quadratic effect (minimum point: 3.0%). For the feeding at A2 the performance parameters and carcass were not affected by the levels of GLI. At A3, quadratic effects were observed for feed intake; weight gain and carcass yield (maximum points: 5.1, 4.6 and 6.4% respectively) and decreased linearly to yield thigh and drumstick. Regardless of age, the meat quality parameters were not influenced by the levels of GLI in the diet, except the ability to retain water, which had negative linear effects on the levels of GLI supplied from A1. A linear effect of increasing levels of GLI on the parameters hemoglobin and plasma proteins was observed. In conclusion, considering the feed conversion, the GLI can be included in the diets of broilers at 3% after 6 days and 12% from 20 or 34 days.

Keywords: Alternative feed. Biodiesel. Blood parameters. Metabolizable energy. Nutrition.

INTRODUÇÃO

Como os biocombustíveis constituem fonte renovável de energia limpa, e a sua queima libera menos CO₂ do que os combustíveis fósseis, a produção mundial de biodiesel a partir de óleos e gorduras vegetais e animais tem aumentado rapidamente nos últimos anos. A produção brasileira de biodiesel em 2009 foi de 1,6 bilhões de litros, e a obrigatoriedade da sua inclusão na proporção de 5% no óleo diesel em 2010, elevou esta produção a mais de 2 bilhões de litros (ANP, 2010). A glicerina é o principal subproduto originado do processo de produção de biodiesel oriundo de óleos e gorduras, através da transesterificação, sendo que para cada litro de biodiesel produzido são gerados cerca de cem mililitros de glicerina bruta.

Tradicionalmente a glicerina purificada é usada na indústria cosmética, farmacêutica e alimentar, mas a crescente produção de biodiesel tem provocado aumentos significativos na sua disponibilização, gerando incertezas a respeito do seu destino, uma vez que a sua oferta é muito maior que a demanda. Assim, se torna necessária a viabilização de novos destinos para este subproduto.

A glicerina pode ser considerada uma fonte de carboidratos para a alimentação animal, se apresentando como fonte promissora de energia nas rações de frangos de corte (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008). Em virtude do seu baixo peso molecular, possui alta taxa de absorção intestinal, e no fígado poderá ser convertida, via gliconeogênese, em glicose ou ser oxidada, através da glicólise e ciclo de Krebs, para a produção de energia (ROBERGS; GRIFFIN, 1998).

Alguns estudos já foram desenvolvidos visando caracterizar e avaliar os efeitos da glicerina pura e bruta na alimentação de frangos de corte (SIMON; BERGNER; SCHWABE, 1996; CERRATE et al., 2006; WALDROUP, 2007; MENTEN; PEREIRA; RACANICCI, 2008; GIANFELICI, 2009; GUERRA, 2010).

De acordo com Barteczko e Kaminski (1999) citados por Min et al. (2010) a energia bruta da glicerina pura é de 4.310 kcal/kg, sendo eficientemente utilizada pelos frangos de corte (4.200 kcalEMAn/kg). Dozier et al. (2008) determinaram a EMAn da glicerina bruta em frangos de corte em diferentes idades e obtiveram 3.621 kcalEMAn/kg entre 7 e 10 dias, 3.331 kcalEMAn/kg entre 21 e 24 dias e 3.349 kcalEMAn/kg entre 42 e 45 dias, sendo estes valores similares aos da energia bruta (EB) (3.625 kcal/kg), comprovando a sua alta disponibilidade energética. Recentemente, em estudo com poedeiras, Swiatkiewicz e Koreleski

(2009) determinaram a EMAn da glicerina bruta como sendo de 3.970 kcal/kg, afirmando que a mesma constitui fonte relativamente rica de energia para alimentação destas aves.

Simon, Bergner e Schwabe (1996) determinaram que a sua inclusão variando entre 5 e 10% nas rações não afeta os desempenhos dos frangos de corte. Resultados semelhantes foram reportados por Menten, Pereira e Racanicci (2008), que não encontraram efeitos deletérios no desempenho quando os frangos de cortes foram alimentados com rações contendo 10% de glicerina bruta. No entanto, estudos conduzidos por Cerrate et al. (2006) mostraram que a inclusão de 10% de glicerina bruta na ração comprometeu negativamente o desempenho e o rendimento da carcaça dos frangos, o que atribuíram à dificuldade das rações fluírem nos comedouros. Porém, verificaram que com a inclusão de 2,5 e 5% o desempenho e os rendimentos de peito, de coxa e sobre coxa melhoraram, quando comparados com frangos que não foram alimentados com o produto.

O objetivo deste estudo foi determinar os valores energéticos da glicerina pura de origem animal e avaliar os seus efeitos sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e cortes, qualidade da carne e parâmetros sanguíneos de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no setor de avicultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina.

O primeiro experimento consistiu de um estudo de digestibilidade, pelo método de coleta total de excretas, (ALBINO et al. 1982), no qual foram utilizados 96 frangos, machos, de 17 dias de idade, da linhagem Ross, alojados em gaiolas em bateria metálica suspensa e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e seis repetições de oito aves cada.

Os frangos foram criados em aviário sobre cama de cepilho até 16 dias de idade, período no qual receberam uma ração inicial à base de milho e farelo de soja, e foram submetidos a manejos tradicionalmente empregados nas granjas comerciais, com ração e água à vontade. Aos 17 dias de idade, foram pesados individualmente e transferidos para as gaiolas de arame galvanizado equipadas com bandejas coletoras de excretas, previamente revestidas com plástico, e providas de

bebedouro tipo copo e comedouro tubular, com fornecimento de água e ração à vontade.

Os tratamentos experimentais consistiram de ração referência (Tabela 1), a base de milho e farelo de soja, formulada para atender às exigências nutricionais das aves, segundo Rostagno et al. (2005), e uma ração teste, em que a glicerina pura substituiu, com base na matéria natural, 6% da ração referência (94% de dieta referência e 6% de glicerina pura). A glicerina pura utilizada (nome comercial: Glicerina 525) foi adquirida da empresa Braido®, sendo de origem animal (sebo bovino) e tendo no mínimo 99,5% de glicerol e no máximo 0,5% de água na sua composição.

Tabela 1 – Composição percentual calculada da ração referência.

Ingrediente	Valor (%)
Milho	61,44
Farelo de soja	33,58
Óleo de soja	1,39
Fosfato bicálcio	1,78
Calcário	0,83
Sal	0,30
Suplemento vitamínico-mineral ¹	0,40
DL-metionina (99%)	0,11
L- lisina (79%)	0,17
Total	100
Exigências atendidas	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000
Proteína bruta (%)	20,79
Cálcio (%)	0,884
Fósforo disponível (%)	0,442
Metionina digestível (%)	0,534
Metionina + cistina digestível (%)	0,814
Lisina digestível (%)	1,146

¹Suplemento vitamínico-mineral (Composição por kg do produto): vit. A 1.500.000 UI; vit. D3 500.000 UI; vit. E 4.500 mg; vit. K3 200 mg; vit. B1 150 mg; vit. B2 1.150 mg; vit. B6 400 mg; vit. B12 3.750 mcg; niacina 7.500 mg; pantotenato de cálcio 1.750 mg; ácido fólico 375 mg; biotina 6,25 mg; cloreto de colina 70.000 mg; ferro 7.500 mg; cobre 17.500 mg; manganês 15.000 mg; zinco 15.000 mg; iodo 300 mg; selênio 75 mg; antioxidante 25.000 mg; coccidiostático 15.000 mg; promotor de crescimento e eficiência alimentar 12.500 mg.

O ensaio foi conduzido por um período de nove dias, sendo quatro dias para adaptação das aves às rações experimentais e à gaiola metabólica e cinco dias para a coleta das excretas. O início e término da coleta de fezes foram

determinados pelo aparecimento de fezes marcadas, devido à adição de 1% de óxido de ferro às rações.

As excretas foram coletadas diariamente duas vezes ao dia (8 e 16h), para evitar fermentação, embaladas em sacos plásticos identificados com o respectivo tratamento e repetição, pesadas e armazenadas a -10°C. A quantidade de ração consumida, bem como a quantidade de excreta produzida em cada unidade experimental foram devidamente registradas.

Após o término do experimento, as fezes coletadas foram descongeladas por 24 horas, reunidas por repetições de cada tratamento e homogeneizadas. Em seguida, retirou-se uma amostra de aproximadamente 500g que após secagem em estufa ventilada a 55°C por 72 horas e resfriadas a temperatura ambiente por 12 horas, foram novamente pesadas, trituradas, e juntamente com as amostras das rações experimentais, tiveram determinados os seus conteúdos de matéria seca e energia bruta, de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta da glicerina pura, das rações e das excretas foi determinada através da bomba calorimétrica Parr.

