

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL

Glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte

Mônica Calixto da Silva

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

**Orientadora: Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal
Vieira Vaz**

ARAGUAÍNA - TO

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

Glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte

Mônica Calixto da Silva

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz

Comitê de orientação:

**Profa. Dra. Kênia Ferreira Rodrigues
Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa**

ARAGUAÍNA - TO

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S586g Silva, Mônica Calixto da.
Glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte.
/ Mônica Calixto da Silva. – Araguaína, TO, 2016.
105 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em
Ciência Animal Tropical, 2016.

Orientadora : Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz

Coorientadora : Kênia Ferreira Rodrigues

1. Alimentos energéticos. 2. Biodiesel. 3. Curva de crescimento.
4. Qualidade de carne. I. Título

CDD 636.089

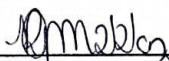
TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde
que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime
estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica
da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE
CORTE

MÔNICA CALIXTO DA SILVA

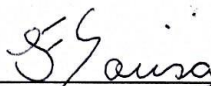
Tese aprovada como requisito parcial
para a obtenção do título de Doutora,
tendo sido julgado pela Banca
Examinadora formada pelos professores:



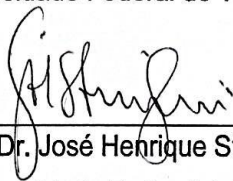
Orientadora: Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz
Universidade Federal do Tocantins



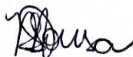
Coorientadora: Profa. Dra. Kênia Ferreira Rodrigues
Universidade Federal do Tocantins



Coorientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. José Henrique Stringhini
Universidade Federal de Goiás



Profa. Dra. Marilú Santos Sousa
Universidade Federal do Tocantins

Araguaína, 23 de junho de 2016

Aos meus pais (**Alaor e Natália**) pelos ensinamentos e valores que durarão para sempre.

Aos meus irmãos (**Marcelo, Éder e Adália**) e ao meu sobrinho (**Riquelme**) pelo companheirismo e pela generosidade.

A minha orientadora (**professora Roberta**) pela oportunidade, confiança, amizade e lealdade. Se hoje eu tenho uma direção certa profissionalmente foi pela sua ajuda!!!

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Tocantins em nome do **Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical**, pela oportunidade. A todos os **professores** que fazem parte do programa, pelos ensinamentos.

A **Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins**, professores, funcionários, pelo apoio.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos.

A **Deus** pelo dom da vida, por ter concedido saúde a mim e a minha família durante esses anos. Porque *“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine.” “E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.”* (1 Coríntios 13).

*“Meus pais não tinham... Nem escola... Nem dinheiro todo dia... O ano inteiro trabalhavam sem parar... Faltava tudo... Mas a gente nem ligava... O importante não faltava... Seu sorriso, seu olhar...”*¹ Agradeço aos meus pais **Alaor e Natália**, pelo respeito, esforço, dedicação e apoio... Por serem meu equilíbrio e terem me reerguido quando me senti enfraquecida! Mas, os agradeço principalmente, por nunca terem me dito que não daria certo. Por me ensinarem que o ensino é importante... Mas, não me torna uma pessoa melhor do que aquelas que não puderam estudar... Por me ensinarem que o que faz a vida andar e valer a pena... É o meu caráter e o respeito ao próximo!!!

*“Os meus melhores amigos são sempre aqueles que estão em casa, esperando por mim. Nos momentos mais difíceis da vida, eles estarão por perto... e se por acaso a dor chegar, ao meu lado vão estar”*². Aos melhores irmãos que eu poderia ter: **Marcelo, Éder e Adália** e ao meu **sobrinho Riquelme**. Obrigada por estarem sempre do meu lado, por acreditarem em mim.

Ao meu avô **Delaídio Calixto** (*in memoriam*) pelo incentivo... *“Não sei por que você se foi... Quantas saudades eu senti... E de tristezas vou viver... E aquele adeus não pude dar...”*³

A minha querida professora **Dra. Roberta Vaz**, uma pessoa de coração enorme e extremamente generosa, que tenho muito orgulho de ter sido orientada desde a graduação. Pela sua amizade sincera, e por toda confiança, estímulos e ensinamentos durante os últimos nove anos. A quem eu não tenho palavras para expressar a minha gratidão, por tudo que fez e faz por mim. Se hoje eu tenho uma direção certa profissionalmente foi pela sua ajuda. Por ter acreditado que poderia estar e chegar hoje, na conquista desse título.

A professora **Dra. Kênia Rodrigues**, pelo apoio, amizade, ensinamentos e por ter me dado à oportunidade de trabalhar na pesquisa e me mostrar à avicultura dentro e fora da Universidade.

Ao professor **Dr. Gerson Fausto**, pelo exemplo de profissional, pelas palavras de apoio e pela amizade.

Ao professor **Dr. Luciano Sousa**, pela disponibilidade em tirar minhas dúvidas e ajudar na estatística sempre que o solicitei. Uma pessoa extremamente generosa e com um coração enorme, a quem tenho grande respeito e admiração!

Ao professor **Dr. Henrique Stringhini**, pela paz que sempre me transmitiu e pela elegância e respeito que sempre demonstrou pelo nosso trabalho, sua contribuição foi muito preciosa durante esse período de doutorado, que sem dúvida contribuíram para minha formação.

A professora **Dra. Marilú Sousa** que esteve presente nos meus seminários e agora nessa etapa final, sempre com muita gentileza e delicadeza.

Aos professores **Dr. Emerson Alexandrino** e **Dr. José Neuman**, que durante esses anos de pós-graduação sempre estiveram dispostos a nos ajudar na condução dos experimentos.

Ao professor **Dr. Jefferson Costa de Siqueira**, por todos os conhecimentos transmitidos, pela amizade, confiança, generosidade e boa vontade que demonstrou durante esses anos de estudo.

A **Flávia Luzia**, minha amiga e companheira de pós-graduação pela presença constante durante esses últimos cinco anos, por toda ajuda, generosidade, ensinamento e pela preciosa contribuição durante toda essa caminhada. Você faz parte dessa história!

A **Raquel Martins**, por toda confiança e boa vontade que sempre demonstrou durante nossa convivência... Pela sua firmeza de caráter e coragem, exemplo de dedicação. Mas, em especial a agradeço pela sua generosidade e por sua amizade sincera.

A minha amiga **Carlinha** por toda ajuda na realização desse trabalho, extremamente competente, comprometida. Uma profissional sensacional, que tenho muito orgulho em ver crescer cada dia mais.

A chaveirinho **Latóya**, que esteve durante toda a realização desse trabalho ao meu lado. Uma pessoa encantadora, competente, responsável, que com sua humildade transmite amor por onde passa.

A **Mayara** por sua amizade e pela ajuda durante os dias de execução dos experimentos, sua ajuda e contribuição foram fundamentais para o resultado final desse trabalho.

Aos novos integrantes do grupo: **Aleane, Jefferson, Magna, Airton, JJ, Rogel, Marcos, Luciano e Hérica, Ranny**, sem palavras para agradecer por toda contribuição e ajuda, trabalhamos, mas, também dividimos muitos momentos de alegria.

A toda ajuda do **Iberê Parente**, uma pessoa incrível que por onde passa, esbanja simplicidade, competência e humildade. E a **Joana Patrícia**, pela generosidade em me ajudar sempre que precisei.

A **Sebastiana Adriana, Nekita Martins, Cristiane Mazzinghy e Thaís Valéria** amigas que conheci durante esses anos de pós-graduação e que levarei para toda a vida, com quem dividi nesse período momentos excelentes e muitas conversas agradáveis.

Ao **Guto**, pela companhia agradável, pelo incentivo, pelas longas conversas... Pela sua presença!

Ao **Darley Cutrim e Wesceley Faccini**, pela ajuda, amizade e generosidade em tirar minhas dúvidas e transmitir seus conhecimentos. Companheiros de muitas risadas e de vários momentos agradáveis durante esses anos.

A **Elizângela de Carli**, pelo apoio e pelas conversas maravilhosas. Sempre com palavras doces, carregadas de muito carinho, incentivo e “café”.

Aos amigos (as): **Sandra Arruda, Leidicéia Carneiro, Adriana Moura, Simone Bahia, Gerciel Pereira, Walter Santiago, Sinara Cangussu, Soélio Barros, Elis Regina, Alaíde Lopes e Rafael Lopes** que em algum momento me deram uma palavra de incentivo.

A todos integrantes do grupo **de AVES (GEPa)**, pela contribuição e apoio na realização desse trabalho.

A todos os amigos e colegas de pós-graduação **Aline Amorim, Aline Evangelista, Fernanda Alves, Nahuria Karajá, Nádia Stefanine, Gilson Filho, Joaquim Neto e Otacílio Júnior** pela agradável convivência e aprendizado.

Ao **Jeekyçon Cardoso**, secretário do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical - UFT, pela sua boa vontade e gentileza em me ajudar sempre que precisei.

As empresas **GRANFORTE** e **ASA Alimentos** pelo fornecimento de matéria prima para realização dos experimentos.

Ao **ensino público do Brasil**, do qual tive toda minha formação.

Muito obrigada!!!

¹ Trecho da canção “Utopia” de **Padre Zezinho**

² Trecho adaptado da letra “Tua Família” da banda **Anjos de Resgate**

³ Trecho da música “Gostava Tanto de Você” **Tim Maia**

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.”

Cora Coralina...

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
LISTA DE QUADROS	12
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE FIGURAS	17
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
1.1 INTRODUÇÃO	18
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
1.2.1 Fabricação do biodiesel.....	20
1.2.2 Metabolismo do glicerol.....	21
1.2.3 Utilização da glicerina na alimentação das aves	23
1.2.4 Limitações de uso da glicerina na alimentação das aves.....	27
1.2.5 Glicerina x ingestão de água	28
1.2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 2 - GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 21 DIAS DE IDADE	35
RESUMO.....	36
Introdução	38
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão.....	44
Conclusão	47
Agradecimentos	48
Referências	48
CAPÍTULO 3 - GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE	52
RESUMO.....	53
Introdução	55
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão.....	59
Conclusão	62
Agradecimentos	62

Referências	62
CAPÍTULO 4 – GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 42 DIAS DE IDADE	65
RESUMO.....	66
Introdução	68
Material e Métodos.....	69
Resultados e Discussão.....	74
Conclusão	78
Agradecimentos	78
Referências	78
CAPÍTULO 5 – GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE	81
RESUMO.....	82
Introdução	84
Material e Métodos.....	85
Resultados e Discussão.....	90
Conclusão	99
Agradecimentos	99
Referências	99
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104

RESUMO

Glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte

Cinco experimentos foram conduzidos com objetivo de avaliar a viabilidade técnica da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte. No experimento de metabolismo, 100 pintos de 14 dias, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, cinco repetições de dez aves. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência e uma dieta teste, na qual a glicerina purificada substituiu 10% da dieta referência. No experimento II, utilizou-se 200 pintos de oito dias, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e cinco repetições de dez aves. No experimento III, 80 frangos de corte, de 22 dias, foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e cinco repetições de quatro aves. No IV, 160 aves com oito dias, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e quatro repetições de dez aves. No V experimento, 240 pintos com um dia, foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e seis repetições de dez aves. A EMA, EMA_n e os CMMS, CMPB, CMEB da glicerina purificada obtida foram de 3790, 3560 kcal/kg e 83,72, 71,52, 86,27%, respectivamente. Observou-se que os níveis de glicerina não afetaram ($p>0,05$) nenhuma das características de desempenho dos 8 aos 21 dias. Não houve efeito dos níveis de inclusão sobre nenhuma das características de desempenho, rendimentos e qualidade física e química da carne do peito dos 22 aos 42 dias. Os níveis de inclusão de glicerina influenciaram ($p<0,05$) o ganho de peso, a conversão alimentar e o peso das aves dos 8 aos 42 dias, não havendo efeito ($p>0,05$) sobre o consumo de ração. Da mesma forma, não houve efeito ($p>0,05$) sobre os rendimentos de carcaça e cortes nobres. As dietas não influenciaram ($p>0,05$) os pesos relativos da moela, nem o peso relativo e/ou comprimento do intestino delgado. Entretanto, influenciaram ($p<0,05$) o peso relativo do coração e do fígado. As aves alimentadas com dieta contendo 6% de glicerina apresentaram maiores taxas de maturidade (b), menor idade para máximo crescimento (t*) e menor peso a maturidade (Pm). Os níveis de inclusão de glicerina melhoraram as características de desempenho, não havendo efeito ($p>0,05$) sobre os rendimentos de carcaça, cortes nobres, fígado, moela, peso e ou comprimento do intestino. Houve efeito ($p<0,05$) para o rendimento de coração. Observou-se aumento ($p<0,05$) nos teores de proteína bruta, extrato etéreo, deposição de proteína, de gordura e efeito linear decrescente para as porcentagens de umidade, não havendo efeito ($p>0,05$) para cinzas. Observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada não afetaram ($p>0,05$) os valores de vermelho (a*), amarelo (b*), luminosidade (L*) e pH da carne do peito. A inclusão de glicerina purificada na alimentação de frangos de corte mostrou-se tecnicamente viável em até 6%.

Keywords: alimentos energéticos, biodiesel, curva de crescimento, desempenho produtivo, qualidade de carne

ABSTRACT

Purified glycerin in balanced diets for broilers

Five experiments were conducted to evaluate the technical viability of purified glycerin inclusion in balanced diets for broilers. In the metabolism experiment, 100 broilers of 14 days were distributed in a completely randomized design in two treatments, five replications of ten broilers. Treatments consisted of a control diet and a test diet, in which the purified glycerine replaced 10% of the reference diet. In the second experiment 200 8 days old broilers were allotted in a distributed in a completely randomized design with four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and five replications of ten broilers each. In 80 broilers of 22 days were distributed in a completely randomized design in four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and five replicates of four birds. In 160 broilers with 8 days were distributed in a completely randomized design in four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and four replicates of ten broilers. In experiment V, 240 one-day-old broilers were distributed in a completely randomized design in four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and six replicates of ten broilers. The AME, AME_N, MCDM, MCCP, MCGE from the purified glycerin were 3790, 3560 Kcal/kg and 83.72, 71.52, 86.27%, respectively. It was observed that glycerin levels did not affect ($p>0.05$) none of the performance characteristics from 8 to 21 days. There was no effect of the inclusion levels on any of the performance characteristics, carcass yield and physicochemical traits of breast muscle from 22 to 42 days. The glycerin inclusion levels influenced ($p<0.05$) weight gain, the feed conversion and broiler weight from 8 to 42 days, with no effect ($p>0.05$) on feed intake. Similarly, there was no effect ($p>0.05$) on carcass yield and special cuts. Diets did not affect ($p>0.05$) the relative gizzard weight or the relative small intestine weight and/or length. However, the diets influenced ($p<0.05$) relative heart and liver weight. Birds fed diets containing 6% glycerin showed higher maturity rate (b), the lower age for maximum growth (t*) and lower weight at maturity (Wm). The glycerin inclusion levels have improved performance characteristics, with no effect ($p>0.05$) on carcass, special cuts, liver, gizzard yields and weight or length of the intestine. There was an effect ($p<0.05$) for heart yield. There was an increase ($p<0.05$) in crude protein, ether extract, protein and fat deposition, and linear decreasing for the moisture percentages, with no effect ($p>0.05$) to ashes. It was observed that the purified glycerin inclusion levels did not affect ($p>0.05$) the values for redness (a*), yellowness (b*), lightness (L*) and pH of breast muscle. The inclusion of purified glycerin in the feeding of broiler chickens was shown to be technically feasible up to 6%.