Após a obtenção dos resultados das análises laboratoriais do alimento, das rações e das excretas, foram determinados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da glicerina pura, através das equações propostas por Matterson et al. (1965). (Apêndice A).

O segundo experimento consistiu em avaliar o desempenho de frangos de corte de 6 a 41 dias de idade alimentados com GLI. Foram utilizados 480 frangos de corte machos da linhagem Cobb, alojados em aviário convencional, dividido em 40 boxes de 1,50 m² com piso recoberto com cepilho e equipados com comedouro tubular e bebedouro pendular.

Aos seis dias de idade os pintinhos foram pesados e distribuídos aleatoriamente nos boxes, em dez tratamentos experimentais, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, mantendo-se o peso médio do lote por unidade experimental, sendo que cada tratamento teve quatro repetições de 12 aves cada, totalizando 48 aves por tratamento.

Os tratamentos experimentais consistiram de uma combinação de níveis crescentes de inclusão de glicerina pura (GLI) nas rações (0, 4, 8 e 12%) e

idade de início de seu fornecimento na ração: dos 6 (Id.1), 20 (Id.2) ou 34 (Id.3) dias de idade até os 41 dias de idade, totalizando dez tratamentos, sendo:

- T1 – 0% de GLI na ração a partir da Id.1 (ração controle);
- T2 – 4% de GLI na ração a partir da Id.1;
- T3 – 8% de GLI na ração a partir da Id.1;
- T4 – 12% de GLI na ração a partir da Id.1;
- T5 – 4% de GLI na ração a partir da Id.2;
- T6 – 8% de GLI na ração a partir da Id.2;
- T7 – 12% de GLI na ração a partir da Id.2;
- T8 – 4% de GLI na ração a partir da Id.3;
- T9 – 8% de GLI na ração a partir da Id.3;
- T10 – 12% de GLI na ração a partir da Id.3;

Os frangos dos tratamentos experimentais referentes à idade Id.2 e Id.3 foram alimentados com a ração controle até o início do fornecimento da GLI na ração.

As rações experimentais (Tabela 2), para cada fase de desenvolvimento dos frangos, foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas, citadas por Rostagno et al. (2005), sendo fornecidas à vontade. Foi considerado o valor da energia metabolizável aparente da glicerina pura obtido no ensaio de digestibilidade.

Aos 6, 20, 34 e 41 dias de idade foram realizadas pesagens dos frangos e das rações para a obtenção dos dados referentes às características de desempenho zootécnico, consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA).

Aos 42 dias de idade, após jejum alimentar de oito horas, oito frangos de cada tratamento foram pesados, identificados, insensibilizados por eletronarcose e abatidos, para avaliação dos parâmetros de rendimento de carcaça e qualidade da carne.

Tabela 2 – Composição percentual calculada das rações experimentais para cada fase de desenvolvimento dos frangos de corte.

Ingredientes	6 a 19 dias				20 a 33 dias				34 a 41 dias			
	Níveis de GLI (%)				Níveis de GLI (%)				Níveis de GLI (%)			
	0	4	8	12	0	4	8	12	0	4	8	12
Milho	60,97	56,37	51,76	47,16	63,08	58,48	53,87	49,27	67,75	63,14	58,54	53,94
Farelo de soja	33,38	34,27	35,18	36,06	29,95	30,85	31,74	32,65	25,93	26,82	27,72	28,61
Óleo de soja	1,87	1,59	1,30	1,02	3,07	2,78	2,50	2,22	2,86	2,58	2,30	2,01
Glicerina	0,00	4,00	8,00	12,00	0,00	4,00	8,00	12,00	0,00	4,00	8,00	12,00
Fosfato bicálcio	1,78	1,79	1,81	1,82	1,86	1,87	1,87	1,88	1,50	1,51	1,51	1,53
Calcário	0,82	0,81	0,80	0,79	0,86	0,85	0,84	0,82	0,75	0,74	0,73	0,72
Sal	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,39	0,40	0,40	0,40
Suplemento vitamínico-mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-metionina (99%)	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29	0,23	0,23	0,24	0,25
L- lisina (79%)	0,23	0,21	0,19	0,18	0,21	0,19	0,18	0,16	0,29	0,28	0,26	0,24
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Exigências atendidas												
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.100	3.100	3.100	3.100	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	20,79	20,79	20,79	20,79	19,41	19,41	19,41	19,41	18,03	18,03	18,03	18,03
Cálcio (%)	0,884	0,884	0,884	0,884	0,904	0,904	0,904	0,904	0,763	0,763	0,763	0,763
Fósforo disponível (%)	0,442	0,442	0,442	0,442	0,450	0,450	0,450	0,450	0,380	0,380	0,380	0,380
Metionina digestível (%)	0,536	0,539	0,543	0,546	0,550	0,550	0,550	0,550	0,484	0,488	0,492	0,496
Metionina + cistina digestível (%)	0,814	0,814	0,814	0,814	0,810	0,810	0,810	0,810	0,735	0,736	0,737	0,737
Lisina digestível (%)	1,146	1,146	1,146	1,146	1,050	1,050	1,050	1,050	1,021	1,021	1,021	1,021

¹Suplemento vitamínico-mineral (Composição por kg do produto) - **Inicial (6 a 19 dias)**: vit. A 2.100.000 UI; vit. D₃ 750.000 UI; vit. E 5.000 mg; vit. K₃ 350 mg; vit. B₁ 350 mg; vit. B₂ 1.500 mg; vit. B₆ 600 mg; vit. B₁₂ 5.000 mcg; niacina 10.000 mg; pantotenato de cálcio 2.500 mg; ácido fólico 400 mg; biotina 2.500 mg; cloreto de colina 85.000 mg; ferro 8.000 mg; cobre 21.000 mg; manganês 18.000 mg; zinco 16.500 mg; iodo 360 mg; selênio 82,5 mg; antioxidante 25.000 mg; coccidiostático 25.000 mg; promotor de crescimento e eficiência alimentar 12.500 mg.

¹Suplemento vitamínico-mineral (Composição por kg do produto) - **Crescimento (20 a 33 dias)**: vit. A 1.500.000 UI; vit. D₃ 500.000 UI; vit. E 4.500 mg; vit. K₃ 200 mg; vit. B₁ 150 mg; vit. B₂ 1.150 mg; vit. B₆ 400 mg; vit. B₁₂ 3.750 mcg; niacina 7.500 mg; pantotenato de cálcio 1.750 mg; ácido fólico 375 mg; biotina 6,25 mg; cloreto de colina 70.000 mg; ferro 7.500 mg; cobre 17.500 mg; manganês 15.000 mg; zinco 15.000 mg; iodo 300 mg; selênio 75 mg; antioxidante 25.000 mg; coccidiostático 15.000 mg; promotor de crescimento e eficiência alimentar 12.500 mg.

¹Suplemento vitamínico-mineral (Composição por kg do produto) - **Terminação (34 a 41 dias)**: vit. A 1.667.000 UI; vit. D₃ 266.000 UI; vit. E 1.667 mg; vit. K₃ 167 mg; B₁₂ 1.667 mcg; niacina 1.334 mg; ácido fólico 333 mg; cloreto de colina 26.000 mg; ferro 10.000 mg; cobre 2.000 mg; manganês 16.000 mg; zinco 13.334 mg; iodo 300 mg; selênio 73,4 mg; antioxidante 20.000 mg.

Foram avaliados, o peso vivo ao abate, o peso e o rendimento da carcaça, peito, coxa e sobrecoxa e asas. Foi considerada carcaça, a ave depenada, eviscerada e sem pés e cabeça. O rendimento de carcaça foi calculado com base no peso vivo das aves ao abate, enquanto que o rendimento das partes foi calculado em relação à carcaça eviscerada.

Após a avaliação das carcaças e suas partes, o músculo do peito (*pectoralis major*) foi separado, embalado e mantido sob refrigeração a 4°C por 24 horas para realizar as análises de pH, coloração e capacidade de retenção de água.

O pH foi medido diretamente no filé de peito esquerdo com auxílio de um potenciômetro de contato da marca Testo, modelo 205, 24 horas *post mortem*. O ponto de incisão do eletrodo foi a parte cranial ventral do filé conforme descrito por Boulianne e King (1995) e adaptado por Olivo et al. (2001).

As medidas de cor foram realizadas com o colorímetro Minolta, modelo CR-10, na face ventral do filé de peito esquerdo 24 horas *post mortem*, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra. Os valores de luminosidade L^* , a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo) foram expressos no sistema de cor CIELAB, sendo considerado o valor de L^* para classificação dos filés, onde amostras com valores de $L^* > 53$ foram classificadas como PSE, com valores de $L^* < 44$ como análogos ao DFD e com valores intermediários ($44 \leq L^* \leq 53$) como normal (SOARES et al., 2002). Foi calculado o índice de saturação, ou croma (c^*) e a tonalidade (h^*) através das fórmulas $c^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$ e $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$.