Keywords: biodiesel, energy feed, growth curve, growth performance, meat quality

LISTA DE QUADROS

Quadros do capítulo I

Quadro 1. 1 - Energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMA_n kcal/kg) da glicerina para aves em diferentes estudos.....	24
Quadro 1. 2 – Relatos de trabalhos realizados com a inclusão de glicerina na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de produção ...	26
Quadro 1. 3 – Composição nutricional da glicerina utilizada por diferentes autores na alimentação das aves	28

LISTA DE TABELAS

Tabelas do capítulo II

Tabela 2.1. Composição centesimal e calculada da dieta referência (base na matéria natural).....	40
Tabela 2.2. Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais.....	42
Tabela 2.3. Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade	43
Tabela 2.4. Médias de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) da glicerina purificada ¹	45
Tabela 2.5. Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), e peso aos 21 (P21d) dias de frangos de corte, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	46
Tabela 2.6. Ganho de peso (g), custo da alimentação (R\$/kg), custo da alimentação por kg de ganho de peso (R\$/kg), margem bruta (R\$/kg) de frangos de corte de 8 a 21 dias.....	47

Tabelas do capítulo III

Tabela 3.1. Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais.....	56
Tabela 3.2. Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade	57
Tabela 3.3. Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 42 dias (P42d) de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	59

Tabela 3.4. Média dos rendimentos de carcaça (RC), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX) e peito (RP) de frangos de corte aos 42 dias de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada.....	60
Tabela 3.5. Valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), umidade (UM) e cinzas da carne do peito de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade.....	61
Tabela 3.6. Valores médios de luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*) da carne do peito de frangos de corte de corte abatidos aos 42 dias de idade	61

Tabelas do capítulo IV

Tabela 4.1 - Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais.....	70
Tabela 4.2 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade	71
Tabela 4.3 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade	72
Tabela 4.4 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), e peso aos dias 42 dias (P42d) de frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	74
Tabela 4.5 - Médias dos rendimentos de carcaça (RC), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX), peito (RP), deposição de proteína (DP) e deposição de gordura (DG) de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	75
Tabela 4.6 - Peso relativo do coração (COR), moela (MO), fígado (FG), intestino delgado (ID) e comprimento do intestino delgado (CID) de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade.....	76

Tabela 4.7- Valores médios de luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*) da carne do peito de frangos de corte de corte abatidos aos 42 dias de idade	77
--	----

Tabelas do capítulo V

Tabela 5.1 - Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais	86
Tabela 5.2 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade	87
Tabela 5.3 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade	88
Tabela 5.4 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 7 (P7d) dias de frangos de corte, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	91
Tabela 5.5 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 21 (P21d) dias de frangos de corte, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	91
Tabela 5.6 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 42 (P42d) dias de frangos de corte, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	92
Tabela 5.7 - Estimativa dos parâmetros da equação de Gompertz para o peso de frangos de cortes de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada de 1 a 42 dias de idade	93
Tabela 5.8 - Taxas de crescimento de peso vivo de frangos de corte de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	94
Tabela 5.9 - Dados médios de rendimento de carcaça, cortes nobres e de órgãos de frangos de cortes aos 42 dias, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada	95

- Tabela 5.10 - Valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), umidade (UM), cinzas, deposição de proteína (DP) e deposição de gordura (DG) da carne de peito de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade .97
- Tabela 5.11 - Médias dos valores de luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*) da carne do peito de frangos de corte, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada98

LISTA DE FIGURAS

Figuras do capítulo I

Figura 1.1 - Produção de biodiesel a partir da transesterificação de óleos vegetais..	20
Figura 1.2 - Estrutura química do glicerol.....	21
Figura 1.3 - Metabolismo do glicerol.	22
Figura 1.6 - Vegetais utilizados no processo de produção do biodiesel.....	27
Figura 1.7 - Comparação do coxim plantar de frangos de corte alimentadas com 10% de glicerina (A) e sem glicerina (B).	29

Figura do capítulo V

Figura 5.1 - Taxa de crescimento de frangos de corte de acordo com os níveis de glicerina purificada.	94
--	----

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte é o segmento do setor agropecuário brasileiro que obteve maior destaque nos últimos anos, no entanto, os altos custos com a alimentação, despertam o interesse dos nutricionistas por fontes alternativas de alimentos, com o intuito de diminuir os custos de produção, principalmente os relacionados com a nutrição, que representa até 70% do custo total de produção (BASTOS et al., 2007; BRUNELLI et al., 2006; CARNEIRO et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2005; RAMOS et al., 2006; SCHOULTEN et al., 2003).

Sabe-se que os preços dos principais insumos utilizados na alimentação das aves, sofrem variações ao longo do ano, pela sazonalidade de produção. Nesse sentido, pesquisas buscam encontrar fontes alternativas de energia, que possam substituir parcialmente os alimentos energéticos da dieta (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008; 2011).

O processamento de produtos de origem animal (sebos e gorduras) ou vegetal (mamona, amendoim, babaçu, girassol, etc.) mediante a reação de saponificação de ácidos graxos (óleos, azeites ou sebo) com hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio, produz o biodiesel (JUNG; BATAL, 2011a; MIN et al., 2010; MOTA et al., 2009). Como coproduto dessa reação está a glicerina bruta, alimento com potencialidade de uso na alimentação animal, principalmente pelo alto valor energético (DOZIER et al., 2008; 2011).

Embora a projeção do volume do biodiesel no país seja alta, poucas empresas apresentam planos futuros para sua conversão em produtos de maior valor agregado. Dessa forma, trabalhos que avaliem sua inclusão na alimentação das aves e sua economicidade, podem ser de grande valia para o escoamento dessa produção.

Pesquisas realizadas com a inclusão de glicerina na alimentação das aves evidenciaram potencialidades da utilização eficaz como fonte de energia em diferentes fases de produção (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008; 2011; EROL et al., 2009; LAMMERS et al., 2008; LIMA et al., 2013; SILVA et al., 2013; SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2009).

Sehu et al. (2012) avaliaram níveis de 0, 5 e 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, e observaram que a inclusão 5% não comprometeu o desempenho, as características de carcaça e a composição de ácidos graxos da carne. No entanto, os autores observaram que as aves alimentadas com a dieta contendo 5% de glicerina, apresentaram menor peso relativo do coração em comparação às aves alimentadas a dieta controle.

Da mesma forma, Abd-Elsamee et al. (2010) testaram diferentes níveis de glicerina bruta na alimentação de frangos de corte e concluíram que o nível de 8% pode ser utilizado nas dietas, sem qualquer efeito negativo sobre os parâmetros de desempenho, digestibilidade dos nutrientes e características de carcaça das aves de 1 a 42 dias de idade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mandalawi et al. (2014) que testaram níveis 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 21 dias e concluíram que a glicerina pode ser utilizada em substituição as fontes energéticas da dieta em até 10% sem qualquer prejuízo ao desempenho das aves.

No entanto, na literatura existem divergências quanto ao nível ideal de inclusão da glicerina nas dietas, devido às variações nutricionais existentes na composição do alimento. Estas diferenças estão relacionadas com a falta de padronização do produto durante o processamento do biodiesel, além disso, as diferentes matérias primas (animal ou vegetal), também podem influenciar na qualidade final do produto (JUNG; BATAL, 2011a;b).

Todavia, a introdução de qualquer alimento alternativo na dieta de frangos de corte, depende de análises laboratoriais e ensaios biológicos para avaliar a metabolizabilidade/disponibilidade e o melhor nível de inclusão do alimento, sem comprometer as variáveis de desempenho e que, proporcione menor custo de alimentação.

Portanto, avaliar os efeitos de diferentes níveis de inclusão de glicerina purificada em dietas de frangos de corte, nas diferentes fases de produção, pode influenciar e estimular seu uso em escala comercial, além de dar destino ambientalmente correto aos coprodutos agroindustriais. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a viabilidade técnica da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Fabricação do biodiesel

O processamento de óleos e gorduras obtidos mediante reação de saponificação de ácidos graxos (óleos, azeites ou sebo) com hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio, produz o biodiesel (JUNG; BATAL, 2011a; MIN et al., 2010) e como coproduto a glicerina, com teores de glicerol variando de 80 a 95% (Figura 1.1).

Água, ácidos graxos livres, metanol, potássio e sódio também fazem parte de sua composição nutricional. Sendo o metanol e os minerais, principais limitantes da utilização na alimentação animal, pois, quando em excesso podem provocar toxidez e desencadear problemas metabólicos nos animais (CERRATE et al., 2006; JUNG; BATAL, 2011b).

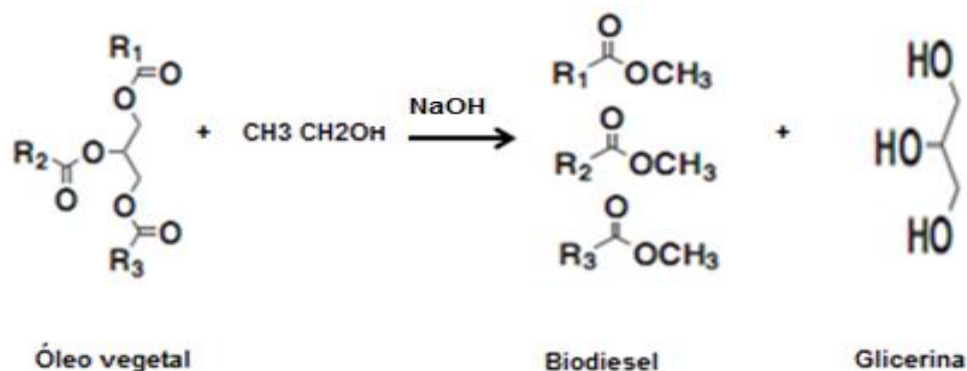


Figura 1.1 - Produção de biodiesel a partir da transesterificação de óleos vegetais.
Fonte: Adaptado de Mota et al. (2009).

O glicerol é um componente químico puro 1,2,3-propanotriol (Figura 1.2), enquanto que o termo glicerina, aplica-se aos produtos comerciais. Um produto com características higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado, tendo sua forma líquida à temperatura ambiente a 25°C. Após o processo de purificação a glicerina pode ter várias finalidades na indústria farmacêutica, alimentar e na nutrição animal (MOTA et al., 2009; ARRUDA et al., 2007).

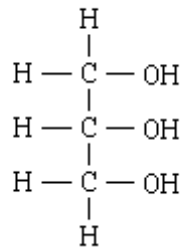


Figura 1.2 - Estrutura química do glicerol.

1.2.2 Metabolismo do glicerol

Presente no metabolismo animal, o glicerol é encontrado na circulação sanguínea e nas células (LIN, 1977), sendo derivado da lipólise no tecido adiposo, da hidrólise dos triglicerídeos no músculo e da gordura dietética (MENTEN et al., 2010).

A estrutura simples e o baixo peso molecular, faz com que o glicerol possa ser eficientemente absorvido por difusão no lúmen intestinal (LIMA et al., 2014; MIN et al., 2010). Nesse sentido, a inclusão de glicerina na alimentação de frangos de corte pode favorecer a ingestão de alimento, pela sua alta eficiência de absorção.

Independentemente da absorção o glicerol é sintetizado em glicose, predominantemente no fígado, pela enzima glicerol quinase, ocorrendo também uma pequena síntese nos rins e é precursor para o gliceraldeído 3-fosfato, além de ser intermediário na lipogênese e na via gliconeogênese, dessa forma, fornece energia pela via glicolítica e pelo ciclo do ácido cítrico (MIN et al., 2010).

A enzima glicerol quinase é a responsável pela fosforilação do glicerol no fígado, para formar o glicerol-3-fosfato, que pode seguir três destinos metabólicos: glicólise, biossíntese de glicerofosfolídeos e de triglicerídeos. O glicerol-3-fosfato por meio da enzima glicerol-3-fosfato desidrogenase citosólica e a glicerol-3-fosfato desidrogenase mitocondrial, podem formar diidroxiacetona fosfato. A diidroxiacetona fosfato é um dos intermediário da via glicolítica e componente essencial para o metabolismo de lipídeos e carboidratos (Figura 1.3) (BERNARDINO et al., 2013).

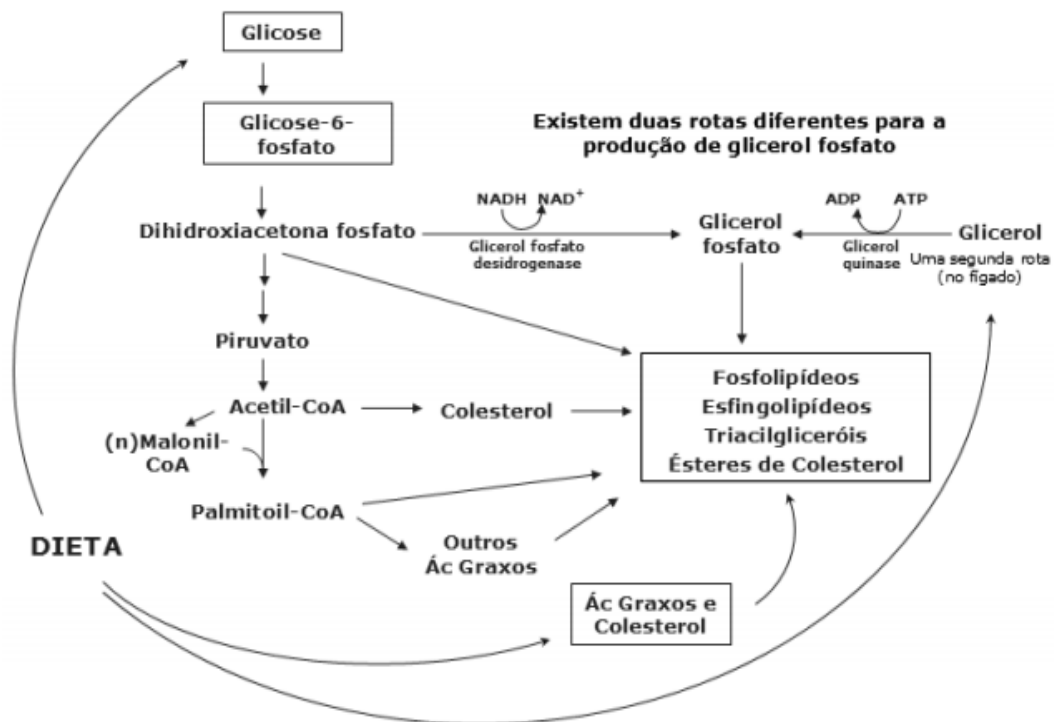


Figura 1.3 - Metabolismo do glicerol.
Fonte: Nelson; Cox (2000).

Após a absorção no organismo animal o glicerol pode seguir vários destinos metabólicos, dependendo do estado nutricional ou fisiológico do animal. Pode ser dirigido para o fornecimento de esqueleto carbônico para a gliconeogênese, pode ser reduzido no citosol para mitocôndria e gerar 22 ATP, ou precursor da síntese de triglicerídeos (MENTEN et al., 2010).

Tanto o glicerol endógeno resultante do catabolismo dos triglicerídeos como o proveniente da dieta, chega ao fígado pela veia porta, e será convertido para produção de glicose (Figura 1.4). No músculo, o glicerol produzido pela hidrólise dos triglicerídeos é liberado no sangue e transportado para o fígado pelas proteínas aquagliceroporinas (GUERRA et al., 2011).

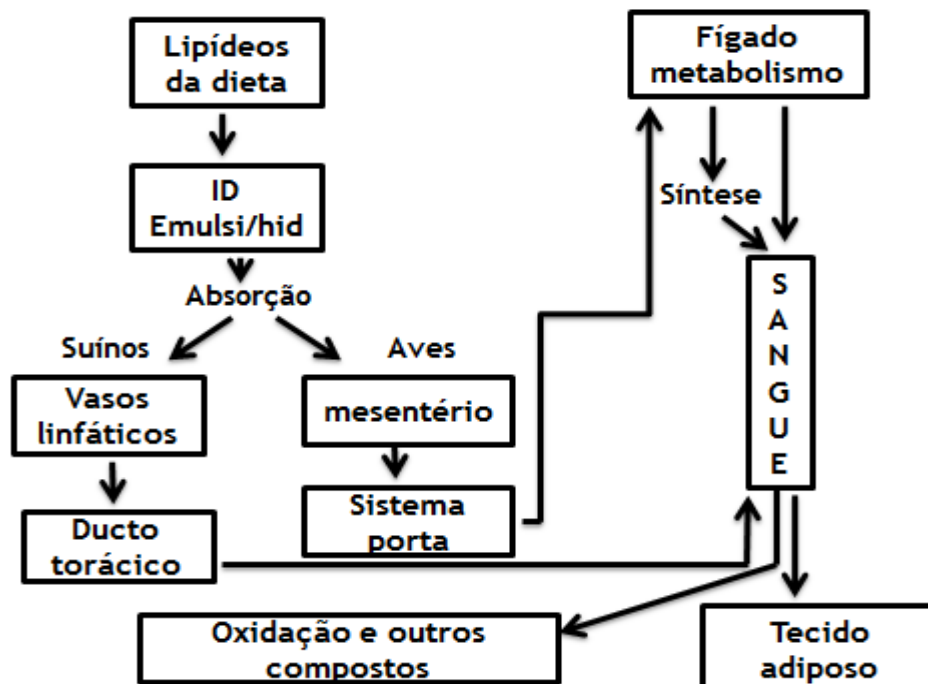


Figura 1. 4 - Destinos metabólicos dos lipídeos da dieta.
Fonte: Adaptado de Bertechini (2006).

De acordo com Bernardino et al. (2014) a alta ingestão de glicerol pode sobrecarregar a capacidade de metabolização das aves, visto que, se o glicerol ingerido não for fosforilado pela enzima glicerol quinase, pode não ocorrer sua retenção e utilização pelo organismo, ocorrendo a excreção do excedente pelos rins.