A capacidade de retenção de água foi realizada em amostras do músculo do peito (*pectoralis major*) 24 horas *post mortem*, de acordo com a metodologia descrita por Barbut (1996), no qual se aplica uma pressão sobre o tecido muscular. Cubos de carne de aproximadamente 2,0 g foram colocados entre dois papéis de filtro e estes entre duas placas de acrílico, sobre as quais foi colocado um peso de 10 kg por um período de 5 minutos, em seguida a amostra foi pesada novamente para o cálculo da água perdida, sendo o resultado expresso em percentagem.

Aos 42 dias de idade, oito aves dos tratamentos que receberam 0, 4, 8 e 12% de GLI durante todo o período experimental, foram submetidas a jejum de oito horas para coleta de sangue pela veia braquial da asa para determinação dos parâmetros hematológicos e da glicose. Foram determinados o hematócrito, através do método de microematócrito; as concentrações de hemoglobina, por meio do método de cianometagem; as proteínas plasmáticas, através do método de refratometria; e a contagem de hemácias e leucócitos em hemocítmetro, sendo a contagem diferencial de leucócitos realizada em esfregaço sanguíneo (THRALL, 2007). A glicose foi avaliada através de kit específico.

As médias obtidas para os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa SAEG (2005). Foi realizada a comparação entre as médias obtidas dos frangos alimentados com a ração controle (sem GLI) e a ração contendo GLI. Foram feitas análises de regressão das diferentes idades de início de fornecimento das rações contendo GLI (6, 20 ou 34 dias) para os parâmetros avaliados. Dentro de cada idade de início do fornecimento de GLI nas rações (6, 20 ou 34 dias) foram realizadas análises de regressão para estimativa do melhor nível de sua inclusão, sendo considerado até o efeito quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de Metabolismo

O valor de energia bruta (EB) da glicerina purificada (GLI) foi de 4.567 kcal/kg de MN. O valor de EMA foi de 4.015 kcal/kg de MN e a EMAn 3.911 kcal/kg de MN. De acordo com Nery et al. (2007) é normal os valores de EMAn serem inferiores aos de EMA, quando estes são determinados em aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para a deposição de tecido muscular. Assim, é necessário corrigir os valores estimados de energia pelo balanço de nitrogênio.

O valor de EMA (4.015 kcal/kg) foi inferior ao apresentado por Bartlet e Schneider (2002), citados por Kerr, Dozier e Bregendahl (2007), que ao trabalharem com glicerina pura para frangos de corte encontraram os valores de 4.237 e 4.056 KcalEMA/kg para os níveis de inclusão de 5 e 10% na ração, respectivamente. É importante destacar que a porcentagem de substituição na ração teste e a idade dos animais constituem fonte de variação nas estimativas da energia metabolizável das glicerinas (DOZIER et al., 2008).

A EMAn (3.911 kcal/kg) determinada neste estudo foi superior aos 3.490 KcalEMAn/kg citados por Gianfelici (2009) para uma inclusão de 10% de glicerina bruta na ração de frangos com 35 dias e aos 3.331 kcalEMAn/kg determinados por Dozier et al. (2008) em frangos de 21 a 24 dias de idade, alimentados com 0, 3, 6 e 9% de glicerina bruta. Observa-se que o valor de EMAn (3.911 kcal/kg) corresponde a 86% do valor de EB (4.567 kcal/kg), confirmando que

a energia deste ingrediente tem alta disponibilidade. É conveniente salientar que a diferença na energia metabolizável da glicerina observada neste estudo, em relação a outros estudos, pode ser devido à pureza da amostra, pois a concentração de glicerol e a presença de contaminantes (metanol, cloreto de sódio ou de potássio) são variáveis no subproduto, interferindo nos teores de energia (LAMMERS et al., 2008).

Comparada com o milho, que constitui o alimento energético padrão em rações para frangos de corte, a glicerina pura pode ser considerada uma fonte de energia passível de utilização na alimentação destas aves, em virtude do seu bom teor de energia bruta, altamente metabolizável.

Desempenho dos frangos de corte

Os resultados de desempenho dos frangos de corte estão apresentados na Tabela 3, na qual pode ser observado que não houve interação entre o tipo de ração e idade de início de consumo da GLI. O tipo de ração, com ou sem glicerina pura (GLI), não influenciou ($P>0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte dos 6 aos 41 dias de idade. Comparando as idades de início de fornecimento de GLI na ração também não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos parâmetros de desempenho.

Ao analisar os efeitos da regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração, nas idades estudadas, observou-se que a partir de 6 dias de idade houve efeito quadrático ($P<0,05$) para a conversão alimentar, enquanto que o consumo de ração e o ganho de peso não foram influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos experimentais. Simon, Bergner e Schwabe (1996) avaliaram a inclusão da glicerina pura na alimentação de frangos de corte em até 10%, e também não encontraram efeitos no consumo de ração e no ganho de peso.

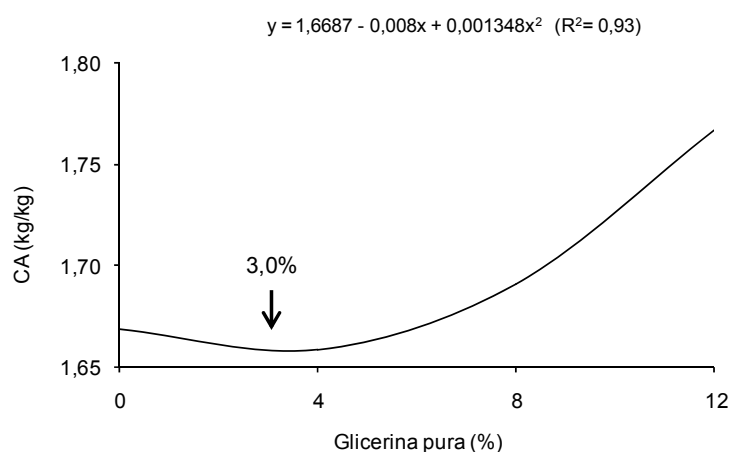
Tabela 3 – Valores médios dos parâmetros de desempenho de frangos de corte, aos 41 dias de idade, alimentados com ou sem glicerina pura (GLI) a partir dos 6, 20 ou 34 dias.

	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar (kg/kg)
Tipo de ração			
Sem GLI	4,267	2,565	1,66
Com GLI	4,286	2,539	1,69
Média	4,284	2,541	1,69
F	NS	NS	NS
CV (%)	3,19	3,68	2,71
Idade de início de consumo da GLI na ração			
6 dias	4,321	2,533	1,70
20 dias	4,241	2,532	1,68
34 dias	4,296	2,550	1,69
Média	4,286	2,538	1,69
ER	NS	NS	NS
CV (%)	3,26	3,88	2,76
Interação Tipo de ração x Idade			
F	NS	NS	NS
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 6 dias de idade			
0	4,267	2,565	1,66
4	4,312	2,577	1,67
8	4,286	2,559	1,68
12	4,366	2,465	1,77
Média	4,308	2,541	1,70
ER	NS	NS	Q*
CV (%)	2,15	2,45	1,78
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 20 dias de idade			
0	4,267	2,565	1,66
4	4,276	2,575	1,66
8	4,168	2,523	1,65
12	4,276	2,498	1,71
Média	4,247	2,540	1,67
ER	NS	NS	NS
CV (%)	3,33	2,72	2,56
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 34 dias de idade			
0	4,267	2,565	1,66
4	4,369	2,613	1,67
8	4,370	2,610	1,68
12	4,150	2,427	1,71
Média	4,289	2,554	1,68
ER	Q*	Q**	NS
CV (%)	3,06	3,82	1,25

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * (P<0,05); ** (P<0,01); Q = efeito quadrático.

O estudo da regressão para a conversão alimentar mostrou ponto de mínimo para 3% de GLI na ração ($Y = 1,6687 - 0,008X + 0,001348X^2$, $R^2 = 0,93$), (Figura 1), indicando que existe limitação de sua inclusão nas dietas dos frangos a partir de 6 dias de idade. A conversão alimentar depende do ganho de peso e do consumo de ração. Apesar de não significativo, as médias de consumo de ração aumentaram com os níveis crescentes de GLI. Por outro lado, embora não significativo ($P > 0,05$) as médias de ganho de peso reduziram com o aumento de GLI nas rações, o que explica a piora na conversão alimentar.

Figura 1 – Conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 6 dias de idade.



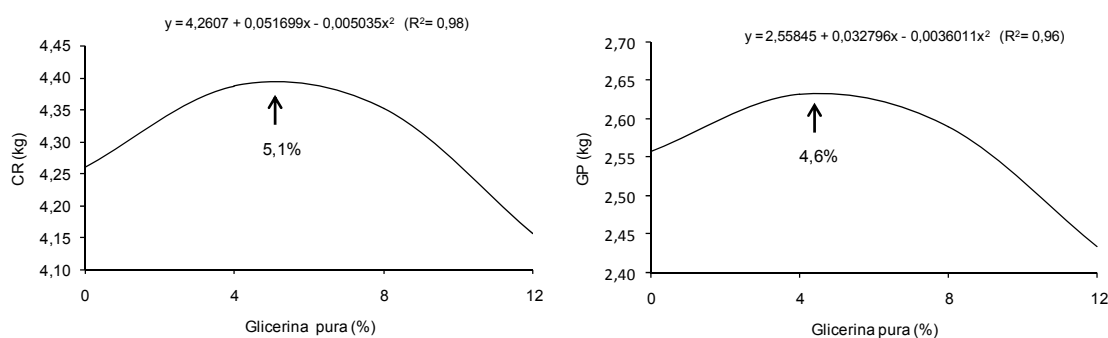
Zoidis et al. (2010) também constataram efeito prejudicial dos níveis de glicerol bruto (7, 14 e 21%) sobre a conversão alimentar de frangos de 1 a 42 dias de idade.

Os níveis de GLI nas rações a partir de 20 dias de idade não afetaram ($P > 0,05$) o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte. Resultados similares foram verificados por Menten, Pereira e Racanicci (2008), ao avaliarem o desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo 10% de glicerina bruta durante todo o período de criação. É importante ressaltar que os resultados obtidos neste estudo discordam dos obtidos por Guerra (2010), que ao pesquisarem níveis de até 10% de glicerina bruta mista na alimentação de frangos, a partir de 21 dias de idade, verificaram menor consumo de ração e ganho de peso e piora na conversão alimentar, para seus níveis crescentes de inclusão.

Para as aves alimentadas com rações contendo GLI a partir de 34 dias, o consumo de ração e o ganho de peso apresentaram resposta quadrática ($P < 0,05$) aos seus níveis crescentes, não sendo observado efeito ($P > 0,05$) na conversão alimentar.

As equações de regressão para consumo de ração e ganho de peso foram, respectivamente, $Y = 4,2607 + 0,051699X - 0,005035X^2$ ($R^2 = 0,98$) e $Y = 2,55845 + 0,032796X - 0,0036011X^2$ ($R^2 = 0,96$) (Figura 2). O maior consumo de ração foi estimado para a inclusão de 5,1% de GLI, com posterior declínio nos níveis mais elevados. Apresentando o mesmo comportamento, o ganho de peso teve seu ponto de máximo para a inclusão de 4,6% de GLI.

Figura 2 – Consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP) de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 34 dias de idade.



Uma das hipóteses para estes resultados é o pouco tempo para a adaptação das enzimas intestinas ao produto, haja vista que o experimento encerrou quando os frangos completaram 41 dias de idade. Sabe-se que o consumo de ração nas aves é regulado pela ingestão de energia e que a GLI é uma fonte energética prontamente disponível, portanto pode ter ocorrido uma subestimação do seu valor calórico (4.015 kcal/EMA/kg) para esta fase de desenvolvimento, ocasionando a queda no consumo nos níveis superiores a 5,1% na ração.

A redução do ganho de peso dos frangos de corte alimentados com os níveis crescentes de GLI, provavelmente tenha ocorrido devido à queda no consumo, que reduziu a ingestão diária de nutrientes, necessários ao seu desenvolvimento.

As médias observadas para as características de carcaça, para os níveis de inclusão da GLI nas rações, nas diferentes idades, constam na Tabela 4,

na qual pode ser observado que não houve interação entre o tipo de ração e a idade de início de consumo da GLI. Foi verificado que o rendimento de carcaça, peito e asas não foram afetados ($P>0,05$) pelo tipo de ração fornecida aos frangos de corte, porém o rendimento de coxa e sobrecoxa foi inferior ($P<0,05$) quando as aves foram alimentadas com rações contendo GLI.

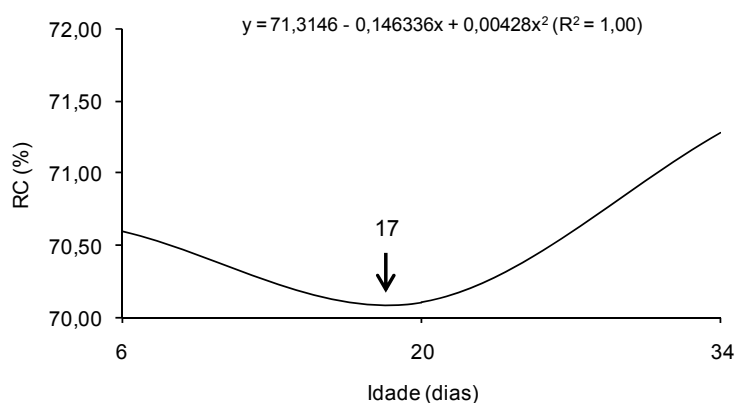
Tabela 4 – Valores médios de rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com ou sem glicerina pura (GLI) a partir dos 6, 20 ou 34 dias.

	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa e sobrecoxa (%)	Asa (%)
Tipo de ração				
Sem GLI	69,55	37,50	33,70 a	10,14
Com GLI	70,78	38,55	32,29 b	10,43
Média	70,65	38,45	32,43	10,40
F	NS	NS	*	NS
CV (%)	2,20	3,25	3,23	3,61
Idade de início de consumo da GLI na ração				
6 dias	70,94	38,41	32,32	10,55
20 dias	70,10	38,01	32,82	10,47
34 dias	71,29	39,24	31,73	10,25
Média	70,76	38,55	32,29	10,43
ER	Q*	NS	NS	NS
CV (%)	2,23	3,12	3,11	3,70
Interação Tipo de ração x Idade				
F	NS	NS	NS	NS
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 6 dias de idade				
0	69,55	37,50	33,70	10,14
4	71,21	38,20	32,36	10,64
8	70,41	38,26	32,47	10,60
12	71,20	38,78	32,14	10,42
Média	70,59	38,19	32,67	10,45
ER	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,10	3,36	3,44	3,63
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 20 dias de idade				
0	69,55	37,50	33,70	10,14
4	69,44	36,89	33,47	10,47
8	71,03	38,58	32,42	10,50
12	69,83	38,56	32,55	10,44
Média	69,96	37,88	33,04	10,39
ER	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,18	3,68	3,57	4,00
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 34 dias de idade				
0	69,55	37,50	33,70	10,14
4	72,09	39,05	31,94	10,02
8	71,34	39,18	31,54	10,37
12	70,43	39,48	31,72	10,36
Média	70,85	38,80	32,22	10,22
ER	Q*	NS	L*	NS
CV (%)	1,87	3,02	3,05	2,92

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * ($P<0,05$); L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

Em relação à idade de início de consumo da GLI na ração, verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para a variável rendimento de carcaça, enquanto que os demais parâmetros avaliados não foram afetados ($P > 0,05$). A equação para o rendimento de carcaça foi $Y = 71,3146 - 0,146336X + 0,00428X^2$, $R^2 = 1,00$ (Figura 3). A derivação da equação mostrou que os rendimentos de carcaça tiveram ponto de mínimo quando os frangos recebem rações contendo GLI aos 17 dias de idade.

Figura 3 – Rendimento de carcaça (RC) de frangos de corte em função da idade de início de consumo de glicerina pura.

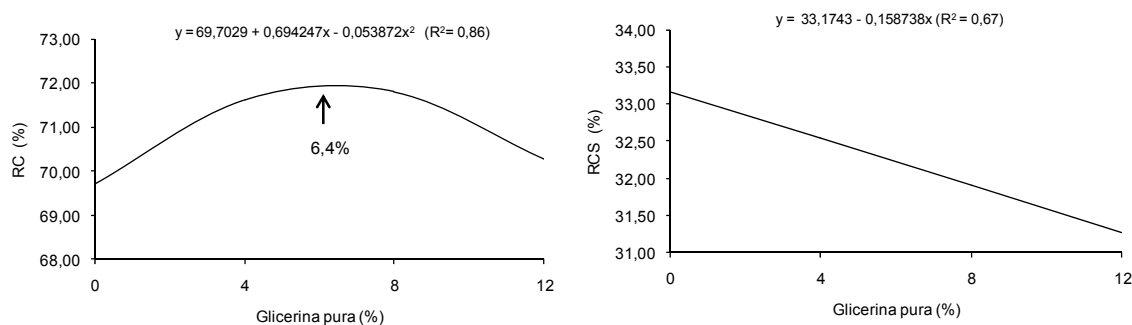


Estudando os rendimentos de carcaça e das partes dos frangos que começaram a consumir rações com GLI aos 6 e aos 20 dias de idade, observa-se que as médias não foram afetadas ($P > 0,05$) pelos níveis dietéticos de GLI incluídos nas rações. Em trabalho recente Guerra (2010) constatou que a inclusão de até 10% de glicerina bruta na ração de frangos de corte, durante todo o período de criação, não afetou os rendimentos de carcaça, peito, coxas e asas. De forma semelhante, Gianfelici (2009) não observou efeito dos níveis de glicerina pura (até 10%) sobre os rendimentos de carcaça de frangos dos 21 aos 38 dias de idade.