1.2.3 Utilização da glicerina na alimentação das aves

Em estudos realizados com a utilização de glicerina em dietas de frangos de corte (RABER et al., 2009; GUERRA et al., 2011; MCLEA et al., 2011; LIMA et al., 2013), galinhas poedeiras (LAMMERS et al., 2008; SWIATKIEWICZ; KORELESKI, 2009) e codornas (EROL et al., 2009; SILVA et al., 2013) demonstrou-se potencialidade de utilização na alimentação das aves, em diferentes fases de produção.

Toda essa potencialidade está basicamente relacionada ao alto valor de energia metabolizável da glicerina. Na sua composição química, cerca de 80 a 95% é constituído de glicerol e, quanto maior for essa porcentagem, maior o teor de

energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n) (Quadro 1.1) e, conseqüentemente, melhores resultados são esperados para as variáveis de desempenho. De acordo com Oliveira et al. (2013), quando comparada à energia do milho, a glicerina pode ser considerada um alimento passível de utilização na alimentação das aves, por apresentar um bom teor de energia bruta, altamente metabolizável.

Quadro 1. 1 - Energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMA_n kcal/kg) da glicerina para aves em diferentes estudos

Autores	Glicerina	Categoria	EB (kcal/kg)	EMA (kcal/kg)	EMA_n (kcal/kg)
Dozier et al. (2008)	*	Frangos de corte	-	-	3434
Dozier et al. (2011)	Bruta	Frangos de corte	-	-	3579
Gianfelici et al. (2011)	Bruta	Frangos de corte	-	-	3561
Lammers et al. (2008)	Bruta	Poedeiras	-	-	3805
Abd-Elsamee et al. (2010)	Bruta	Frangos de corte	3445	3312	-
Oliveira et al. (2013)	Pura	Frangos de corte	-	4015	3911
França et al. (2014)	*	Frangos de corte	-	4115	3870
Jung; Batal (2011)a	Bruta	Frangos de corte	4648	-	4206

*Glicerina não definida pelos autores.

Pelo método total de coleta de excretas Dozier et al. (2008) realizaram três experimentos com frangos de corte de diferentes idades, para determinar o conteúdo energético da glicerina e concluíram sua eficiência como fonte de energia para nutrição das aves. Em outro estudo, Dozier et al. (2011) avaliaram amostras de glicerina bruta provenientes de diferentes fontes de processamento e observaram que a EMA_n variou de 3.254 a 4.134 kcal/kg.

Da mesma forma, Gianfelici et al. (2011) avaliaram a energia metabolizável da glicerina bruta para frangos de corte, com 35 dias de idade, alimentados com dietas (contendo 0, 5, 10, 15 e 20% de glicerina) e verificaram que o maior valor de EMA_n observado foi de 4890 kcal/kg (com média de 3561 kcal/kg), obtida com as aves alimentadas com 15% de glicerina. Os autores concluíram ser difícil determinar o

teor de EMA_n , pois essa determinação depende das características do produto e do nível de inclusão na dieta.

Lammers et al. (2008) trabalharam com galinhas poedeiras de 40 semanas de idade e, encontraram o valor de 3805 kcal/kg de EMA_n , sendo este valor 14% superior ao milho. Entretanto, os autores ressaltaram que a glicerina fornece apenas nutrientes energéticos, diferentemente do milho que também possui aminoácidos, fósforo e ácidos graxos essenciais em sua composição.

Todavia, ressalta-se, que os valores de EMA_n podem variar de acordo com a idade das aves, pois, frangos mais jovens tem maior capacidade de utilização da energia desse alimento (LIMA et al., 2013). De acordo com Dozier et al. (2011), apesar dos resultados indicarem a glicerina como uma fonte eficiente de energia para frangos de corte, destacaram que as concentrações de metanol e ácidos graxos podem influenciar o seu teor de EMA_n .

Para avaliar os efeitos da inclusão da glicerina na dieta das aves, Cerrate et al. (2006) desenvolveram dois experimentos, utilizando 0; 5 e 10% (experimento I) e 0; 2,5 e 5% (experimento II) e concluíram que a glicerina pode ser incluída nas dietas em até 5% sem reduzir o desempenho das aves de 1 a 42 dias de idade.

Em estudo semelhante, Sehu et al. (2013) testaram 0, 5 e 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte e verificaram em ambos níveis de inclusão, aumento no desempenho produtivo. Entretanto, as aves alimentadas com 5% de glicerina apresentaram eficiência econômica 20% superior, quando comparadas às aves do grupo controle.

Resultados contrastantes foram obtidos por Romano et al. (2014), que testaram 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de inclusão de glicerina e concluíram que frangos de corte são capazes de metabolizar adequadamente o glicerol na dieta em até 7,5%, pois, alterações metabólicas indesejáveis podem ocorrer em níveis mais elevados.

Os resultados dos diferentes estudos realizados com a utilização de glicerina na alimentação de frangos de corte evidenciaram ser possível utilizá-las nas dietas e atender os padrões comerciais típicos. No entanto, o nível de inclusão, dependerá da composição nutricional do alimento, que podem variar de acordo com a matéria prima utilizada na produção do biodiesel (Quadro 1.2).

Quadro 1. 2 – Relatos de trabalhos realizados com a inclusão de glicerina na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de produção

Autores	Período (dias)	Variáveis estudadas	Efeitos observados
Sehu et al. (2012)	1 – 42	Desempenho produtivo, rendimento de carcaça, gordura cloacal, órgãos internos e os principais ácidos graxos.	A inclusão 5% de glicerina bruta nas dietas melhorou o desempenho produtivo, reduziu o peso relativo coração, fígado e moela, sem efeito nos teores de ácidos graxos.
Silva et al. (2012)	1 – 42	Desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, o peso vivo aos 7, 21 e 42 dias), umidade de cama e as características de carcaça.	Não foram observados efeitos negativos no desempenho ou nas características de carcaça, mas, houve um aumento linear na umidade da cama com a inclusão de até 5% glicerina.
Bernardino et al. (2014)	8 – 21	Desempenho produtivo, umidade de cama e o glicerol sérico.	A inclusão de até 7% nas dietas não prejudicou o desempenho das aves, entretanto, houve maior umidade de cama para as aves alimentadas com dietas contendo glicerina.
Ozdogan et al. (2013)	1 – 42	Morfologia do intestino (espessura das células epiteliais, o comprimento das vilosidades e o comprimento e largura da cripta).	A dieta contendo 4% de glicerina reduziu a presença de bactérias coliformes e enterobactérias no duodeno e aumentou a área de absorção de nutrientes.
Topal; Ozdogan (2013)	1 – 42	Desempenho produtivo, o peso dos órgãos internos e a composição química da carne.	Sem efeito negativo nos parâmetros de desempenho, na composição química da carne, no rendimento ou peso dos órgãos internos, exceto para o peso do coração de frangos alimentados com 4 ou 8% de glicerina.
Abd-Elsamee et al. (2010)	1 – 42	Desempenho produtivo, digestibilidade dos nutrientes, componentes do sangue e o rendimento de carcaça.	*O nível de inclusão de 8% não causou qualquer efeito negativo no desempenho, na digestibilidade dos nutrientes, nos componentes sanguíneos e nas características de carcaça.

A dieta com 8% excedeu as exigências nutricionais das aves para sódio (Na).

1.2.4 Limitações de uso da glicerina na alimentação das aves

As diferentes matérias primas utilizadas no processamento do biodiesel, provenientes de produtos de origem animal (sebo e gordura) ou vegetal (soja, girassol, amendoim, mamona, babaçu, etc.) (Figura 1.6) e os reagentes mais comuns (hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio) podem interferir na composição nutricional da glicerina (JUNG; BATAL, 2011a;b) (Quadro 1.3).



Figura 1.4 – Matéria-prima utilizada no processo de produção do biodiesel.
Fonte: Aranda (2007).

Outros fatores, como características de carcaças e parâmetros sanguíneos também precisam ser estudados em trabalhos futuros (MIN et al., 2010). Pois níveis elevados de glicerina na dieta, podem ocasionar mudanças metabólicas, tais como aumento das concentrações de glicose no sangue, ingestão de água e umidade fecal (GIANFELICI et al., 2011; ROMANO et al., 2014).

Outra preocupação relatada por Cerrate et al. (2006) são os níveis elevados de potássio, que podem acarretar problemas de cama molhada ou desequilíbrio eletrolítico da dieta. A contaminação por metanol, também pode limitar seu uso na alimentação das aves (JUNG; BATAL, 2011b).

Quadro 1. 3 – Composição nutricional da glicerina utilizada por diferentes autores na alimentação das aves

Autores	TG	Gli (%)	Um (%)	Na (%)	K (%)	Met (%)	NaCl (%)	Cin (%)	pH
Abd-Elismaee et al. (2006)	Bruta	84,65	10,17	3,41	0,18	-	-	8,25	8,0
Silva et al. (2012)	*	83,4	14,92	1,18	0,22	0,0208	-	-	-
Romano et al. (2014)	Bruta	83,63	11,18	1,83	-	0,0397	4,91	6,97	6,16
Lammer et al. (2008)a	Bruta	84,51	11,95	1,20	<0,005	0,32	1,71	2,98	5,67
Lammer et al. (2008)b	Bruta	86,95	9,22	1,26	<0,005	0,0028	1,86	3,19	5,33
Mandalawi et al. (2014)	*	81,6	10,7	-	-	0,06	4,4	5,56	5,3
Gianfelici et al. (2011)	Bruta	-	8,0	2,05	0,10	<0,005	-	-	-

TG = tipo de glicerina; Gli = glicerol; Um = umidade; Na = sódio; K = potássio; Met = metanol; NaCl = cloreto de sódio; Cin = cinzas.

*Glicerina não definida pelos autores.

1.2.5 Glicerina x ingestão de água

As altas concentrações dos minerais sódio e potássio, resultante do processo de catalisação do biodiesel, podem acarretar problemas de desequilíbrio eletrolítico das dietas (CERRATE et al., 2006). Segundo Borges et al. (2003); Mongin (1981); Oliveira; Arantes; Stringhini (2010) o balanço eletrolítico das rações está diretamente relacionado a ingestão de água, de modo que maiores relações $Na^+ + K^+ - Cl^-$ provocam aumento da ingestão.

Alguns autores relataram maior excreção para aves alimentadas com dietas contendo glicerina e correlacionaram esse fato, ao desequilíbrio eletrolítico das dietas (CERRATE et al., 2006; GIANFELICI et al., 2011). Esses autores destacaram que os teores de sódio e potássio presentes na composição da glicerina podem exceder as exigências nutricionais, o que pode favorecer a maior ingestão de água, e conseqüentemente maior umidade de cama.

De acordo com Gianfelici et al. (2011) é possível utilizar a glicerina como fonte de energia para nutrição das aves. No entanto, os níveis de inclusão não podem ser elevados, para evitar problemas causados pelo excesso de umidade na cama. Pois

além dos minerais presentes na sua composição, a característica higroscópica associada ao glicerol não metabolizado no organismo das aves, também podem aumentar a umidade de cama, já que, o glicerol arrasta água durante o processo de excreção (GUERRA et al., 2011).

A umidade de cama quando excessiva pode desencadear problemas nocivos à saúde das aves, proliferação de fungos e de bactérias, além de ocasionar problemas nos pés, como relatado por Silva (2010), que observou maior gravidade de lesões nos coxim plantar (Figura 1.7) dos frangos alimentados com 7,5 e 10% de glicerina, provavelmente, desencadeada pela maior umidade de cama.

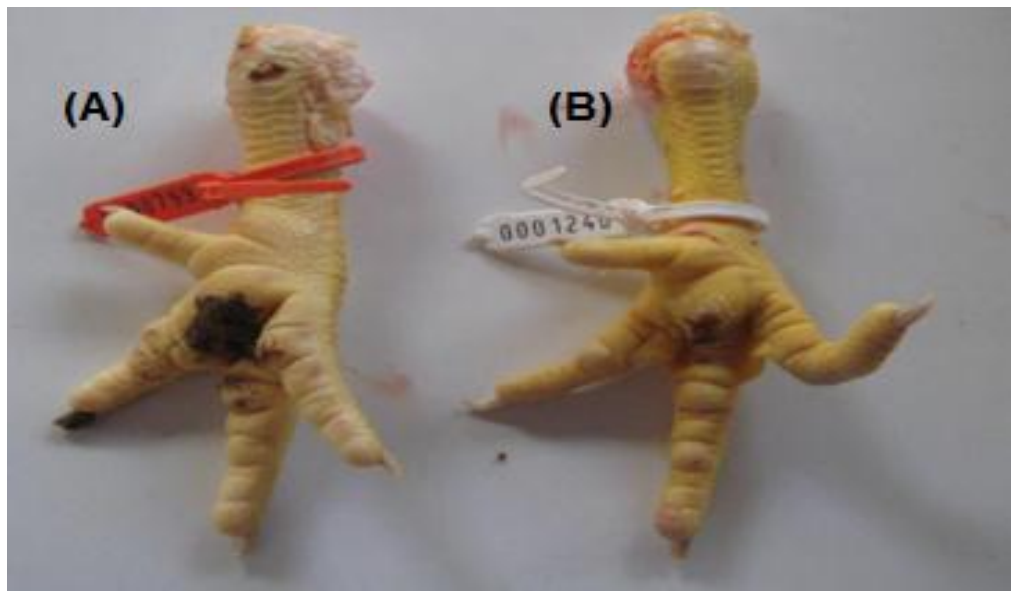


Figura 1.5 - Comparação do coxim plantar de frangos de corte alimentadas com 10% de glicerina (A) e sem glicerina (B).

Fonte: Silva (2010).

Os resultados dos diversos estudos evidenciaram potencialidade de uso da glicerina na alimentação das aves em diferentes fases de produção. Todavia, existem divergências quanto ao nível ideal de inclusão do alimento, visto que, as variações na composição nutricional, podem limitar sua inclusão nas dietas.

No entanto, estudos apontaram para melhores resultados de desempenho de frangos de corte alimentados com até 5% de inclusão do alimento. Neste sentido, pesquisas devem ser realizadas para melhor avaliar os efeitos da glicerina, nas diferentes fases de criação, assim como, na qualidade física e química da carne.

1.2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-ELSAMEE, M. O.; ABDO, Z. M. A.; EL-MANYLAWI, M. A. F.; SALIM, I. H. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egyptian Poultry Science**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 281-295, 2010.
- ARANDA, D. **Processos de produção do biodiesel**, 2007. Disponível em: <http://www.labcat.org/ladebio/semana1/palestras/SemanaBiodiesel-3-Donato.pdf>. Acesso: 22 de fevereiro de 2016.
- ARRUDA, P. V. de; RODRIGUES, R.C.L.B.; FELIPE, M. G. A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, n. 26, p. 56-62, 2007.
- BASTOS, S.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; ESPÍNDOLA, G.B.; BRAGA, C.V.P. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 3, p. 297-303, 2007.
- BERNARDINO, V. M. P.; RODRIGUES, P. B.; ALBINO, L. F. T.; NAVES, L. P.; SCOTTÁ, B. A.; PEREIRA, C. M. C. Metabolismo do Glicerol em Aves – Revisão Bibliográfica. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 05, p. 2752-2780, 2013.
- BERNARDINO, V. M. P.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, D. H.; FREITAS, R. T. F.; NAVES, L. P.; NARDELLI, N. B. S.; TEIXEIRA, L. V.; PREZOTTO, C. F. Fontes e níveis de glicerina para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 15, n. 3, p. 649-658, 2014.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora, UFLA, 301 p., 2006.
- BORGES, S. A.; FISCHER DA SILVA, A. V.; ARIKI, J.; HOOGE, D. M.; CUMMINGS, K. R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 3, p. 428-435, 2003.
- BRUNELLI, S.R.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A.da; FONSECA, N.A.N.; OLIVEIRA, D.D.de; CUNHA, G.E.; SOUZA, L.F.A.de. Inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1349-1358, 2006.

CARNEIRO, A. P. M.; PASCOAL, L. A. F.; WATANABE, P.H.; SANTOS, I.B.; LOPES, J.M.; ARRUDA, J. C. B. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 40-47, 2009.

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**, n. 5, v. 11, p. 1001-1007, 2006.

DOZIER, W. A.; KERR, B. J.; BRANTON, S. L. Apparent metabolizable energy of crude glycerin originating from different sources in broiler chickens. **Poultry Science**, n. 90, p. 2528-2534, 2011.

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

EROL, H.; YALÇIN, S.; MIDILLI, D.; YALÇIN, S. The effects of dietary glycerol on growth and laying performance, egg traits and some blood biochemical parameters in quails. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v. 160, n. 10, p. 469-476, 2009.

FRANÇA, A. M. S.; FERNANDES, E. A.; RAMOS, G. C.; FAGUNDES, N. S. Determinação da energia metabolizável do glicerol desmetanolizado para frangos de corte em diferentes fases de criação. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 44-51, 2014.

GUERRA, R. L. H.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, A. F. Q. M.; URGNANI, F. J.; MOREIRA, I.; PICOLI, K. P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 1038-1050, 2011.