Os níveis dietéticos de GLI a partir de 34 dias de idade não influenciaram ($P > 0,05$) os rendimentos de peito e asas, porém afetaram os rendimentos de carcaça e de coxa e sobrecoxa. A variável rendimento de carcaça teve comportamento quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis crescentes de GLI nas rações, ($Y = 69,7029 + 0,694247X - 0,053872X^2$, $R^2 = 0,94$), tendo ponto de máximo para a inclusão de 6,4% nas rações (Figura 4). Como a inclusão de GLI a partir de

34 dias influenciou negativamente o ganho de peso dos frangos, conseqüentemente, determinou o mesmo efeito sobre o rendimento de carcaça. Já o rendimento de coxa e sobrecoxa foi afetado negativamente, de forma linear ($P < 0,05$), pelos níveis crescentes de inclusão de GLI na ração, ($Y = 33,1743 - 0,158738X$, $R^2 = 0,67$), como observado na Figura 4.

Figura 4 – Rendimento de carcaça (RC) e de coxa e sobrecoxa (RCS) de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 34 dias de idade.



Segundo Cerrate et al. (2006), 10% de glicerina bruta na alimentação de frangos de corte provocou efeitos deletérios sobre as características de carcaça, reduzindo o rendimento, e o peso absoluto de peito, coxas e asas. Porém, em posterior estudo, os autores constataram que até 5% de glicerina bruta não provocou efeito sobre o rendimento de carcaça, todavia verificaram aumento no rendimento de peito e redução no rendimento de asa.

É importante destacar que os efeitos da molécula de glicerol sobre as características de carcaça não estão bem elucidados, pois diferentes resultados têm sido obtidos pelos pesquisadores. Cerrate et al. (2006) observaram maior rendimento de peito quando as aves foram alimentadas com até 5% de glicerina e atribuíram este efeito a um possível aumento na deposição de proteínas. De acordo com Chan et al. (1981) citados por Cerrate et al. (2006) o glicerol pode ter efeito positivo na metabolização do nitrogênio, uma vez que ele é uma fonte de energia de rápida disponibilidade, evitando, portanto, o catabolismo de aminoácidos para a obtenção de energia ou para a gliconeogênese. Por outro lado, outros autores como Guerra (2010) e Gianfelici (2009) não verificaram efeito da glicerina sobre os parâmetros de carcaça e composição corporal, sugerindo que o glicerol não estimulou a síntese de proteína.

Os resultados dos parâmetros de qualidade da carne constam na Tabela 5, sendo observado que não houve interação entre o tipo de ração e a idade de início de consumo da GLI. As médias de pH, coloração e capacidade de retenção de água das carnes dos frangos alimentados com rações contendo GLI não diferiram ($P>0,05$) com as dos alimentados com a ração controle (sem GLI). A idade de início do consumo de GLI na ração também não influenciou ($P>0,05$) os parâmetros de qualidade de carne avaliados.

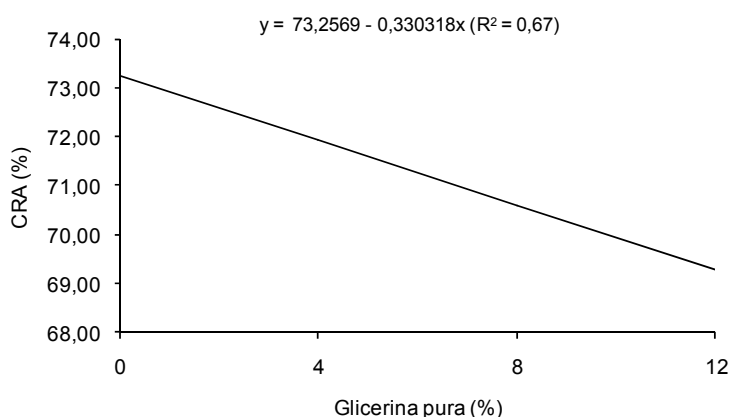
Tabela 5 – Valores médios dos parâmetros de qualidade da carne do filé de peito de frangos de corte, 24 h após o abate, alimentados com ou sem glicerina pura (GLI) a partir dos 6, 20 ou 34 dias de idade.

	pH	L	a	b	Croma	Tonalidade	CRA (%)
Tipo de ração							
Sem GLI	5,93	50,25	2,65	12,20	12,55	77,48	72,11
Com GLI	5,88	50,57	2,94	11,75	12,19	75,86	70,77
Média	5,89	50,54	2,91	11,80	12,22	76,02	70,90
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,52	6,10	45,76	15,52	15,13	8,84	4,81
Idade de início de consumo da GLI na ração							
6 dias	5,89	50,15	2,47	11,39	11,71	77,98	71,00
20 dias	5,85	51,08	3,25	12,03	12,54	74,17	70,26
34 dias	5,91	50,49	3,10	11,84	12,31	75,42	71,04
Média	5,88	50,57	2,94	11,75	12,19	75,86	70,77
ER	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,60	6,05	44,70	15,28	14,83	8,75	4,60
Interação Tipo de ração x Idade							
F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 6 dias de idade							
0	5,93	50,25	2,65	12,20	12,55	77,48	72,11
4	5,97	49,61	2,97	11,67	12,07	75,91	73,46
8	5,88	50,09	1,90	10,97	11,15	80,19	71,00
12	5,84	50,75	2,55	11,54	11,89	77,85	68,53
Média	5,90	50,18	2,51	11,60	11,92	77,86	71,27
ER	NS	NS	NS	NS	NS	NS	L*
CV (%)	2,23	6,92	46,42	14,98	14,75	7,27	5,01
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 20 dias de idade							
0	5,93	50,25	2,65	12,20	12,55	77,48	72,11
4	5,84	51,02	3,43	12,57	13,11	74,45	70,68
8	5,86	51,76	3,11	12,63	13,07	76,64	69,76
12	5,85	50,45	3,21	10,89	11,45	71,43	70,35
Média	5,87	50,87	3,10	12,07	12,54	75,00	70,72
ER	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,00	5,13	43,44	18,37	17,12	10,33	4,64
Efeito de regressão para os níveis de inclusão de GLI na ração (%) aos 34 dias de idade							
0	5,93	50,25	2,65	12,20	12,55	77,48	72,11
4	5,99	48,02	3,27	11,41	11,96	74,24	73,40
8	5,81	51,87	3,08	12,20	12,61	75,97	69,21
12	5,92	51,59	2,96	11,91	12,36	76,05	70,52
Média	5,91	50,43	2,99	11,93	12,37	75,93	71,31
ER	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	2,73	6,36	48,04	14,28	14,24	8,50	5,30

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * ($P<0,05$); L = efeito linear; CRA = capacidade de retenção de água.

Os níveis de inclusão de GLI nas rações fornecidas aos 6 dias de idade não afetaram ($P>0,05$) o pH e os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , cromia e tonalidade), porém causaram efeito linear decrescente ($P<0,05$) na capacidade de retenção de água (CRA), expresso pela equação $Y = 73,2569 - 0,330318X$ ($R^2=0,67$) (Figura 5). A inclusão de GLI nas rações a partir de 20 ou 34 dias de idade não provocou nenhum efeito adverso ($P>0,05$) sobre as características de qualidade de carne avaliadas.

Figura 5 – Capacidade de retenção de água (CRA) da carne de frangos de corte alimentados com glicerina pura a partir de 6 dias de idade.



O pH da carne é um atributo importante de sua qualidade, pois está correlacionada diretamente com a cor e a capacidade de retenção de água. Os valores médios verificados encontram-se na faixa de normalidade relatada por Mendes (2001), variando de 5,7 a 5,9. A capacidade de retenção de água (CRA) tem influência no aspecto e na maciez da carne (ROÇA, 2010), e como constatado, não houve efeito dos níveis de GLI sobre esta variável, indicando que houve manutenção da qualidade física da carne.

A cor é outro importante atributo de qualidade da carne, relacionado pelo consumidor ao frescor e a qualidade do produto (ROÇA, 2010). A classificação da carne em PSE, DFD e normal utiliza os valores de luminosidade como parâmetros de avaliação, sendo admitido o intervalo de $44 \leq L^* \leq 53$, como indicativo de carnes normais (SOARES et al., 2002). Portanto, os valores de luminosidade (L^*) verificados neste estudo permitem concluir que as carnes dos diferentes tratamentos foram semelhantes entre si quanto ao brilho, sendo classificadas como normais. Em

relação à cor, constatou-se maior pigmentação de amarelo, demonstrado pelos valores superiores de b^* em relação ao a^* , o que é característico da musculatura do peito de frango. Os níveis de inclusão da GLI não afetaram os resultados do croma e da tonalidade, o que era esperado, visto que estas variáveis dependem dos valores de a^* e b^* .

Esses resultados sugerem que os diferentes níveis de GLI nas rações não influenciaram as características físico-químicas da carne.

Com relação aos parâmetros hematológicos (Tabela 6), verificou-se que a hemoglobina e as proteínas plasmáticas apresentaram resposta linear crescente aos níveis de inclusão de GLI na ração, representadas, respectivamente, pelas equações: $Y = 6,94125 + 0,086875X$ ($R^2 = 0,65$) e $Y = 3,1975 + 0,061875X$ ($R^2 = 0,61$), não sendo encontrados efeitos ($P > 0,05$) sobre os demais parâmetros avaliados. Os valores obtidos para hematócrito, hemoglobina, hemácias, heterófilos, monócitos e eosinófilos são similares aos valores de referência para frangos de corte descritos por Wakenell (2010), enquanto que os leucócitos e linfócitos apresentaram valores inferiores. Os níveis de proteínas plasmáticas para as maiores inclusões de GLI (6 e 12%) foram superiores aos relatados por Cardoso e Tessari (2003).

Tabela 6 – Valores médios dos parâmetros hematológicos e glicose, obtidos com frangos de corte alimentados com níveis crescentes de glicerina pura.

Parâmetros	Níveis de glicerina pura (%)				Média	ER	CV (%)	VR
	0	4	8	12				
Ht (%)	31,8	29,5	30,5	30,5	30,6	NS	5,46	22-35
Hb (g/dL)	7,19	7,10	7,28	8,29	7,46	L*	12,37	7-13
He ($10^6/\text{mm}^3$)	2,21	2,26	2,27	2,33	2,27	NS	4,80	2,5-3,5
PP (%)	3,4	3,1	3,8	4,0	3,6	L**	15,11	-
Leuc. (mm^3)	7.480	7.728	7.178	7.920	7.576	NS	11,52	12-30x10 ³
Linf. (mm^3)	1.840	1.604	1.808	1.339	1.648	NS	16,69	7-17 x10 ³
Het. (mm^3)	4.822	5.463	4.764	5.578	5.157	NS	14,92	3-6 x10 ³
Mon. (mm^3)	331	340	157	268	274	NS	45,66	150-2000
Eos. (mm^3)	598	501	461	540	525	NS	42,95	0-1000
Bast. (mm^3)	103	118	102	514	209	NS	59,00	-
Glicose (mg/dL)	203,32	198,54	200,74	196,49	199,81	NS	5,21	167,80 ¹

CV = coeficiente de variação; ER = efeito de regressão; NS = não significativo; * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$); Q = efeito quadrático; VR = valores de referência citados por Wakenell (2010); ¹ Kaneko, Harvey e Bruss (1997); Ht = hematócrito; Hb = hemoglobina; He = hemácias; PP = proteínas plasmáticas; Leuc = leucócitos; Linf = linfócitos; Het = heterófilos; Mon = monócitos; Eos = eosinófilos; Bast = bastonetes; Dados em % foram transformados em $\arcsen \sqrt{x}$, apenas para análise; Dados de contagem de células foram transformados em \sqrt{x} , apenas para análise.

Os níveis crescentes de GLI na ração não influenciaram a glicose (Tabela 6), diferindo dos resultados observados por Barteczko e Kaminski (1999), citados por Min et al. (2010), no qual frangos alimentados com níveis de 10 e 15% de glicerol apresentaram aumento significativo neste parâmetro. Os teores de glicose obtidos no presente estudo foram superiores aos reportados por Kaneko, Harvey e Bruss (1997). Considerando-se os parâmetros sanguíneos e glicose pode-se concluir que as aves mantiveram-se saudáveis durante o período experimental.

CONCLUSÃO

A glicerina pura de origem animal é uma fonte rica em energia metabolizável (3.911 kcalEMAn/kg MN) para frangos de corte, e considerando-se a conversão alimentar, conclui-se que a mesma pode compor até 12% das suas rações, quando fornecidas a partir dos 20 ou 34 dias de idade, porém a sua inclusão a partir dos seis dias é limitada em 3%.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. **Biodiesel**. 2010. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

ALBINO, L. F. T.; FERREIRA, A. S.; FIALHO, E. T.; CESAR, S. S. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 207-220, 1982.

BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, n. 3, p. 455-457, 1996.

CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 419-424, 2003.

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SAKAKLI, P.; WALDROUP, P. W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, n.11, p. 1001-1007, 2006.

DOZIER III, W. A.; KERR, B. J.; CORZO, A.; KIDD, M. T.; WEBER, T. E.; BREGENDALS, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, n. 2, p.317-322, 2008.

GIANFELICI, M. F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte.** 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GUERRA, R. L. H. **Glicerina bruta na alimentação de frangos de corte.** 2010. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals.** 5 th ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KERR, B. J.; DOZIER III, W. A.; BREGENDAHL, K. Nutritional value of crude glycerin for nonruminants. In: ANNUAL CAROLINA SWINE NUTRITION CONFERENCE, 23, 2007, Raleigh, North Carolina. **Proceedings...**Raleigh, 2007, p.6 -18. Disponível em: <<http://biodieselfeeds.cfans.umn.edu/.../2007-Kerr-Nutritional%20value%20of%20crude%20glycerin%20for%20non-ruminan...>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; HONEYMAN, M. S.; STALDER, K.; DOZIER III, W. A.; WEBER, T. E.; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v.87, n. 1, p.104–107, 2008.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L. M.; STUTUZ, N.W.; SINGSEN, E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Connecticut: Agricultural Experiment Station.** 1965. p. 3-15, (Research Report., 7).

MENDES, A. A. Jejum pré-abate em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 54-59, 2001.

MENTEN, J. F. M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.

MIN, Y. N.; YAN, F.; LIU, F. Z.; COTO, C.; WALDROUP, P. W. Glycerin – A new source for poultry. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 9, n. 1, p. 1-4, 2010.

NERY, L. R.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CAMPOS, A. M. A.; SILVA, C. R. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I. SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v. 25, n. 4, p. 271-283, 2001.

ROBERGS, R. A.; GRIFFIN, S. E. Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**, [S.l.], v. 26, n. 3, p. 145-167, 1998.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**. Disponível em: <<http://www.pucrs.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca107.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol – feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 49, n. 2, p. 103-112, 1996.

SOARES, A. L.; LARA, J. A. F.; IDA, E. I.; GUARNIERI, P. D.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Variation in the colour of Brazilian broiler breast fillet. **Proceedings International Congress of meat Science and Technology**, Roma, v. 48, p. 540-541, 2002.

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 3, p. 615–619, 2009.

THRALL, M. A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. 592p.

WAKENELL, P. S. Hematology of chickens and turkeys. In: WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. (Ed.). **Schalm's veterinary hematology**. 6 th ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2010. p. 958-967.

WALDROUP, P. W. Glycerine and DDGS: biofuel by-products for broilers. In: ANNUAL ASAIM SOUTHEAST ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, 15, 2007, Indonesia. Disponível em: <http://www.asaimsea.com/download_doc.php?...FTNW07%20Waldroup-Biofuels>. Acesso em: 02 ago. 2010.

ZOIDIS, E.; PAPADOMICHELAKIS, G.; MOUNTZOURIS, K. C.; PAPPAS, A. C.; ARVANITI, A.; FEGEROS, K. Dietary glycerol level effects on performance traits, glycerol kinase gene expression and gut microbiota in broilers. In: Annual Meeting, 60, Greece, 2010. Disponível em: <http://www.eaap.org/Crete/Papers/07_Zoidis.pdf>. Acesso em: 05 de jan. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Equações para determinar a digestibilidade e os valores energéticos da torta de girassol (TG) e da glicerina pura (GLI) na ração.