GIANFELICI, M. F.; RIBEIRO, A. M. L.; PENZ Jr, A. M.; KESSLER, A. M.; VIEIRA M. M.; MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 13, n. 4, p. 255-258, 2011.

JUNG, B.; BATAL, A. B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 1. Nutritional value of crude glycerin. **Journal of Applied Poultry Research**, n. 20, p. 162-167, 2011a.

JUNG, B.; BATAL, A. B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 2. Evaluation of feeding crude glycerin to broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, n. 20, p. 514–527, 2011b.

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

LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, M.S. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal Animal Science**, n. 86, p. 602-608, 2008b.

LIMA, D. C.; TEIXEIRA NETO, M. V.; FELIX, A. P.; BORTOLO, M.; OLIVEIRA, S. G.; MAIORKA, A. Digestibilidade e energia metabolizável da glicerina em cães. **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 44, v. 8, p. 1452-1456, 2014.

LIMA, E. M. C.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; BERNARDINO, V. M. P.; MAKIYAMA, L.; LIMA, R. R.; CANTARELLI, V. S.; ZANGERONIMO, M. G. The energy value of biodiesel glycerine products fed to broilers at different ages. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, n. 97, p. 896-903, 2013.

Lin, E. C. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-795, 1977.

MANDALAWI, H. A.; KIMIAEITALAB, M. V.; OBREGON, V.; MENOYO, D.; MATEOS, G. G. Influence of source and level of glycerin in the diet on growth performance, liver characteristics, and nutrient digestibility in broilers from hatching to 21 days of age. **Poultry Science**, v. 93, p. 2855–2863, 2014.

MCLEA, L.; BALL, M. E. E.; KILPATRICK, D.; ELLIOTT, C. The effect of glycerol inclusion on broiler performance and nutrient digestibility. **British Poultry Science**, v. 52, n. 3, p. 368-375, 2011.

MENTEN, J. F. M.; ZAVARIZE, K. C.; SILVA, C. L. S. Biodiesel: Oportunidades do uso de glicerina na nutrição de aves. In: **IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal – IV CLANA**, Estância de São Pedro, SP, p. 43-56, 2010.

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

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. **Proceedings Nutrition Society**, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A. da; GONÇALVES, V.I.C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 639-648, 2009.

NASCIMENTO, G.A.J. do; COSTA, F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; BARROS, L.R. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciência Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 200-207, 2005.

NELSON, D. L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**, 3 Ed. New York: Worth, 2000.

OLIVEIRA, M. C.; ARANTES, U. M.; STRINGHINI, J. H. Efeito do balanço eletrolítico da ração sobre parâmetros ósseos e da cama de frango. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 23 n. 1, p. 203-209, 2010.

OLIVEIRA, D.D.; PINHEIRO, J.W.; OBA, A.; FONSECA, N.A.N. Desempenho de frangos de corte alimentados com glicerina pura. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4083-4092, 2013.

OZDOGAN, M.; TOPAL, E.; PINAR PAKSUZ, E.; KIRKAN, S. Effect of different levels of crude glycerol on the morphology and some pathogenic bacteria of the small intestine in male broilers. **The Animal Consortium**, v. 8, n. 1, p. 36-42, 2013.

RABER, M.R.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; ARNAIZ, V. Suplementação de glicerol ou de lecitina em diferentes níveis de ácidos graxos livres em dietas para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 745-753, 2009.

RAMOS, L.S.N.; LOPES, J.B.; FIGUEIRÊDO, A.V.; FREITAS, A.C.; FARIAS, L.A.; SANTOS, L.S.; SILVA, H.O. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 804-810, 2006.

ROMANO, G.G.; MENTEN, J.F.M.; FREITAS, L.W.; LIMA, M.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; DIAS, C.T.S. Effects of glycerol on the metabolism of broilers fed increasing glycerine levels, **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 16, n. 1, p. 97-106, 2014.

SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.de; CONTE, A.J.; SILVA, H.O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SEHU, A.; KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H. Effects of graded levels of crude glycerine addition to diets on growth performance, carcass traits and economic efficiency in broiler chickens. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, n. 19, v. 4, p. 569-574, 2013.

SEHU, A. KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H.; CITIL, O.B. Effects of dietary glycerol addition on growth performance, carcass traits and fatty acid distribution in cloacal fat in broiler chickens. **Revue de Médecine Vétérinaire**, 2012, v. 163, n. 4, p. 194-200, 2012.

SILVA, C.L.S.; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; SANTAROSA, J. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 3, p. 159-232, 2012.

SILVA, C. L. S. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte**. 2010. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

SILVA, S.C.C. da; GASPARINO, E.; VOLTOLINI, D.M.; MARCATO, S.M.; TANAMATI, F. Expressão do mRNA de genes mitocondriais e desempenho produtivo de codornas alimentadas com glicerol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 48, n. 2, p. 228-233, 2013.

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

TOPAL, E.; OZDOGAN, M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, n. 22, p. 146-151, 2013.

**CAPÍTULO 2 - GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA
FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 21 DIAS DE IDADE**

Artigo editado de acordo com as normas de publicação da Revista Semina Ciências Agrárias.

CAPÍTULO 2 - GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 21 DIAS DE IDADE

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a metabolizabilidade, o desempenho zootécnico e a viabilidade econômica da inclusão de glicerina purificada, em dietas balanceadas para frangos de corte dos 8 aos 21 dias de idade. Foram realizados dois experimentos, sendo que, no primeiro experimento, foram utilizados 100 pintos de 14 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos, cinco repetições de 10 aves. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência e uma dieta teste, na qual a glicerina purificada substituiu 10% da dieta referência. No segundo experimento, foram utilizados 200 pintos de 8 dias de idade, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e cinco repetições de 10 aves. Foram determinados o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, peso final, energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n), os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), energia bruta (CMEB) e o custo da alimentação por kg de frango produzido. A EMA, EMA_n e os CMMS, CMPB, CMEB da glicerina purificada obtida foram de 3790, 3560 Kcal/kg e 83,72, 71,52, 86,27%, respectivamente. Observou-se que a inclusão de glicerina purificada não afetou ($p>0,05$) o desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e peso final). O menor custo com a alimentação e a maior margem bruta foi obtido com os frangos alimentados com 6% de inclusão de glicerina purificada. A inclusão de 6% de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte dos 8 aos 21 dias de idade, mostrou-se técnica e economicamente viável.

Palavras chave: alimento energético; biodiesel; custo da alimentação; desempenho produtivo; energia metabolizável

CHAPTER 2 - PURIFIED GLYCERIN IN BALANCED DIETS FOR CHICKEN BROILERS FROM 8 TO 21 DAYS OLD

ABSTRACT

The goal of this paper was to evaluate the metabolisability, performance and economic viability of the purified glycerin inclusion in balanced diets for chicken broilers from 8 to 21 days old. Two experiments were conducted: in the first experiment, 100 broilers of 14 days were distributed in a completely randomized design in two treatments, five replications of ten broilers. Treatments consisted of a control diet and a test diet, in which the purified glycerine replaced 10% of the control diet. In the second experiment it was used 200 broilers of 8 days old, distributed in a completely randomized design in four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and five replications of ten broilers. It was evaluated weight gain, feed intake, feed conversion, final weight, apparent metabolizable energy (AME), nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AME_n), metabolisability coefficients of dry matter (DMMC), crude protein (CPMC), gross energy (GEMC) and the cost of feed per kg of broiler produced. The AME, AME_n, DMMC, CPMC, GEMC from the purified glycerin were 3790, 3560 Kcal/kg and 83.72, 71.52, 86.27%, respectively. It was observed that glycerin levels did not affect ($p>0.05$) none of the performance characteristics (weight gain, feed intake, feed conversion and final weight). The lower feeding cost and higher gross margin was obtained for broilers fed with 6% purified glycerin. The inclusion of 6% purified glycerine in balanced diets for broilers from 8 to 21 days old showed to be technically and economically feasible.

Keywords: biodiesel, energetic feed, feeding cost; metabolizable energy; productive performance

Introdução

Os altos custos com a alimentação de frangos de corte, decorrentes principalmente da maior demanda por milho, têm despertado o interesse dos nutricionistas por fontes alternativas de energia, que possam substituir parcialmente os alimentos energéticos da dieta. Dentre elas, podemos destacar os coprodutos do biodiesel, pois o processamento de óleos e gorduras obtidos mediante reação de saponificação de ácidos graxos com hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio produz o biodiesel e como coproduto a glicerina (JUNG; BATAL, 2011a, 2011b).

Estudos desenvolvidos para avaliar o teor energético da glicerina, evidenciaram sua eficiência como fonte de energia para a alimentação das aves, pois apresentaram alto teor de energia metabolizável. Entretanto, na literatura existem divergências quanto a esses teores, pois, fatores como, níveis de inclusão de glicerina na dieta, idade das aves, falta de padronização durante o processo de produção, além das diferentes fontes (vegetal ou animal) podem causar variações e interferir na composição desse alimento (DOZIER et al., 2008; 2011; HENZ et al., 2014a; LIMA et al., 2013).

Os resultados de estudos realizados com a utilização da glicerina em dietas de frangos de corte demonstraram potencialidades de utilização do alimento, como fonte eficaz de energia para a nutrição das aves em diferentes fases de produção (CERRATE et al., 2006; GUERRA et al., 2011; ROMANO et al., 2014).

Cerrate et al. (2006) desenvolveram dois experimentos, utilizando níveis 0; 5 e 10% e 0; 2,5 e 5% de glicerina na alimentação de frangos de corte e concluíram que a glicerina pode ser utilizada nas dietas em níveis de 2,5 ou 5% sem reduzir o desempenho produtivo das aves.

Resultados divergentes foram encontrados por Romano et al. (2014), que testaram diferentes níveis de inclusão de glicerina (2,5; 5,0; 7,5 e 10%) e concluíram que frangos de corte são capazes de metabolizar adequadamente o glicerol na dieta em até 7,5%, pois, alterações metabólicas indesejáveis podem ocorrer em níveis mais elevados. Tais como, aumento das concentrações de glicose no sangue, ingestão de água e umidade fecal (GIANFELICI et al., 2011; GUERRA et al., 2011; ROMANO et al., 2014).

Ainda ressalta-se, que a introdução de qualquer alimento alternativo na dieta de frangos de corte, depende de análises laboratoriais e ensaios biológicos para avaliar a valor nutricional e o melhor nível de inclusão do nutriente, sem comprometer as variáveis de desempenho e que, proporcione menor custo de alimentação. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a

metabolizabilidade, o desempenho zootécnico e a viabilidade econômica da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte dos 08 aos 21 dias de idade.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, localizado em Araguaína – TO, no período de 31 de janeiro a 14 de fevereiro de 2014. Este trabalho foi aprovado e executado segundo as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT), protocolo nº 23101.000830/2014-16.

No experimento I, foi realizado um ensaio de metabolismo, em que foram utilizados pintos de 14 dias de idade, machos, da linhagem Cobb-500[®], alojados em gaiolas metabólicas com comedouros e bebedouros tipo calha. As aves foram homogeneizadas e os tratamentos distribuídos nas unidades experimentais ao acaso (DIC), com dois tratamentos, 5 repetições e 10 aves por unidade experimental, totalizando 100 aves.

Foram utilizadas uma dieta referência formulada para atender as exigências nutricionais das aves, de acordo com Rostagno et al. (2011) (Tabela 2.1) e dieta teste, na qual a glicerina purificada substituiu, com base na matéria natural, 10% da dieta referência, de forma que a dieta teste foi composta por 90% da dieta referência e 10% de glicerina purificada (composição da glicerina purificada na Tabela 2.2).

As aves passaram por um período de adaptação as dietas experimentais de cinco dias e após esse período foi realizada a coleta total de excretas, nos cinco dias subsequentes. Dentro desse período, também foi avaliado o consumo de ração.

As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 horas), evitando a fermentação e possíveis perdas de nutrientes das excretas. Após serem coletadas, as excretas eram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por tratamento e repetição e finalmente eram congeladas. Ao final do experimento, as excretas de cada unidade experimental, foram descongeladas em temperatura ambiente e homogeneizadas, segundo a metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2007).

De cada unidade experimental foi retirada uma alíquota de 400g de excretas e em seguida acondicionada em estufa de ventilação forçada a 55° C, por 72 horas, com objetivo de promover a pré-secagem e determinar o peso da amostra seca ao ar. Em seguida, as amostras das dietas experimentais e das excretas foram encaminhadas ao laboratório de Ciência Animal

Tropical, da Universidade Federal do Tocantins, para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e da energia bruta (EB), seguindo os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

Tabela 2.1. Composição centesimal e calculada da dieta referência (base na matéria natural)

Ingredientes	(%)
Milho	61,498
Farelo de Soja (45%)	33,167
Fosfato bicálcico	1,783
Óleo de soja	1,346
Calcário	0,826
Sal comum	0,436
DL-Metionina	0,248
L-Lisina HCl	0,234
L-Treonina	0,062
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,400
Total	100,00
Composição nutricional calculada	
EM (kcal/kg)	3000
Proteína bruta (%)	20,79
Cálcio (%)	0,884
Fósforo Disponível (%)	0,442
Lisina Digestível (%)	1,146
Metionina + cistina Digestível (%)	0,814
Metionina Digestível (%)	0,536
Treonina Digestível (%)	0,745
Gordura (%)	3,918
Sódio (%)	0,214
Potássio (%)	0,795
Cloro (%)	0,294
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ²	213,5

¹Composição/tonelada: Ácido Fólico 150,00 mg, Cobalto 178,00 mg, Cobre 2.675,00 mg, Colina 120,00 g, Colistina 2.000,00 mg, Ferro 11,00 g, Iodo 535,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 7.200,00 mg, Nicarbazina 24,00 g, Pantotenato de Cálcio 2.400,00 mg, Selênio 60,00 mg, Vitamina A 1.920.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 3.600,00 mg, Vitamina B2 1.200,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 360.000,00 UI, Vitamina E 3.600,00 UI, Vitamina H 18,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

²Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na⁺ da ração/22,990) + (mg/kg de K⁺ da ração/39,102) - (mg/kg de Cl⁻ da ração/35,453).

EM= Energia metabolizável.

Com base nos dados de consumo de ração, produção de excretas, análises de MS (%), nitrogênio (N), EB (kcal/kg) das rações e excretas foram determinadas a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMA_n), utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965).

$$\text{EMA da ração (kcal/kg)} = \frac{(\text{EBing} - \text{EBexc})}{\text{MS}_{\text{ing}}}$$

$$\text{EMA}_n \text{ da ração (kcal/kg)} = \frac{\text{EBing} - (\text{EBexc} \pm 8,22 \times \text{BN}) \times 100}{\text{MS}_{\text{ing}}}$$

Em que: EMA = energia metabolizável aparente (kcal/kg); EMA_n = energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg); EBing = energia bruta ingerida (kcal); EBexc = energia bruta excretada (kcal); BN = balanço de nitrogênio ((MS ingerida x N da dieta) – (MS excretada x N excretas)) e MS_{ing} = matéria seca ingerida (kg).

Foram determinados também os coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA) dos nutrientes das rações (CMMS, CMPB e CMEB), de acordo com a equação descrita por Sakomura e Rostagno (2007).

$$\text{CMA (\%)} = \frac{(\text{g nutriente ingerido} - \text{g nutriente excretado}) \times 100}{\text{g nutriente ingerido}}$$

Para o experimento de desempenho, utilizou-se 200 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500[®], que foram alimentados com ração comercial e criados até o 7º dia de idade, de acordo com as recomendações do manual da linhagem.

As aves foram alojadas em galpão experimental, coberto com palha de babaçu, piso de concreto, provido de gaiolas de 1,0 x 1,0 x 0,5 m, com comedouros e bebedouros tipo calha, sendo o abastecimento dos comedouros, a limpeza e o reabastecimento dos bebedouros realizados duas vezes por dia, visando garantir o livre acesso à água e as rações durante todo o período experimental.

No 8º dia, as aves com peso médio de 184 ± 19,86 g, foram homogeneizadas e os tratamentos distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e cinco repetições de dez aves por unidade experimental.

Até o 14º dia de vida, as aves foram aquecidas artificialmente, utilizando-se lâmpadas incandescentes (60 W), instaladas no interior das gaiolas. As condições ambientais no interior das instalações, durante o período experimental, foram monitoradas e registradas diariamente a cada cinco minutos, utilizando-se Data Loggers da marca HOBO ware OnSet[®] Versão 3.4.1,

colocados a meia altura das gaiolas, possibilitando a obtenção da temperatura e umidade relativa do ar.

As dietas experimentais foram calculadas considerando a composição química da glicerina purificada (Tabela 2.2) e as exigências nutricionais das aves de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabela 2.3).

Tabela 2.2. Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais

Nutrientes e energia	Glicerina purificada ¹
Proteína bruta (%) ²	0,23
Energia metabolizável (kcal/kg) ²	3510
Matéria seca (%) ³	89,98
Extrato etéreo (%) ³	1,19
Matéria mineral (%) ³	7,86
Metanol (g/kg) ³	Menos 0,1
Glicerol (%) ³	80,4
NaCl (%) ³	7,47
Na (%) ³	2,96

¹Glicerina proveniente do processamento de grãos de soja, comercializada na região Sul do Brasil.

²Rostagno et al. (2011).

³Valores aproximados de acordo com o fabricante.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + NS_i + e_{ij}; \text{ com } i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Em que Y_{ij} = valor observado para a variável de interesse nas aves da j -ésima repetição recebendo o i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada; μ = efeito da média geral; NS_i = efeito do i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada, e_{ij} = erro experimental.

Em seguida as variáveis foram submetidas a análises de regressão utilizando-se modelos polinomiais de primeira ou segunda ordem, considerando o nível de inclusão da glicerina purificada como variável independente. Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste “F” para os modelos, a significância do teste “t” para os parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) dos modelos e o coeficiente de determinação ($R = SQ \text{ modelo}/SQ \text{ tratamento}$), considerando um nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR.

Tabela 2.3. Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
Milho	61,498	59,251	57,004	54,738
Farelo de Soja (45%)	33,167	33,607	34,044	34,487
Glicerina purificada	0,000	2,000	4,000	6,000
Fosfato bicálcico	1,783	1,789	1,793	1,798
Óleo de soja	1,346	1,309	1,273	1,243
Calcário	0,826	0,820	0,816	0,810
Sal comum	0,436	0,286	0,139	0,000
DL-Metionina	0,248	0,250	0,253	0,255
L-Lisina HCl	0,234	0,227	0,218	0,209
L-Treonina	0,062	0,061	0,060	0,060
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	20,79	20,79	20,79	20,79
Cálcio (%)	0,884	0,884	0,884	0,884
Fósforo Disponível (%)	0,442	0,442	0,442	0,442
Lisina Digestível (%)	1,146	1,146	1,146	1,146
Metionina + cistina Digestível (%)	0,814	0,814	0,814	0,814
Metionina Digestível (%)	0,536	0,538	0,541	0,541
Treonina Digestível (%)	0,745	0,750	0,745	0,745
Gordura (%)	3,918	3,834	3,799	3,672
Sódio (%)	0,214	0,214	0,214	0,214
Cloro (%)	0,294	0,204	0,115	0,031
Potássio (%)	0,795	0,797	0,797	0,799
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ²	213,5	239,4	264,5	288,7

¹Composição/tonelada: Ácido Fólico 150,00 mg, Cobalto 178,00 mg, Cobre 2.675,00 mg, Colina 120,00 g, Colistina 2.000,00 mg, Ferro 11,00 g, Iodo 535,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 7.200,00 mg, Nicarbazina 24,00 g, Pantotenato de Cálcio 2.400,00 mg, Selênio 60,00 mg, Vitamina A 1.920.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 3.600,00 mg, Vitamina B2 1.200,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 360.000,00 UI, Vitamina E 3.600,00 UI, Vitamina H 18,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

²Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na⁺ da ração/22,990) + (mg/kg de K⁺ da ração/39,102) - (mg/kg de Cl⁻ da ração/35,453).

EM= Energia metabolizável.

Os custos com a alimentação foram determinados considerando-se, que os tratamentos foram aplicados em sistemas de produção que demandavam os mesmos insumos, diferindo apenas quanto às rações fornecidas, utilizando-se então, para quantificar o diferencial de custos entre um tratamento e outro, somente o cálculo das despesas na alimentação das aves (PEREIRA et al., 2003).

Para comparar a eficiência econômica entre as dietas experimentais, determinou-se o custo com alimentação por kg de frango produzido, como segue:

$$CF_i = (QR_i \times CR_i) / GP_i; \text{ com } i = 1, 2, 3, 4.$$

Em que CF_i = custo com a alimentação por kg de frango produzido com a utilização do i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada (R\$/kg), QR_i = quantidade de ração consumida no i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada (kg), CR_i = custo da ração contendo o i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada (R\$/kg) e GP_i = é o ganho de peso das aves que receberam o i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada (kg).

A margem bruta em relação ao custo da alimentação por kg de frango para cada nível de inclusão da glicerina purificada nas rações foi calculada pela expressão: $MB_i = PVF - CF_i$; em que MB_i = margem bruta em relação ao custo da alimentação por kg de frango obtida com a utilização do i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada (R\$); PVF = preço de venda do frango vivo (R\$/kg) e CF_i = custo por kg de frango produzido com a utilização do i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada (R\$/kg).

Resultados e Discussão

As temperaturas do ar média, máxima e mínima no interior das instalações durante o período experimental foram de 25,6; 32,8 e 20,8 °C, respectivamente, sendo a umidade relativa do ar média de 85%. Esses dados demonstraram que as aves estavam dentro da zona de termoneutralidade em todo o período experimental, pois os valores diários da temperatura do ar estiveram dentro da faixa recomendada, para as diferentes fases de vida das aves, tanto para a fase de 8 a 14, quanto para 14 a 21 dias de idade (CORDEIRO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2006).

Os valores elevados de umidade relativa do ar podem ser justificados pela intensa precipitação durante o período experimental. Possivelmente, esses valores não comprometeram o desempenho das aves, em função dos valores de temperatura do ar, encontrarem-se dentro da faixa de termoneutralidade.

O teor de EMA da glicerina purificada determinado de 3790 kcal.kg⁻¹ (Tabela 2.4), foi próximo ao encontrado por Hens et al. (2014a) que determinaram valor da EMA para aves de 20 a 30 dias de idade de 3815 kcal.kg⁻¹ e inferior ao valor encontrado por Oliveira et al. (2013), para glicerina pura foi de 4015 kcal.kg⁻¹.

Tabela 2.4. Médias de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) da glicerina purificada¹

Variáveis	Valor energético
EMA (kcal/kg) ²	3790
EMAn (kcal/kg) ²	3560
Coeficientes de metabolizabilidade	
Matéria seca (%) ²	83,72
Proteína bruta (%) ²	71,52
Energia bruta (%) ²	86,27

¹Valores expressos na matéria natural.

²Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins.

O valor de EMAn de 3560 kcal.kg⁻¹ da glicerina purificada obtida no presente estudo (Tabela 4), foi semelhante aos encontrados por Dozier et al. (2008), que conduziram três experimentos com aves em diferentes idades e obtiveram o valor médio de EMAn de 3434 kcal.kg⁻¹ e dentro da faixa de variação encontrada por Dozier et al. (2011), quando avaliaram diferentes amostras de glicerina e verificaram que a EMAn variou de 3254 a 4134 kcal.kg⁻¹.

Esses resultados reforçam os relatos já encontrados na literatura, no qual, a glicerina é considerada uma fonte eficiente de fornecimento de energia para a nutrição das aves (JUNG; BATAL, 2011a; LAMMERS et al., 2008; MCLEA et al., 2011; TOPAL; OZDOGAN, 2013).

Entretanto, Gianfelici et al. (2011) e Henz et al. (2014a) ressaltaram que os valores de EMAn, são difíceis de determinar, pois, podem variar de acordo com as características do produto, o nível de inclusão da glicerina na dieta e da idade das aves.

Com relação aos valores de coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB) e energia bruta (CMAEB) da glicerina purificada (Tabela 2.4) estão em concordância com os encontrados por Abd-Elsamee et al. (2010) que testaram níveis de 0, 2, 4, 6 e 8% de glicerina bruta na alimentação de frangos de corte e não verificaram efeitos nos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes.

Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas, não afetaram ($p > 0,05$) o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA) e o peso das aves aos 21 dias (P21d) (Tabela 2.5). Esses resultados possivelmente estão relacionados ao fato das dietas experimentais terem sido formuladas para serem isoenergéticas e isoproteicas, atendendo as exigências nutricionais das aves em todos os tratamentos avaliados, independentemente do nível de inclusão de glicerina purificada.

Tabela 2.5. Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), e peso aos 21 dias (P21d) de frangos de corte de 8 aos 21 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
CR ² (g)	1151,0	1160,2	1170,8	1157,0	1159,7	0,441	0,175	0,487	1,56
GP ³ (g)	762,5	769,4	763,5	762,9	764,8	0,856	0,539	0,505	1,76
CA ⁴ (g/g)	1,510	1,505	1,533	1,517	1,516	0,433	0,684	0,257	2,13
P21d ⁵ (g)	943,9	943,1	912,6	924,1	930,9	0,223	0,707	0,328	3,80

¹Coeficiente de variação (%).

^{2,3,4,5}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade do erro tipo I, pelo teste F.

Resultados semelhantes foram encontrados por Henz et al. (2014b) que avaliaram os níveis 0, 3, 6, 9, 12 e 15% de glicerina bruta na alimentação de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, e concluíram que o nível de até 6,06% de glicerina nas dietas, não teve quaisquer efeito sobre o desempenho, a deposição de proteína e gordura na carcaça e a umidade de cama.

Da mesma forma, Topal e Ozdogan (2013) avaliaram diferentes níveis (0,4 e 8%) de glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 42 dias e observaram sua eficiência como fonte de energia, especialmente na fase de 1 a 21 dias de idade. Os autores justificaram que o melhor desempenho das aves na fase inicial, está associado a maior biodisponibilidade do glicerol em comparação a outros alimentos, exceto apenas, para óleos e glicose.

Ao avaliar três diferentes fontes de glicerina (bruta de soja, bruta mista e semipurificada) e quatro níveis de inclusão (1,75; 3,50; 5,25 e 7,0%), Bernardino et al. (2014) observaram que as aves alimentadas com as dietas contendo glicerina bruta de soja e glicerina semipurificada aumentaram linearmente as concentrações de glicerol sérico no sangue e concluíram que as gliceras estudadas podem ser incluídas nas dietas em até 7%, sem prejudicar o desempenho de frangos de corte dos 8 aos 21 dias de idade.

Com base na análise do custo com a alimentação, a maior margem bruta foi obtida com os frangos alimentados com 6% de inclusão de glicerina purificada, em função do menor custo da alimentação (Tabela 2.6). O aumento dos níveis de inclusão de glicerina purificada reduziu o custo da alimentação, em decorrência da diminuição do milho e óleo de soja nas dietas (Tabela 2.2). Observa-se assim, que foi economicamente viável incluir glicerina purificada na alimentação de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.

Mandalawi et al. (2014) testaram níveis 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 21 dias e concluíram que a glicerina pode ser utilizada em substituição as fontes de energia da dieta no nível de até 10% sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho das aves.

Porém, deve-se enfatizar que a utilização de níveis mais elevados de glicerina no presente estudo, foi limitado pelo alto teor de cloreto de sódio presente na composição do alimento, de 7,47%, correspondendo a 2,96% de sódio (Na) (Tabela 2.2), ao considerar a composição desses nutrientes nas formulações das dietas experimentais, níveis acima de 6% de inclusão, excederia as exigências nutricionais para Na, segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011).

Tabela 2.6. Ganho de peso (g), custo da alimentação (R\$/kg), custo da alimentação por kg de ganho de peso (R\$/kg), margem bruta (R\$/kg) de frangos de corte de 8 a 21 dias

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)			
	0	2	4	6
Ganho de peso (g)	762,51	749,80	757,40	742,86
Custo da alimentação ¹ (R\$/kg)	1,258	1,255	1,252	1,249
Custo da alimentação por kg de GP (R\$/kg)	1,897	1,892	1,888	1,884
Margem bruta ² (R\$/kg)	0,903	0,908	0,912	0,916

¹Considerar os seguintes preços: milho = R\$0,70/kg; Farelo de soja = R\$ 1,76/kg; Glicerina purificada = R\$ 0,38/kg; Fosfato bicálcico = R\$ 2,40/kg; Óleo de soja = R\$ 2,67/kg; Calcário = R\$ 0,44/kg; Sal = 0,75/kg; DL-metionina = R\$ 26,35/kg; L-lisina HCl = R\$ 13,27/kg; L-treonina = R\$ 10,63/kg; Suplemento mineral e vitamínico = R\$ 13,80/kg.

²Considerar o preço do frango vivo pago em 07/03/2014 de R\$ 2,80/kg, pela empresa ASA Norte.

De modo geral os resultados deste estudo evidenciaram que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas, não afetaram o desempenho de frangos de corte dos 8 aos 21 dias de idade, sendo técnica e economicamente viável, desde que os níveis energéticos e proteicos das dietas estejam balanceados para atender as exigências nutricionais das aves.

Conclusão

Os valores de EMA e EMAN da glicerina purificada obtida no presente estudo foram de 3790 e 3560 kcal/kg, respectivamente.

A inclusão de até 6% de glicerina purificada nas dietas de frangos de corte dos 8 aos 21 dias de idade, mostrou-se técnica e economicamente viável, desde que as exigências nutricionais das aves sejam atendidas.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a Universidade Federal do Tocantins – UFT, pelo apoio e disponibilidade das instalações e as empresas ASA Norte Alimentos e GRANFORTE pelo fornecimento de matéria prima para realização dos experimentos.

Referências

ABD-ELSAMEE, M. O.; ABDO, Z. M. A.; EL-MANYLAWI, M. A. F.; SALIM, I. H. Use of crude glycerin in broiler diets. *Egyptian Poultry Science*, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 281-295, 2010.

BERNARDINO, V.M.P.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, D. H. D.; FREITAS, R. T. F. D.; Naves, L. D. P.; NARDELLI, N. B. D. S.; TEIXEIRA, L.V.; PREZOTTO, C. F. Fontes e níveis de glicerina para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, n. 3, p. 649-658, 2014.

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.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, J.N.; VIGODERIS, R.B.; PINTO, F.A.C.; CECON, P.R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; BRANTON, S.L. Apparent metabolizable energy of crude glycerin originating from different sources in broiler chickens. *Poultry Science*, Champaign, v. 90, n. 11, p. 2528-2534, 2011.

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

GIANFELICI, M.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JÚNIOR, A.M.; KESSLER, A.M.; VIEIRA M.M.; MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 13, n. 4, p. 255-258, 2011.

GUERRA, R. L. H.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, A. F. Q. M.; URGNANI, F. J.; MOREIRA, I.; PICOLI, K. P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 12, n. 4, p. 1038-1050, 2011.

HENZ, J.R.; NUNES, R.V.; EYNG, C.; SILVA, Y.L.; SCHONE, R.A.; OLIVEIRA, T.M.M.; BERWANGER, E.; SANGALI, C.P. Energia metabolizável da glicerina bruta para frangos de corte de diferentes idades. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3393-3400, 2014a.

HENZ, J.R.; NUNES, R.V.; EYNG, C.; POZZA, P.C.; FRANK, R.; SCHONE, R.A. OLIVEIRA, T.M.M. Effect of dietary glycerin supplementation in the starter diet on broiler performance. *Czech Journal of Animal Science*, Kamýcká, v. 59, n. 12, p. 557-563, 2014b.

JUNG, B.; BATAL, A.B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 1. Nutritional value of crude glycerin. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 20, n. 2, p. 162-167, 2011a.

JUNG, B.; BATAL, A.B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 2. Evaluation of feeding crude glycerin to broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 20, n. 2, p. 514-527, 2011b.

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

LIMA, E.M.C.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R.; BERNARDINO, V.M.P.; MAKIYAMA, L.; LIMA, R.R.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G. The energy value of biodiesel glycerine products fed to broilers at different ages. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin, v. 97, n. 5, p. 896-903, 2013.

MANDALAWI, H.A.; KIMIAEITALAB, M.V.; OBREGON, V.; MENOYO, D.; MATEOS, G.G. Influence of source and level of glycerin in the diet on growth performance, liver characteristics, and nutrient digestibility in broilers from hatching to 21 days of age. *Poultry Science*, Champaign, v. 93, n. 11, p. 2855-2863, 2014.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. *The metabolizable energy of feed ingredients for chickens*. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 11 p, 1965.

MCLEA, L.; BALL, M.E.E.; KILPATRICK, D.; ELLIOTT, C. The effect of glycerol inclusion on broiler performance and nutrient digestibility. *British Poultry Science*, London, v. 52, n. 3, p. 368-375, 2011.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. *Proceedings Nutrition Society*, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

OLIVEIRA, D.D.de; PINHEIRO, J.W.; OBA, A.; FONSECA, N.A.N. Desempenho de frangos de corte alimentados com glicerina pura. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4083-4092, 2013.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

PEREIRA, J. C.; SILVA, P. R. C.; CECON, P. R.; RESENDE FILHO, M. A.; OLIVEIRA, R. L. Cama de frango e suplemento à base de microbiota ruminal em dietas de novilhas leiteiras: desempenho produtivo e avaliação econômica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 653-662, 2003.