Energia Metabolizável Aparente (EMA)

$$\text{EMA}(\text{alim}) = \text{EMARR} + [(\text{EMART} - \text{EMARR}) / \% \text{ subst.}]$$

$$\text{EMARR} = (\text{EB ing} - \text{EB exc}) / \text{MS ing}$$

$$\text{EMART} = (\text{EB ing} - \text{EB exc}) / \text{MS ing}$$

Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAc)

$$\text{EMAc}(\text{alim}) = \text{EMAcRR} + [(\text{EMAcRT} - \text{EMAcRR}) / \% \text{ subst.}]$$

$$\text{EMAcRR} = (\text{EB ing} - \text{EB exc} - 8.22 \cdot \text{BN}) / \text{MS ing}$$

$$\text{EMAcRT} = (\text{EB ing} - \text{EB exc} - 8.22 \cdot \text{BN}) / \text{MS ing}$$

Equações utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade (CD) dos nutrientes da torta de girassol (20% de substituição).

$$\text{CDEEAp} = [\text{EE ing (TG)} - \text{EE exc Ap (TG)} / \text{EE ing (TG)}] \times 100$$

$$\text{EE ing (TG)} = \text{EE ing RT} - (\text{Cons. RR} \times 80\% \times \% \text{ EE RR})$$

$$\text{EE exc (TG)} = \text{EE exc RT} - (\text{Cons. RR} \times 80\% \times \% \text{ EE RR}) \times (\text{Ind Ap EERR})$$

$$\text{DIG Ap EE RR} = (\text{EE ing. RR} - \text{EE exc ap RR}) / \text{EE ing RR} \times 100$$

$$\text{IND Ap EE RR} = 100 - \text{DIG Ap EE RR}$$

Sendo que:

EB = Energia Bruta; BN= balanço de nitrogênio, MS = Matéria Seca; RR = Ração Referência; RT = Ração Teste; Ing = ingerido; Exc = Excretado; EE = Extrato Etéreo; Ap = Aparente; IND = Indigestibilidade; DIG = Digestibilidade; alim= Alimento e 80%= percentual usado da RR.

APÊNDICE B. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de torta de girassol (TG), com a idade de início de fornecimento de TG na ração e com os níveis de inclusão de TG na ração.

Fonte de variação	CR			GP			CA		
	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(6)	0,02808	3,72**	(6)	0,01214	3,97**	(6)	0,00260	2,94*
RCTG vs RSTG	1	0,01559	2,06	1	0,01519	4,97*	1	0,00235	2,66
20 dias vs 34 dias	1	0,05636	7,46**	1	0,04234	13,85**	1	0,00494	5,59*
Idade x TG	2	0,00991	1,31	2	0,00017	0,06	2	0,00253	2,87
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 20 dias de idade									
Linear	1	0,00479	0,63	1	0,02399	7,85**	1	0,01097	12,4**
Quadrática	1	0,09214	12,20**	1	0,01629	5,33*	1	0,00110	1,25
Cúbica	1	0,01189	1,57	1	0,00047	0,15	1	0,00103	1,17
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 34 dias de idade									
Linear	1	0,00341	0,45	1	0,00216	0,70	1	0,00015	0,17
Quadrática	1	0,00222	0,29	1	0,00242	0,79	1	0,00041	0,46
Cúbica	1	0,02348	3,10	1	0,00716	2,34	1	0,000004	0,00
Resíduo	35	0,00755		35	0,00306		35	0,00088	

* (P<0,05); ** (P<0,01)

APÊNDICE C. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de rendimento de carcaça (RC), de peito (RP) e de coxa e sobrecoxa (RCS) de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de torta de girassol (TG), com a idade de início de fornecimento de TG na ração e com os níveis de inclusão de TG na ração.

Fonte de variação	RC			RP			RCS		
	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(6)	0,00022	0,64	(6)	0,00030	1,06	(6)	0,00045	2,55*
RCTG vs RSTG	1	0,00006	0,17	1	0,00012	0,41	1	0,00091	5,11*
20 dias vs 34 dias	1	0,00055	1,65	1	0,00006	0,02	1	0,00035	1,98
Idade x TG	2	0,00028	0,85	2	0,00056	2,00	2	0,00037	2,05
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 20 dias de idade									
Linear	1	0,00027	0,82	1	0,000003	0,01	1	0,00064	3,60
Quadrática	1	0,00016	0,48	1	0,00018	0,64	1	0,00046	2,56
Cúbica	1	0,00032	0,95	1	0,00062	2,20	1	0,00013	0,74
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 34 dias de idade									
Linear	1	0,00006	0,19	1	0,00058	2,04	1	0,00111	6,21*
Quadrática	1	0,00002	0,06	1	0,00045	1,57	1	0,00030	1,68
Cúbica	1	0,00009	0,27	1	0,00001	0,05	1	0,00051	2,83
Resíduo	76	0,00033		76	0,00028		76	0,00018	

* (P<0,05)

APÊNDICE D. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de rendimento de moela (RM) e de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de torta de girassol (TG), com a idade de início de fornecimento de TG na ração e com os níveis de inclusão de TG na ração.

Fonte de variação	RM			RGA		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(6)	0,00021	1,85	(6)	0,00026	0,79
RCTG vs RSTG	1	0,00073	6,43*	1	0,00013	0,39
20 dias vs 34 dias	1	0,00010	0,08	1	0,00077	2,36
Idade x TG	2	0,00007	0,64	2	0,00002	0,06
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 20 dias de idade						
Linear	1	0,00046	4,03*	1	0,000004	0,01
Quadrática	1	0,00039	3,47	1	0,00014	0,42
Cúbica	1	0,000008	0,06	1	0,00033	1,00
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 34 dias de idade						
Linear	1	0,00055	4,84*	1	0,00025	0,78
Quadrática	1	0,00015	1,34	1	0,00028	0,87
Cúbica	1	0,00018	1,58	1	0,00005	0,15
Resíduo	76	0,00011		76	0,00033	

* (P<0,05)

APÊNDICE E. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de potencial hidrogeniônico (pH) e de capacidade de retenção de água (CRA) de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de torta de girassol (TG), com a idade de início de fornecimento de TG na ração e com os níveis de inclusão de TG na ração.

Fonte de variação	PH			CRA		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(6)	0,02003	1,31	(6)	3,81441	0,40
RCTG vs RSTG	1	0,07647	4,99*	1	6,66365	0,69
20 dias vs 34 dias	1	0,02094	1,37	1	6,24087	0,65
Idade x TG	2	0,00961	0,63	2	4,55578	0,47
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 20 dias de idade						
Linear	1	0,01617	1,06	1	4,69620	0,49
Quadrática	1	0,01435	0,94	1	11,8809	1,24
Cúbica	1	0,02380	1,55	1	2,06169	0,21
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 34 dias de idade						
Linear	1	0,04879	3,19	1	2,25730	0,23
Quadrática	1	0,05866	3,83	1	0,00179	1,86
Cúbica	1	0,00002	0,00	1	2,30565	0,24
Resíduo	77	0,01531		77	9,59379	

* (P<0,05)

APÊNDICE F. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de coloração (L, a, b), croma e tonalidade de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de torta de girassol (TG), com a idade de início de fornecimento de TG na ração e com os níveis de inclusão de TG na ração.

Fonte de variação	L			a			b			Croma			Tonalidade		
	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(6)	3,47963	0,38	(6)	0,75210	0,83	(6)	1,90852	0,57	(6)	1,97244	0,55	(6)	20,9467	1,07
RCTG vs RSTG	1	4,02679	0,44	1	0,13945	0,15	1	4,88455	1,45	1	5,16819	1,45	1	0,05064	0,00
20 dias vs 34 dias	1	0,76399	0,08	1	0,11019	0,12	1	0,52813	0,16	1	0,06993	0,02	1	11,3764	0,58
Idade x TG	2	5,34427	0,58	2	1,51977	1,68	2	0,90925	0,27	2	1,19499	0,33	2	30,9775	1,58
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 20 dias de idade															
Linear	1	10,9725	1,20	1	0,17695	0,20	1	4,91634	1,46	1	4,72973	1,33	1	24,5686	1,26
Quadrática	1	2,49797	0,27	1	0,00880	0,01	1	0,64172	0,19	1	0,75262	0,21	1	0,00016	0,00
Cúbica	1	0,10910	0,01	1	3,80436	4,22*	1	0,01478	0,00	1	0,01793	0,01	1	89,5756	4,58*
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de TG aos 34 dias de idade															
Linear	1	0,12067	0,12	1	0,09600	0,11	1	3,41612	1,01	1	3,54421	0,99	1	0,04902	0,00
Quadrática	1	1,34447	0,15	1	0,31150	0,34	1	3,03343	0,90	1	3,28260	0,92	1	2,70358	0,14
Cúbica	1	7,28020	0,80	1	0,13690	0,15	1	3,05252	0,91	1	3,33123	0,93	1	0,28899	0,02
Resíduo	77	9,14260		77	0,90237		77	3,36418		77	3,56734		77	19,5411	

* (P<0,05)

APÊNDICE G. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de glicerina pura (GLI), com a idade de início de fornecimento de GLI na ração e com os níveis de inclusão de GLI na ração.