ROMANO, G.G.; MENTEN, J.F.M.; FREITAS, L.W.; LIMA, M.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; DIAS, C.T.S. Effects of glycerol on the metabolism of broilers fed increasing glycerine levels, *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 16, n. 1, p. 97-106, 2014.

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*. 3. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 252 p, 2011.

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

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV. 165 p, 2002.

TOPAL, E.; OZDOGAN, M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 22, n. 1, p. 146-151, 2013.

**CAPÍTULO 3 - GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA
FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE**

Artigo editado de acordo com as normas de publicação da Revista Semina Ciências Agrárias.

CAPÍTULO 3 - GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a viabilidade técnica da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Foram utilizados 80 frangos de corte, da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e cinco repetições de quatro aves. Foram avaliados o desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), rendimentos de carcaça e cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), a coloração (L*= Luminosidade, a*= teor de vermelho e b*= teor de amarelo) e os teores de proteína bruta, extrato etéreo e umidade da carne do peito. Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas não influenciaram ($p>0,05$) nenhuma das características de desempenho, o que evidenciou a viabilidade técnica de inclusão de até 6% do alimento. Da mesma forma, não houve efeito sobre os rendimentos de carcaça e cortes nobres, coloração da carne e nos teores de proteína bruta, extrato etéreo e umidade. A inclusão de glicerina purificada mostrou-se tecnicamente viável em até 6% em dietas balanceadas para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade.

Palavras chave: alimento energético, coprodutos do biodiesel, desempenho produtivo, qualidade da carne

CHAPTER 3 – PURIFIED GLYCERIN IN BALANCED DIETS FOR CHICKEN BROILERS FROM 22 TO 42 DAYS OLD

ABSTRACT

The goal of this paper was to evaluate the technical feasibility of purified glycerin inclusion in balanced diets for broilers from 22 to 42 days old. Carried according to the rules of the Ethics in Animal Use Committee of the Federal University of Tocantins (CEUA-UFT). It was used 80 broilers from Cobb 500® lineage, distributed in a completely randomized design (CRD) with four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and five replicates of four birds. It was evaluated the performance (weight gain, feed intake and feed conversion), carcass and special cuts yields (thigh, drumstick and breast), the colour (L*= lightness, a*= redness, b*= yellowness) and the crude protein, ether extract and moisture contents on the breast muscle. The purified glycerin inclusion levels in diets did not influence ($p>0.05$) none of the performance traits, which demonstrated the technical feasibility of including up to 6% of glycerin. Similarly, there was no effect on carcass and special cuts yields, meat colour and crude protein, ether extract and moisture contents. The inclusion of purified glycerine proved to be technically feasible by up to 6% in balanced diets for broilers from 22 to 42 days old.

Keywords: biodiesel co-products, energetic feed, meat quality, productive performance

Introdução

A produção do biodiesel a partir de óleos e gorduras de origem vegetal ou animal gera como coproduto a glicerina, um alimento rico em energia (LAMMERS et al., 2008; SWIATKIEWICZ; KORELESKI; 2009; YALÇIN et al., 2010) e com potencialidades de uso na alimentação de frangos de corte, em diferentes fases de produção (CERRATE et al., 2006; GUERRA et al., 2011; SEHU et al., 2013).

Em estudo realizado por Topal; Ozdogan (2013) para avaliarem os efeitos de diferentes níveis de 0, 4 e 8% de inclusão de glicerina nas variáveis de desempenho, peso dos órgãos e composição química da carne de frangos de corte Ross, de 1 a 42 dias de idade, concluíram que a inclusão de 4 ou 8% de glicerina pode ser utilizada, sem comprometer o desempenho dos animais.

Da mesma forma, Mclea et al. (2011) testaram diferentes níveis de 3,3; 6,7 e 10% de glicerina em dietas de frangos de corte e verificaram que a inclusão de até 6,7% do alimento na dieta, não causa quaisquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo e/ou digestibilidade dos nutrientes.

Entretanto, destaca-se que antes de utilizar a glicerina na alimentação animal, torna-se necessário o conhecimento da composição química e nutricional desse alimento. Pois de acordo com Jung e Batal (2011), a grande variação nas concentrações de nutrientes e a contaminação por metanol podem limitar seu uso na alimentação das aves. Outra preocupação segundo Cerrate et al. (2006) são os níveis elevados de potássio, que podem acarretar problemas de cama molhada ou desequilíbrio eletrolítico da dieta.

Portanto, estudos que avaliem os efeitos de diferentes níveis de inclusão de glicerina em dietas de frangos de corte nas diferentes fases de produção, bem como na qualidade da carne, podem ser de grande valia e estimular o uso desse alimento em escala comercial. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, localizado em Araguaína – TO, no período de 15 de fevereiro a 07 de março de 2014, executado segundo as normas da Comissão de

Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT), protocolo nº 23101.000830/2014-16.

Foram utilizados 80 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb 500[®], criados em galpão experimental, coberto com palha de babaçu e piso de concreto, em gaiolas de 0,5 x 0,5 x 0,5m, com comedouros e bebedouros tipo calha. O abastecimento dos comedouros, a limpeza e o reabastecimento dos bebedouros foram realizados duas vezes por dia, visando garantir o livre acesso à água e as rações durante todo o período experimental.

As condições ambientais no interior das instalações, durante o período experimental, foram monitoradas e registradas diariamente a cada cinco minutos, utilizando-se Data Loggers da marca HOBOWARE OnSet[®] Versão 3.4.1, colocados a meia altura das gaiolas, possibilitando a obtenção da temperatura e umidade relativa do ar.

As aves foram alimentadas com dieta formulada para atender as exigências nutricionais de acordo com Rostagno et al. (2011) até o 21º dia de vida. No 22º dia, as aves com peso médio de $996 \pm 66,53$ g, foram homogeneizadas e os tratamentos distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e cinco repetições de quatro aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram calculadas considerando a composição química da glicerina purificada (Tabela 3.1) e as exigências nutricionais para frangos machos de desempenho médio de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabela 3.2).

Tabela 3.1. Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais

Nutrientes e energia	Glicerina purificada ¹
Proteína bruta (%) ²	0,23
Energia metabolizável (kcal/kg) ²	3560
Matéria seca (%) ³	89,98
Extrato etéreo (%) ³	1,19
Matéria mineral (%) ³	7,86
Metanol (g/kg) ³	Menos 0,1
Glicerol (%) ³	80,4
NaCl (%) ³	7,47
Na (%) ³	2,96

¹Glicerina proveniente do processamento dos grãos de soja, comercializada na região Sul do Brasil.

²Rostagno et al. (2011).

³Valores aproximados de acordo com o fabricante.

Tabela 3.2. Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
Milho	64,039	61,843	59,647	57,451
Farelo de Soja (45%)	29,434	29,821	30,206	30,592
Glicerina purificada	0,000	2,000	4,000	6,000
Fosfato bicálcico	1,172	1,174	1,177	1,179
Óleo de soja	3,078	3,040	3,005	2,968
Calcário	0,817	0,815	0,812	0,810
Sal comum	0,450	0,302	0,154	0,006
DL-Metionina	0,248	0,250	0,253	0,255
L-Lisina HCl	0,214	0,207	0,199	0,192
L-Treonina	0,048	0,048	0,047	0,047
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3125	3125	3125	3125
Proteína bruta (%)	18,75	18,75	18,75	18,75
Cálcio (%)	0,685	0,685	0,685	0,685
Fósforo Disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320
Lisina Digestível (%)	1,044	1,04	1,044	1,044
Metionina + cistina Digestível (%)	0,762	0,762	0,762	0,762
Metionina Digestível (%)	0,501	0,502	0,503	0,504
Treonina Digestível (%)	0,678	0,678	0,678	0,678
Sódio (%)	0,197	0,197	0,197	0,197
Potássio (%)	0,725	0,725	0,726	0,727
Cloro (%)	0,322	0,232	0,143	0,053
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ²	180,3	205,7	231,0	256,7

¹Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Lincomicina 800,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Salinomicina 12,00 g, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

²Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na⁺ da ração/22,990) + (mg/kg de K⁺ da ração/39,102) - (mg/kg de Cl⁻ da ração/35,453).

EM= Energia metabolizável.

As variáveis avaliadas foram consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso final (PF), rendimento de carcaça (RC), rendimentos de cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), coloração da carne do peito (L* = luminosidade, a* = vermelho, b* = amarelo) e a composição química (proteína bruta, extrato etéreo e umidade).

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do GP. O CR foi calculado considerando a quantidade de ração fornecida e as sobras nos

comedouros. A CA foi calculada pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

Aos 42 dias de idade, duas aves de cada parcela, com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 5\%$), totalizando 40 aves, foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas e abatidas por deslocamento cervical. Em seguida, foram submetidas aos procedimentos de sangria, escalda, depena e evisceração, para avaliação dos pesos relativos (%) das carcaças inteiras (com pés, pescoço e cabeça) e dos cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito).

Na carne crua do peito (sem osso, pele, ligamentos e gordura) foram avaliados o valor de pH e a coloração da carne pelo sistema CIELAB (L^* = Luminosidade, a^* = teor de vermelho e b^* = teor de amarelo) com colorímetro (Chroma meter[®]), sendo que, as leituras foram realizadas em três pontos distintos da musculatura.

Para determinar os teores de proteína bruta, extrato etéreo e umidade, a carne do peito (sem osso, pele, ligamentos e gordura) foi triturada separadamente, pré-secadas em estufa a 55 °C e moídas em moinho tipo faca, em peneira de 2 mm, para posteriormente serem submetidas as análises laboratoriais, de acordo com as metodologias propostas por Silva e Queiroz (2002).

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + NS_i + e_{ij}; \text{ com } i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Em que Y_{ij} = valor observado para a variável de interesse nas aves da j -ésima repetição recebendo o i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada; μ = efeito da média geral; NS_i = efeito do i -ésimo nível de inclusão da glicerina purificada, e_{ij} = erro experimental.

Em seguida as variáveis foram submetidas à análise de regressão utilizando-se modelos polinomiais de primeira ou segunda ordem, considerando o nível de inclusão da glicerina purificada como variável independente. Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste “F” para os modelos, a significância do teste “t” para os parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) dos modelos e o coeficiente de determinação ($R = SQ \text{ modelo}/SQ \text{ tratamento}$), considerando o nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

As temperaturas do ar ambiente média, máxima e mínima no interior das instalações durante o período experimental foram de 24,6; 32,2 e 20,5 °C, respectivamente, sendo a umidade relativa do ar média de 78%. Os valores diários da temperatura do ar apresentaram-se dentro da recomendação considerada confortável, em todo o período experimental, o que indicou que as aves estavam dentro da zona de termoneutralidade (CORDEIRO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2006).

Com relação à média da umidade relativa do ar, os valores apresentaram-se acima da faixa recomenda para as aves, entretanto, deve-se ressaltar que o período de realização do experimento, coincidiu-se, com a época de intensa precipitação na região. Acredita-se que, esses valores não comprometeram o desempenho das aves, em função dos valores de temperatura do ar, encontrarem-se dentro da faixa de termoneutralidade.

Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas rações, não afetaram ($p>0,05$) o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA) e o peso das aves aos 42 dias (P42d) (Tabela 3.3). A ausência de efeito sobre o desempenho das aves pode estar relacionada ao fato das dietas experimentais terem sido formuladas para serem isoenergéticas (3125 kcal/kg) e isoproteicas (18,75%), atendendo as exigências nutricionais das aves em todos os tratamentos avaliados, independentemente do nível de inclusão de glicerina purificada.

Tabela 3.3. Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 42 dias (P42d) de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
CR ² (g)	3141,8	3057,2	3063,4	3089,0	3087,85	0,837	0,645	0,532	4,12
GP ³ (g)	1679,3	1620,5	1662,5	1612,3	1643,5	0,212	0,329	0,270	3,01
CA ⁴ (g/g)	1,871	1,885	1,845	1,915	1,879	0,322	0,209	0,095	2,48
P42d ⁵ (g)	2684,8	2626,8	2670,5	2621,5	2650,9	0,272	0,348	0,280	3,96

¹Coeficiente de variação (%).

^{2,3,4,5}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2012), que avaliaram níveis crescentes 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de inclusão de glicerina em rações de frangos de corte e

verificaram que a inclusão de 5% não teve qualquer efeito sobre as características de desempenho na fase de 1 a 42 dias de idade.

Em trabalho similar Sehu et al. (2013) avaliaram três níveis distintos 0, 5 e 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade e verificaram em ambos níveis de inclusão, aumento no desempenho produtivo, porém, as aves alimentadas com nível de 5%, apresentaram uma eficiência econômica 20% superior, quando comparadas as aves do grupo controle.

Observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada não afetaram ($p>0,05$) os pesos relativos da carcaça, coxa, sobrecoxa e peito dos frangos abatidos aos 42 dias de idade (Tabela 3.4).

Tabela 3.4. Média dos rendimentos de carcaça (RC), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX) e peito (RP) de frangos de corte aos 42 dias de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
RC ² (%)	83,93	84,32	85,05	84,15	84,34	0,458	0,128	0,309	1,06
RCX ³ (%)	12,64	12,77	12,27	13,01	12,64	0,620	0,090	0,054	3,57
RSCX ⁴ (%)	13,54	13,80	13,48	13,48	13,56	0,733	0,766	0,524	6,22
RP ⁵ (%)	31,87	31,97	32,49	31,36	31,99	0,759	0,183	0,255	3,78

¹Coefficiente de variação (%).

^{2,3,4,5}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Esses resultados estão de acordo com os observados por Silva et al. (2012) que não verificaram efeito da inclusão de glicerina nos rendimentos de carcaça, coxa, sobrecoxa e peito em frangos de corte aos 43 dias de idade. De acordo com esses autores, o glicerol pode aumentar a deposição de proteína do peito, por reduzir a gliconeogênese a partir de aminoácidos, ocasionado pela inibição da enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinase.

Diante disso, esperava-se que o aumento dos níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas, alterassem os rendimentos de peito, entretanto, esse comportamento não foi observado, indicando que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas, não atingiram magnitude suficiente para aumentar o peso desta variável.

Observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas não afetaram ($p>0,05$) os valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e umidade (UM),

havendo efeito sobre a porcentagem de cinzas na carne do peito de frangos abatidos aos 42 dias de idade (Tabela 3.5).

Tabela 3.5. Valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), umidade (UM) e cinzas da carne do peito de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade*

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
PB ² (%)	21,41	20,51	21,20	21,81	21,22	0,453	0,189	0,500	5,09
EE ³ (%)	5,12	5,63	5,57	5,30	5,40	0,744	0,210	0,794	4,32
UM ⁴ (%)	76,83	77,05	77,38	77,27	77,12	0,685	0,321	0,185	2,56
Cinzas ⁵ (%)	1,45	1,38	1,30	1,23	1,34	0,001	0,291	0,006	3,53

¹Coefficiente de variação (%).

^{2,3,4,5}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Equação: Cinzas (%) = 1,45 - 0,036 NI (P=0,001; r² = 0,79); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

*As análises expressas com base na matéria natural.

Os resultados das análises da composição química da carne em relação aos valores de umidade e proteína bruta foram semelhantes aos encontrados por Topal; Ozdogan (2013), que testaram níveis crescentes de glicerina na alimentação de frangos de corte e não observaram diferenças nos teores desses nutrientes. Entretanto, os autores observaram redução gradativa nos teores de extrato etéreo das aves alimentadas com dietas contendo 4 ou 8% de glicerina.

Observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada não afetaram (p>0,05) os valores de luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*) na carne do peito de frangos abatidos aos 42 dias de idade (Tabela 3.6).

Tabela 3.6. Valores médios de luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*) da carne do peito de frangos de corte de corte abatidos aos 42 dias de idade

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
L* ²	58,74	60,73	59,66	60,38	59,88	0,834	0,439	0,236	2,52
a* ³	9,95	9,59	10,13	9,18	9,70	0,267	0,472	0,478	9,75
b* ⁴	10,08	10,84	10,98	10,21	10,53	0,564	0,593	0,489	9,84

¹Coefficiente de variação (%).

^{2,3,4}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade do erro tipo I pelo teste F.

A pigmentação da carcaça de frangos de corte depende de diversos fatores, entre eles a nutrição (FRONING; BABJI; MATHER, 1978). Diante disso, especulou-se que glicerina pudesse influenciar a coloração da carne crua do peito. Entretanto, os resultados indicaram que apesar da inclusão de glicerina purificada nas dietas ter sido crescente não foi suficiente para influenciar a pigmentação da carne crua do peito.

Os resultados deste estudo evidenciaram que a inclusão de glicerina purificada a termos de desempenho foi viável em até 6% em dietas de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, pois sua inclusão nas dietas não afetou nenhuma das características de desempenho.