Fonte de variação	CR			GP			CA		
	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(9)	0,02389	1,44	(9)	0,01517	2,29*	(9)	0,00511	4,27**
RCGLI vs RSGLI	1	0,00135	0,08	1	0,00252	0,38	1	0,00240	2,00
Idade x GLI	4	0,03801	2,29	4	0,00664	1,00	4	0,00135	1,13
Desdobramento de polinômios para as idades de início de fornecimento de GLI na ração									
Linear	1	0,00370	0,22	1	0,00162	0,25	1	0,00262	2,19
Quadrática	1	0,03743	2,26	1	0,00068	0,10	1	0,00373	3,12
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 6 dias de idade									
Linear	1	0,01468	0,89	1	0,02031	3,07	1	0,02140	17,91**
Quadrática	1	0,00116	0,07	1	0,01114	1,69	1	0,00744	6,23*
Cúbica	1	0,00625	0,38	1	0,00043	0,06	1	0,00208	1,74
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 20 dias de idade									
Linear	1	0,00123	0,07	1	0,01266	1,91	1	0,00380	3,18
Quadrática	1	0,00966	0,58	1	0,00125	0,19	1	0,00401	3,35
Cúbica	1	0,02227	1,34	1	0,00156	0,24	1	0,00110	0,92
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 34 dias de idade									
Linear	1	0,02431	1,47	1	0,03472	5,25*	1	0,00398	3,33
Quadrática	1	0,10382	6,27*	1	0,05312	8,03**	1	0,00063	0,53
Cúbica	1	0,00282	0,17	1	0,00337	0,51	1	0,00034	0,28
Resíduo	30	0,016557		30	0,006613		30	0,001195	

* (P<0,05); ** (P<0,01)

APÊNDICE H. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de rendimento de carcaça (RC), peito (RP), coxa e sobrecoxa (RCS) e asa (RA) de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de glicerina pura (GLI), com a idade de início de fornecimento de GLI na ração e com os níveis de inclusão de GLI na ração.

Fonte de variação	RC			RP			RCS			RA		
	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(9)	6,0129	1,57	(9)	4,9064	1,11	(9)	3,8733	1,13	(9)	0,2953	0,52
RCGLI vs RSGLI	1	10,889	2,85	1	7,9150	1,79	1	14,319	4,17*	1	0,5858	1,03
Idade x GLI	4	4,0762	1,06	4	1,8312	0,41	4	0,7763	0,23	4	0,1799	0,32
Desdobramento de polinômios para as idades de início de fornecimento de GLI na ração												
Linear	1	1,4518	0,38	1	8,1620	1,84	1	4,2226	1,23	1	1,1028	1,93
Quadrática	1	16,421	4,29*	1	10,694	2,42	1	9,9934	2,91	1	0,0839	0,15
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 6 dias de idade												
Linear	1	6,8948	1,80	1	6,0399	1,36	1	8,3611	2,43	1	0,2486	0,44
Quadrática	1	1,5287	0,40	1	0,0621	0,01	1	2,0306	0,59	1	0,9464	1,66
Cúbica	1	6,6478	1,74	1	0,4759	0,11	1	1,4477	0,42	1	0,0595	0,10
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 20 dias de idade												
Linear	1	2,3950	0,63	1	9,3888	2,12	1	8,0463	2,34	1	0,3532	0,62
Quadrática	1	2,3747	0,62	1	0,7089	0,16	1	0,2588	0,08	1	0,3107	0,55
Cúbica	1	8,0042	2,09	1	6,4186	1,45	1	1,6051	0,47	1	0,0181	0,03
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 34 dias de idade												
Linear	1	1,4614	0,38	1	14,665	3,31	1	16,127	4,69*	1	0,4146	0,73
Quadrática	1	23,775	6,21*	1	3,1324	0,71	1	7,5502	2,20	1	0,2825	0,50
Cúbica	1	3,9630	1,04	1	0,9959	0,22	1	0,2502	0,07	1	0,2672	0,47
Resíduo	70	3,8263		70	4,4272		70	3,4350		70	0,5700	

* (P<0,05)

APÊNDICE I. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de potencial hidrogeniônico (pH) e de capacidade de retenção de água (CRA) de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de glicerina pura (GLI), com a idade de início de fornecimento de GLI na ração e com os níveis de inclusão de GLI na ração.

Fonte de variação	PH			CRA		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(9)	0,0291	1,38	(9)	21,827	2,11
RCGLI vs RSGLI	1	0,0168	0,80	1	13,066	1,26
Idade x GLI	4	0,0285	1,35	4	16,025	1,55
Desdobramento de polinômios para as idades de início de fornecimento de GLI na ração						
Linear	1	0,0017	0,08	1	0,0291	0,00
Quadrática	1	0,0452	2,14	1	9,1953	0,89
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 6 dias de idade						
Linear	1	0,0555	2,63	1	69,830	6,75*
Quadrática	1	0,0128	0,61	1	29,109	2,81
Cúbica	1	0,0112	0,53	1	5,7068	0,55
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 20 dias de idade						
Linear	1	0,0196	0,93	1	15,445	1,49
Quadrática	1	0,0158	0,75	1	8,2047	0,79
Cúbica	1	0,0089	0,42	1	0,3850	0,04
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 34 dias de idade						
Linear	1	0,0174	0,82	1	32,285	3,12
Quadrática	1	0,0053	0,25	1	0,0004	0,00
Cúbica	1	0,1056	5,00*	1	48,158	4,65*
Resíduo	70	0,0211		70	10,3485	

* (P<0,05)

APÊNDICE J. Resumo da análise de variância e do desdobramento de polinômios das médias de coloração (L, a, b), croma e tonalidade de frangos de corte de acordo com a inclusão ou não de glicerina pura (GLI), com a idade de início de fornecimento de GLI na ração e com os níveis de inclusão de GLI na ração.

Fonte de variação	L			a			b			Croma			Tonalidade		
	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F	GL	QM	F
Tratamentos	(9)	10,781	1,17	(9)	1,5835	0,89	(9)	3,0136	0,89	(9)	3,3143	0,98	(9)	44,380	0,99
RCGLI vs RSGLI	1	0,7347	0,08	1	0,5980	0,34	1	1,4586	0,43	1	0,9635	0,28	1	18,987	0,42
Idade x GLI	4	11,753	1,27	4	0,5117	0,29	4	4,2673	1,27	4	4,2077	1,24	4	22,413	0,50
Desdobramento de polinômios para as idades de início de fornecimento de GLI na ração															
Linear	1	1,4123	0,15	1	4,8133	2,70	1	2,3897	0,71	1	4,3683	1,28	1	78,949	1,76
Quadrática	1	9,1506	0,99	1	3,4534	1,94	1	2,7381	0,81	1	4,5872	1,35	1	102,38	2,28
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 6 dias de idade															
Linear	1	1,5275	0,17	1	0,7380	0,41	1	2,9160	0,87	1	3,3613	0,99	1	11,609	0,26
Quadrática	1	3,3800	0,37	1	0,2450	0,14	1	2,4384	0,72	1	2,9657	0,87	1	1,1689	0,03
Cúbica	1	0,3422	0,04	1	3,7822	2,12	1	0,8458	0,25	1	1,7568	0,52	1	62,078	1,38
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 20 dias de idade															
Linear	1	0,7111	0,08	1	0,7223	0,41	1	6,0515	1,80	1	4,4695	1,32	1	101,84	2,27
Quadrática	1	8,6112	0,93	1	0,9396	0,53	1	8,9077	2,64	1	9,5168	2,80	1	9,3894	0,21
Cúbica	1	1,6335	0,18	1	0,9125	0,51	1	0,8975	0,27	1	0,4092	0,12	1	63,701	1,42
Desdobramento de polinômios para os níveis de inclusão de GLI aos 34 dias de idade															
Linear	1	24,649	2,67	1	0,2127	0,12	1	0,0032	0,00	1	0,0020	0,00	1	2,6697	0,06
Quadrática	1	7,6050	0,82	1	1,0756	0,60	1	0,5058	0,15	1	0,2320	0,07	1	22,050	0,49
Cúbica	1	41,752	4,52*	1	0,3210	0,18	1	2,8989	0,86	1	1,8440	0,54	1	17,402	0,39
Resíduo	70	9,2293		70	1,7824		70	3,3679		70	3,3975		70	44,872	

* (P<0,05)