Conclusão

A inclusão de glicerina purificada mostrou-se tecnicamente viável em até 6% em dietas balanceadas para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a Universidade Federal do Tocantins – UFT, pelo apoio e disponibilidade das instalações e as empresas ASA Norte Alimentos e GRANFORTE, pelo fornecimento de matéria prima para realização dos experimentos.

Referências

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.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, J.N.; VIGODERIS, R.B.; PINTO, F.A.C.; CECON, P.R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

FRONING, G.W.; BABJI, A.S.; MATHER, F.B. The effect of preslaughter temperatures, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle.

Poultry Science, Champaign, v. 57, n. 3 p. 630-633, 1978.

GUERRA, R. L. H.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, A. F. Q. M.; URGNANI, F. J.;

MOREIRA, I.; PICOLI, K. P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 12, n. 4, p. 1038-1050, 2011.

JUNG, B.; BATAL, A.B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 2. Evaluation of feeding crude glycerin to broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 20, n. 2, p. 514-527, 2011.

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

MCLEA, L.; BALL, M.E.E.; KILPATRICK, D.; ELLIOTT, C. The effect of glycerol inclusion on broiler performance and nutrient digestibility. *British Poultry Science*, London, v. 52, n. 3, p. 368-375, 2011.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. *Proceedings Nutrition Society*, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

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*. 3. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252 p.

SEHU, A.; KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H. Effects of graded levels of crude glycerine addition to diets on growth performance, carcass traits and economic efficiency in broiler chickens. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, v. 19, n. 4, p. 569-574, 2013.

SILVA, C.L.S.; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; SANTAROSA, J. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 14, n. 3, p. 159-232, 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV. 165 p, 2002.

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

TOPAL, E.; OZDOGAN, M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 22, n. 1, p. 146-151, 2013.

YALÇIN, S.; EROL, H.; ÖZSOY, B.; ONBASILAR, I.; YALÇIN, S.; ÜNER, A. Effects of glycerol on performance, egg traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. *Livestock Science*, v. 129, n. 1, p. 129-134, 2010.

**CAPÍTULO 4 – GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS
PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 42 DIAS DE IDADE**

Artigo editado de acordo com as normas da revista Tropical Animal Health Production.

CAPÍTULO 4 – GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a viabilidade técnica da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte, dos 8 aos 42 dias de idade. Foram utilizados 160 pintos, com 8 dias, da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e quatro repetições de dez aves. Foram avaliados o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso final, biometria dos órgãos (coração, fígado, moela e intestino delgado), rendimento de carcaça, rendimentos de cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), coloração e a deposição de proteína e deposição de gordura da carne do peito. Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas influenciaram ($p < 0,05$) o ganho de peso, a conversão alimentar e o peso das aves aos 42 dias, não havendo efeito ($p > 0,05$) sobre o consumo de ração. Da mesma forma, não houve efeito ($p > 0,05$) sobre os rendimentos de carcaça e cortes nobres. Os níveis de inclusão de glicerina purificada não influenciaram ($p > 0,05$) os pesos relativos da moela, nem o peso relativo e/ou comprimento do intestino delgado. Entretanto, observou-se efeito ($p < 0,05$) sobre o peso relativo do coração e fígado. Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas não afetaram ($p > 0,05$) os valores de luminosidade (L^*), vermelho (a^*), amarelo (b^*), pH e a deposição de proteína, mas, aumentou de maneira linear ($p < 0,05$) a deposição de gordura da carne de peito. A inclusão de até 6% de glicerina purificada nas dietas mostrou-se tecnicamente viável para frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade.

Palavras chave: coprodutos do biodiesel, desempenho produtivo, deposição de proteína, deposição de gordura, qualidade de carne

CHAPTER 4 - PURIFIED GLYCERIN BALANCED DIETS FOR BROILERS FROM 8 TO 42 DAYS OLD

ABSTRACT

The goal of this paper was to evaluate the technical viability of purified glycerin inclusion in balanced diets for broilers from 8 to 42 days old. It was used 8-day-old broiler chickens from Cobb 500® lineage, distributed in a completely randomized design (CRD) with four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and four replicates of ten birds. It was evaluated feed intake, weight gain, feed conversion, final weight, organs biometry (heart, liver, gizzard and small intestine), carcass yield, special cuts yields (thigh, drumstick and breast), meat colour and protein and fat deposition in breast muscle. The purified glycerin inclusion levels in diets influenced ($p < 0.05$) weight gain, feed conversion and broiler weight at 42 days, with no effect ($p > 0.05$) on feed intake (FI). Similarly, there was no effect ($p > 0.05$) on carcass and special cuts yields. The purified glycerin inclusion levels did not influence ($p > 0.05$) the relative gizzard weight, or the relative small intestine weight and/or length. However, it was observed effect ($p < 0.05$) on the relative heart and liver weights. The purified glycerine inclusion levels in diets did not affect ($p > 0.05$) lightness (L^*), redness (a^*), yellowness (b^*) values, pH and protein deposition, but increased linearly ($p < 0.05$) fat deposition in breast muscle. The inclusion of 6% purified glycerin in diets proved to be technically feasible for broilers from 8 to 42 days old.

Keywords: biodiesel co-products, productive performance, protein deposition, fat deposition, meat quality

Introdução

Os altos custos com a alimentação de frangos de corte, desperta o interesse por novas fontes alternativas de alimentos, que possam substituir parcialmente os alimentos energéticos e proteicos da dieta, visando possibilidade de minimizar os custos com a nutrição e consequentemente com a produção (BASTOS et al., 2007; BRUNELLI et al., 2006; HENZ et al., 2013).

Neste sentido, alimentos oriundos do processamento agroindustrial ganham destaque na nutrição animal, dentre eles, cita-se a glicerina, um coproduto da produção do biodiesel. Ensaio biológicos realizados para verificar seu conteúdo energético, comprovaram ser uma eficiente fonte de energia para alimentação das aves (ABD-ELSAMEE et al., 2010; DOZIER et al., 2008; 2011; JUNG; BATAL, 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

De acordo com Oliveira et al. (2013), quando comparada a energia do milho, a glicerina pode ser considerada um alimento passível de utilização na alimentação das aves, por apresentar um bom teor de energia bruta, altamente metabolizável.

Topal; Ozdogan (2013) avaliaram os efeitos de diferentes quantidades de glicerina 0, 4 e 8% sobre as variáveis de desempenho, peso dos órgãos e composição química dos músculos de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade e concluíram que a glicerina pode ser utilizada como fonte de energia em até 8%, especialmente na fase de 1 a 21 dias, sem comprometer o desempenho das aves.

Da mesma forma, Mclea et al. (2011) testaram diferentes níveis (3,3; 6,7 e 10,0%) de inclusão de glicerina em dietas de frangos de corte e verificaram que a inclusão de até 6,7% na dieta, não causou quaisquer efeito negativo no desempenho produtivo e/ou digestibilidade dos nutrientes.

Todavia na literatura existem contradições do nível ideal de inclusão do alimento nas dietas, devido as diferentes matérias prima e os catalisadores utilizados para produção do biodiesel, que acarretam excessos de alguns minerais que podem afetar sua composição e limitar o seu uso na alimentação das aves (CERRATE et al., 2006).

Além disso, níveis excessivos de glicerina nas dietas, podem diminuir a capacidade de metabolização do glicerol pelo organismo, e consequentemente, aumentar a excreção pelas aves, favorecendo maior umidade de cama (GIANFELICI et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar a viabilidade técnica da inclusão de glicerina purificada, em dietas balanceadas para frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, localizado em Araguaína – TO, no período de 06 de outubro a 10 de novembro de 2015, aprovado e executado segundo as normas éticas estabelecidas pela Lei de Procedimentos para o Uso de Animais, como determinado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT), protocolo nº 23101.000830/2014-16.

Foram utilizados 160 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500[®], criados até o 7º dia de vida, de acordo com as recomendações da linhagem. No 8º dia, as aves com peso médio de $208 \pm 16,78$ g, foram homogeneizadas e os tratamentos distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e quatro repetições de dez aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em galpão experimental, provido de 16 boxes de 2,2 m², com comedouros e bebedouros tubulares e pendulares, respectivamente. O abastecimento dos comedouros e a limpeza dos bebedouros eram realizados duas vezes por dia, visando garantir o livre acesso à água e as rações durante todo o período experimental.

Até o 14º dia de vida, as aves foram aquecidas artificialmente, utilizando-se lâmpadas incandescentes (60 W), instaladas no interior de todos os boxes. As condições ambientais no interior das instalações, durante o período experimental, foram monitoradas e registradas diariamente a cada 5 minutos, utilizando-se Data Loggers da marca HOBO ware OnSet[®] Versão 3.4.1, colocados a meia altura dos boxes, possibilitando a obtenção da temperatura e da umidade relativa do ar.

Os valores das temperaturas do ar média, máxima e mínima no interior das instalações durante o período experimental foram de 25,6; 32,8 e 20,8 °C, respectivamente, sendo a umidade relativa do ar de 85%.

As dietas experimentais foram calculadas considerando a composição química da glicerina purificada (Tabela 4.1) e as exigências nutricionais de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011), para frangos de corte machos, de desempenho médio, nas fases de 8 a 21 (Tabela 4.2) e de 22 a 42 dias de idade (Tabela 4.3).

Tabela 4.1 - Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais¹

Nutrientes e energia	Glicerina purificada
Proteína bruta (%) ²	0,23
Energia metabolizável (kcal/kg) ³	3560
Matéria seca (%) ⁴	89,98
Extrato etéreo (%) ⁴	1,19
Matéria mineral (%) ⁴	7,86
Metanol (g/kg) ⁴	Menos 0,1
Glicerol (%) ⁴	80,4
NaCl (%) ⁴	7,47
Na (%) ⁴	2,96

¹Glicerina proveniente do processamento dos grãos de soja, comercializada na região Sul do Brasil.

²Rostagno et al. (2011).

³Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins.

⁴Níveis de garantia proposto pelo fabricante.

As variáveis avaliadas foram consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso final (PF), biometria dos órgãos (coração, fígado, moela), peso e/ou comprimento do intestino delgado, rendimento de carcaça (RC), rendimentos de cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), coloração da carne do peito (L*= Luminosidade, a*= teor de vermelho e b*= teor de amarelo), pH, deposição de proteína e deposição de gordura.

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do GP. O CR foi calculado considerando a quantidade de ração fornecida e as sobras nos comedouros. A CA obtida pela razão entre o consumo de ração ingerido e o ganho de peso das aves, durante o período experimental.

Aos 42 dias de idade, duas aves de cada parcela, com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 5\%$), foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas e abatidas por deslocamento cervical. Em seguida, foram submetidas aos procedimentos de sangria, escalda, depena e evisceração, para avaliação dos pesos relativos (%) das carcaças inteiras (com pés, pescoço e cabeça) e dos cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito).

As vísceras comestíveis (moela, coração e fígado) e o intestino delgado foram coletados durante a evisceração, limpos, secos em papel toalha e pesados separadamente em balança de precisão. Da moela, foi removida toda a gordura aderida, seu conteúdo e a membrana coilínea. Além do peso, foi medido o comprimento do intestino do início do duodeno até a junção ileocecal. O peso relativo da carcaça depenada e eviscerada foi calculado em relação ao peso em jejum. Os pesos relativos dos cortes, das vísceras comestíveis e do intestino delgado foram obtidos em relação à carcaça depenada e eviscerada.

Na carne crua do peito (sem osso, pele, ligamentos e gordura) foi avaliada a coloração da carne pelo sistema CIELAB (L^* = Luminosidade, a^* = teor de vermelho e b^* = teor de amarelo) com colorímetro (Chroma meter), sendo a leitura realizada em três pontos distintos da musculatura e a determinação do pH, realizada por meio de eletrodo de penetração, diretamente na carne.

Tabela 4.2 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
Milho	59,119	56,977	54,835	52,692
Farelo de Soja (45%)	34,741	35,116	35,493	35,868
Glicerina purificada	0,000	2,000	4,000	6,000
Fosfato bicálcico	1,508	1,511	1,513	1,516
Óleo de soja	2,157	2,077	1,997	1,917
Calcário	0,924	0,923	0,919	0,917
Sal comum	0,482	0,333	0,185	0,037
DL-Metionina	0,287	0,289	0,292	0,294
L-Lisina HCl	0,218	0,211	0,203	0,196
L-Treonina	0,064	0,063	0,063	0,063
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	20,80	20,80	20,80	20,80
Cálcio (%)	0,819	0,819	0,819	0,819
Fósforo Disponível (%)	0,391	0,391	0,391	0,391
Lisina Digestível (%)	1,174	1,174	1,174	1,174
Metionina + cistina Digestível (%)	0,846	0,846	0,846	0,846
Metionina Digestível (%)	0,562	0,562	0,563	0,564
Treonina Digestível (%)	0,763	0,763	0,763	0,763
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210
Potássio (%)	0,808	0,808	0,809	0,809
Cloro (%)	0,340	0,251	0,161	0,072
Balanco eletrolítico (mEq/kg) ²	202,1	227,2	252,9	277,9

¹Composição/tonelada: Ácido Fólico 150,00 mg, Cobalto 178,00 mg, Cobre 2.675,00 mg, Colina 120,00 g, Colistina 2.000,00 mg, Ferro 11,00 g, Iodo 535,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 7.200,00 mg, Nicarbazina 24,00 g, Pantotenato de Cálcio 2.400,00 mg, Selênio 60,00 mg, Vitamina A 1.920.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 3.600,00 mg, Vitamina B2 1.200,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 360.000,00 UI, Vitamina E 3.600,00 UI, Vitamina H 18,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

²Calculado segundo Mongin (1981): Balanco eletrolítico = (mg/kg de Na⁺ da ração/22,990) + (mg/kg de K⁺ da ração/39,102) - (mg/kg de Cl⁻ da ração/35,453).

EM= Energia metabolizável.

Tabela 4.3 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
Milho	64,039	61,843	59,647	57,451
Farelo de Soja (45%)	29,434	29,821	30,206	30,592
Glicerina purificada	0,000	2,000	4,000	6,000
Fosfato bicálcico	1,172	1,174	1,177	1,179
Óleo de soja	3,078	3,040	3,005	2,968
Calcário	0,817	0,815	0,812	0,810
Sal comum	0,450	0,302	0,154	0,006
DL-Metionina	0,248	0,250	0,253	0,255
L-Lisina HCl	0,214	0,207	0,199	0,192
L-Treonina	0,048	0,048	0,047	0,047
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3125	3125	3125	3125
Proteína bruta (%)	18,75	18,75	18,75	18,75
Cálcio (%)	0,685	0,685	0,685	0,685
Fósforo Disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320
Lisina Digestível (%)	1,044	1,04	1,044	1,044
Metionina + cistina Digestível (%)	0,762	0,762	0,762	0,762
Metionina Digestível (%)	0,501	0,502	0,503	0,504
Treonina Digestível (%)	0,678	0,678	0,678	0,678
Sódio (%)	0,197	0,197	0,197	0,197
Potássio (%)	0,725	0,725	0,726	0,727
Cloro (%)	0,322	0,232	0,143	0,053
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ²	180,3	205,7	231,0	256,7

¹Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Lincomicina 800,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Salinomicina 12,00 g, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

²Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na⁺ da ração/22,990) + (mg/kg de K⁺ da ração/39,102) - (mg/kg de Cl da ração/35,453).

EM= Energia metabolizável.

Os cortes do peito foram triturados separadamente, pré-secados em estufa a 55 °C e moídos em moinho tipo faca, em peneira de 2 mm, e posteriormente submetidos as análises para determinação dos teores em proteína bruta e extrato etéreo de acordo com as metodologias propostas por Silva e Queiroz (2002).

A taxa de deposição de proteína e de gordura nos cortes do peito (g/dia) foram calculadas por meio de um abate comparativo feito a partir de um grupo adicional de seis pintos no início do período experimental, comparadas com aquelas aves abatidas aos 42 dias de idade.

A taxa de deposição de proteína (TDP) e a taxa de deposição de gordura (TDG) foram calculadas segundo as fórmulas descritas por Scherer et al. (2011):

$$TDP = (QPcf - QPci)/PE$$

em que, QPcf é a quantidade, em gramas, de proteína nos cortes finais; QPci é a quantidade de proteína nos cortes iniciais e, PE é o período experimental em dias. A QPcf foi obtida multiplicando-se o peso médio dos cortes das aves de uma unidade experimental, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta dos cortes (PBC); enquanto QPci foi obtida pelo peso médio das aves da respectiva unidade experimental, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio dos cortes e pela PBC média do grupo adicional (seis pintos abatidas inicialmente).

$$TDG = (QGcf - QGci)/PE$$

em que, QGcf é a quantidade, em gramas, de gordura nos cortes finais; QGci é a quantidade de gordura nos cortes iniciais e, PE é o período experimental em dias. QGcf e QGci foram obtidas de modo similar as QPcf e QPci, utilizando-se os valores de extrato etéreo dos cortes.

Para determinação da perda de peso por cozimento, foram retirados filés do peito, que após pesados, foram assados em forno elétrico a 170 °C, até atingir a temperatura interna de 40 °C, posteriormente, foram virados para atingirem a temperatura interna de 70 °C. Em seguida, as amostras foram colocadas sobre papel absorvente para resfriamento até atingir a temperatura de 20 a 25 °C. Novamente foram pesadas e determinadas à perda de peso após o cozimento e mantidas sob-refrigeração a 4°C por 24 horas, de acordo com a metodologia adaptada de Froning e Uijttenboogarte (1988).

Para determinar a força de cisalhamento, foram retiradas amostras na forma cilíndrica (1,27 cm de diâmetro), as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Bratzler.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + NS_i + e_{ij}; \text{ com } i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Em que Y_{ij} = valor observado para a variável de interesse nas aves da j-ésima repetição recebendo o i-ésimo nível de inclusão da glicerina purificada; μ = efeito da média geral; NS_i = efeito do i-ésimo nível de inclusão da glicerina purificada, e_{ij} = erro experimental.

Em seguida as variáveis foram submetidas a análises de regressão utilizando-se modelos polinomiais de primeira ou segunda ordem, considerando o nível de inclusão da glicerina purificada como variável independente. Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste “F” para os modelos, a significância do teste “t” para os parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) dos modelos e o coeficiente de determinação ($R = \text{SQ modelo/SQ tratamento}$), considerando um nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

Observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas influenciaram ($p < 0,05$) o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA) e o peso das aves aos 42 dias (P42d), não havendo efeito ($p > 0,05$) sobre o consumo de ração (CR) (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), e peso aos dias 42 dias (P42d) de frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
CR ² (g)	4355,50	4427,00	4329,75	4481,25	4398,36	0,191	0,393	0,061	2,05
GP (g)	2629,75	2712,50	2701,50	2756,00	2699,94	0,028	0,676	0,302	2,44
CA (g/g)	1,658	1,631	1,600	1,628	1,628	0,040	0,058	0,230	1,46
P42d (g)	2835,00	2918,25	2907,75	2962,25	2905,81	0,027	0,670	0,302	2,26

¹Coefficiente de variação (%).

²Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Equações: GP (g) = 2644,78 + 18,39 NI (P=0,028; $r^2 = 0,81$); CR (g) = 144,25 + 1,875 NI (P=0,001; $r^2 = 0,79$); CA (g/g) = 1,09 – 0,0075 NI (P=0,002; $r^2 = 0,79$); P42d (g) = 2850,13 + 18,55 NI (P=0,027; $r^2 = 0,82$); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

A ausência de efeito sobre o CR das aves pode estar relacionada ao fato das dietas experimentais terem sido formuladas para serem isoenergéticas e isonutritivas, atendendo as exigências de EM (kcal/kg) das aves, independentemente do nível de inclusão de glicerina purificada. Uma vez que, o consumo voluntário de ração pelas aves está diretamente relacionado ao nível energético das dietas (MENDES et al., 2004).

A partir dos resultados obtidos, pode se inferir que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas melhoraram o desempenho dos frangos de corte, sendo possível afirmar que a inclusão de até 6%, não prejudica as variáveis de desempenho. Resultados semelhantes

foram encontrados por Cerrate et al. (2006), que desenvolveram dois experimentos, utilizando níveis 0; 5 e 10% (experimento I) e 0; 2,5 e 5% (experimento II) de glicerina na alimentação de frangos de corte de 1 a 42 dias e concluíram que a glicerina pode ser utilizada nas dietas em até 5%, sem afetar o desempenho das aves.

Da mesma forma, Sehu et al. (2012) avaliaram os níveis 0, 5 e 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte e observaram que a inclusão de até 5% do alimento não afetou nenhuma das características de desempenho, no período total de criação de 1 a 42 dias de idade.

Observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas, não afetaram ($p > 0,05$) os pesos relativos da carcaça, coxa, sobrecoxa, peito e deposição de proteína. No entanto, houve efeito linear crescente ($p < 0,05$) para a deposição de gordura da carne do peito dos frangos abatidos aos 42 dias (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 - Médias dos rendimentos de carcaça (RC), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX), peito (RP), deposição de proteína (DP) e deposição de gordura (DG) de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
RC ² (%)	85,28	85,08	84,36	84,70	84,85	0,452	0,706	0,627	1,68
RCX ³ (%)	12,14	11,88	11,84	12,11	11,98	0,904	0,199	0,935	3,27
RSCX ⁴ (%)	12,28	12,67	12,80	12,85	12,65	0,183	0,570	0,892	4,60
RP ⁵ (%)	35,93	37,15	36,31	36,14	36,38	0,949	0,379	0,439	4,17
DP ⁶ (g/dia)	5,18	5,16	5,14	5,36	5,20	0,311	0,312	0,619	4,54
DG (g/dia)	1,19	1,31	1,39	1,41	1,33	0,001	0,195	0,873	4,11

¹Coeficiente de variação (%).

^{2,3,4,5,6}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Equação: DG (g/dia) = 1,213 + 0,0382 NI (P=0,001; r² = 0,94); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Sehu et al. (2013); Silva et al. (2012) que observaram que a inclusão de até 5% de glicerina nas dietas de frangos de corte, não afetaram os rendimentos de carcaça e de cortes nobres.

Os resultados de deposição de gordura na carne do peito, estão em concordância com o relatos de Oliveira Neto et al. (2000), que constataram aumento linear no teor de gordura da carcaça de frangos de corte, em função do aumento dos níveis energéticos da ração. Resultados divergentes foram encontrados por Hens et al. (2014), que avaliaram diferentes níveis (0, 3, 6, 9, 12 e 15%) de glicerina na alimentação de frangos de corte e não observaram

efeitos nos teores de deposição de gordura e proteína nas carcaças de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Eyng et al. (2013) testaram diferentes níveis de farinha de resíduos da indústria de fletagem de tilápia, na alimentação de frangos de corte e não observaram efeito dos níveis sobre a deposição de proteína e gordura. De acordo com esses autores, a ausência de efeitos sobre os valores de deposição de gordura e proteína tanto para coxa e sobrecoxa quanto para peito, pode ter ocorrido devido às dietas experimentais terem sido isoenergéticas e isonutritivas, o que proporcionou a ingestão diária equilibrada de energia metabolizável e proteína bruta pelas aves. Diante disso, é provável que a ausência de efeito na deposição de proteína na carne do peito, pode estar associada ao fato das dietas experimentais terem sido formuladas para serem isonutritivas em todos os tratamentos avaliados.

Os níveis de inclusão de glicerina purificada não influenciaram ($P>0,05$) os pesos relativos da moela, nem o peso relativo e/ou comprimento do intestino delgado (Tabela 4.6). Entretanto, observou-se efeito ($P<0,05$) no peso relativo do coração e fígado que aumentaram de maneira linear de acordo com o aumento de glicerina purificada nas dietas.

Tabela 4.6 - Peso relativo do coração (COR), moela (MO), fígado (FG), intestino delgado (ID) e comprimento do intestino delgado (CID) de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
COR (%)	0,37	0,37	0,42	0,44	0,40	0,003	0,460	0,326	7,36
MO ² (%)	1,30	1,33	1,30	1,31	1,31	0,983	0,833	0,777	11,48
FG ³ (%)	1,71	1,89	1,84	1,97	1,85	0,005	0,656	0,077	5,03
ID ⁴ (%)	2,86	3,09	2,89	3,05	2,97	0,461	0,732	0,097	6,73
CID ⁵ (m)	1,61	1,67	1,64	1,77	1,67	0,051	0,497	0,252	5,55

¹Coefficiente de variação (%).

^{2,3,4,5}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Equações: RCOR = 0,3635 + 0,0124 (P=0,003; r² = 0,87) e RFG = 1,743 + 0,00337 (P=0,005; r² = 0,75).

Os resultados para o peso relativo do coração estão de acordo com os encontrados por Topal; Ozdogan (2013) que observaram que as aves alimentadas com a dieta contendo 8% de glicerina apresentaram maior peso relativo do coração. No entanto, os autores não verificaram efeito para o peso relativo do fígado e da moela de frangos alimentados com 4 ou 8% de glicerina bruta. Ainda de acordo com os autores, o peso relativo de alguns órgãos internos como o do coração e do fígado pode estar relacionado ao ganho de peso das aves. O que pode

justificar o aumento no peso relativo desse órgão no presente trabalho, pois, o GP das aves aumentou linearmente com os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas.

Resultados divergentes foram encontrados por Sehu et al. (2012) que avaliaram os níveis de 0, 5 e 10% de glicerina na alimentação de frangos de corte e verificaram que o peso relativo do fígado, do coração e da moela reduziram com o nível de inclusão de 5% do alimento nas dietas.

Observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas não afetaram ($P>0,05$) os valores de luminosidade (L^*), vermelho (a^*), amarelo (b^*), pH, força de cisalhamento (FC) e a perda de peso por cozimento (PPCO) da carne de peito de frangos abatidos aos 42 dias de idade (Tabela 4.7).

Tabela 4.7- Valores médios de luminosidade (L^*), vermelho (a^*), amarelo (b^*), pH, força de cisalhamento (FC), perda de peso por cozimento (PPCO) da carne do peito de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
L^* ²	60,42	63,05	60,25	59,93	60,91	0,565	0,378	0,295	5,30
a^* ³	8,82	9,11	9,00	9,44	9,09	0,425	0,882	0,661	10,54
b^* ⁴	11,35	10,51	10,73	9,94	10,63	0,246	0,980	0,538	13,73
pH ⁵	6,05	6,23	6,52	6,34	6,28	0,065	0,167	0,344	4,13
FC	1,38	1,42	1,32	1,34	1,35	0,505	0,947	0,460	10,75
PPCO	16,33	19,02	16,72	18,03	17,53	0,636	0,595	0,162	14,71

¹Coefficiente de variação (%).

^{2,3,4,5} $\hat{Y} = NS$.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Resultados divergentes para a coloração da carne foram encontrados por Faria et al. (2013) que avaliaram níveis crescentes de glicerina na alimentação de frangos de corte e observaram que a carne crua do peito, apresentou de forma geral uma tonalidade de cor laranja, e que o incremento dos níveis de glicerina nas dietas promoveu maior tendência para a cor vermelho. No entanto, não houve efeito dos níveis de glicerina nas dietas sobre a força de cisalhamento e a perda de peso por cozimento da carne.

Em resumo os resultados obtidos neste estudo, evidenciaram que a inclusão de 6% glicerina purificada não causou quaisquer efeito negativo no desempenho produtivo de frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade. No entanto, observou-se que os níveis crescentes de glicerina nas dietas aumentaram os pesos relativos do coração, do fígado e a deposição de gordura. No entanto, ressalta-se que trabalhos futuros deverão ser realizados para melhor avaliar o potencial desse alimento na qualidade da carne de frangos de corte.

Conclusão

A inclusão de 6% de glicerina purificada nas dietas mostrou-se tecnicamente viável para frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade, desde que, as dietas estejam balanceadas para atender as exigências nutricionais das aves.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a Universidade Federal do Tocantins – UFT, pelo apoio e disponibilidade das instalações e as empresas ASA Norte Alimentos e GRANFORTE, pelo fornecimento de matéria prima para realização dos experimentos.

Referências

- ABD-ELSAMEE, M. O.; ABDO, Z. M. A.; EL-MANYLAWI, M. A. F.; SALIM, I. H. Use of crude glycerin in broiler diets. *Egyptian Poultry Science*, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 281-295, 2010.
- BASTOS, S. C.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; ESPÍNDOLA, G. B.; BRAGA, C. V. P. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para frangos de corte. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 38, n. 3, p. 297-303, 2007.
- BRUNELLI, S. R.; PINHEIRO, J. W.; SILVA, C. A. da; FONSECA, N. A. N.; OLIVEIRA, D. D. de; CUNHA, G. E.; SOUZA, L. F. A. de. Inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1349-1358, 2006.
- 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, W.A.; KERR, B.J.; BRANTON, S.L. Apparent metabolizable energy of crude glycerin originating from different sources in broiler chickens. *Poultry Science*, Champaign, v.90, n.11, p.2528-2534, 2011.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A.; KIDD, M.T.; WEBER, T.E.; BREGENDOHL, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. *Poultry Science*, Champaign, v. 87, n. 2, p. 317–322, 2008.

- EYNG, C.; NUNES, R.V.; MURAKAMI, A.E.; POZZA, P.C.; SCHERER, C.; SILVA, W.T.M.; BRUNO, L.D. Deposição de proteína e gordura nos cortes nobres de frangos alimentados com farinha de resíduos da indústria de fletagem de tilápia. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 2, p. 875-882, 2013.
- FARIA, P.B.; FIGUEIREDO, C.H.; LIMA, R.S.; NASCIMENTO, D.B.; SANTOS, C.C.S.; PINTO, A.M.B.; SILVA, J.L. Qualidade de carcaça e carne de frangos com uso de glicerina na alimentação. *PUBVET*, Londrina, v. 7, n. 24, Ed. 247, Art. 1631, 2013.
- FRONING, G. W.; UIJTENBOOGARTE, T. G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hold and cold deboned chicken broiler breast meat. *Poultry Science*, v. 67, n. 11, p. 1536-1544, 1988.
- GIANFELICI, M.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JÚNIOR, A.M.; KESSLER, A.M.; VIEIRA M.M.; MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 13, n. 4, p. 255-258, 2011.
- HENZ, J. R.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; FURLAN, A. C.; SCHERER, C.; EYNG, C.; SILVA, W. T. M. Valores energéticos de diferentes cultivares de milho para aves. *Semina Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2403-2414, 2013.
- HENZ, J.R.; NUNES, R.V.; EYNG, C.; POZZA, P.C.; FRANK, R.; SCHONE, R.A. OLIVEIRA, T.M.M. Effect of dietary glycerin supplementation in the starter diet on broiler performance. *Czech Journal of Animal Science*, Kamýcká, v. 59, n. 12, p. 557-563, 2014.
- JUNG, B.; BATAL, A.B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 1. Nutritional value of crude glycerin. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 20, n. 2, p. 162-167, 2011.
- MCLEA, L.; BALL, M.E.E.; KILPATRICK, D.; ELLIOTT, C. The effect of glycerol inclusion on broiler performance and nutrient digestibility. *British Poultry Science*, London, v. 52, n. 3, p. 368-375, 2011.
- MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E. G. de; GARCIA, E. A.; ALMEIDA, M. I. M. de; GARCIA, R. G. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2300-2307, 2004.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. *Proceedings Nutrition Society*, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

- OLIVEIRA, D.D.; PINHEIRO, J.W.; OBA, A.; FONSECA, N.A.N. Desempenho de frangos de corte alimentados com glicerina pura. *Semina Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4083-4092, 2013.
- OLIVEIRA NETO, A. R. D., OLIVEIRA, R. F. M. D., DONZELE, J. L., ROSTAGNO, H. S., FERREIRA, R. A., MAXIMIANO, H. D. C., GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, p. 183-190, 2000.
- 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. 3. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 252 p, 2011.
- SCHERER, C.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; SCAPINELLO, C.; TON, A. P. S. Exigência de energia metabolizável de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 40, n. 11, p. 2496-2501, 2011.
- SEHU, A.; KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H. Effects of graded levels of crude glycerine addition to diets on growth performance, carcass traits and economic efficiency in broiler chickens. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, n. 19, v. 4, p. 569-574, 2013.
- SEHU, A. KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H.; CITIL, O.B. Effects of dietary glycerol addition on growth performance, carcass traits and fatty acid distribution in cloacal fat in broiler chickens. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 2012, v. 163, n. 4, p. 194-200, 2012.
- SILVA, C.L.S.; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; SANTAROSA, J. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 14, n. 3, p. 159-232, 2012.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV. 165 p, 2002.
- TOPAL, E.; OZDOGAN, M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, Champaign, v. 22, n. 1, p. 146-151, 2013.

**CAPÍTULO 5 – GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS
PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE**

Artigo editado de acordo com as normas do Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal Tropical (PPGcat) da Universidade Federal do Tocantins.

CAPÍTULO 5 – GLICERINA PURIFICADA EM DIETAS BALANCEADAS PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a viabilidade técnica da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte, de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 240 pintos de um dia, da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e seis repetições de dez aves. Foram avaliados a curva de crescimento, o desempenho produtivo aos 7, 21 e 42 dias, a biometria dos órgãos (coração, fígado, moela e intestino delgado), rendimento de carcaça e cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), coloração, composição química, física e deposição de proteína e gordura da carne do peito. Em relação aos parâmetros descritos da equação de Gompertz, as aves alimentadas com dieta contendo 6% de glicerina, apresentaram maiores taxas de maturidade (b), menor idade para máximo crescimento (t*) e menor peso a maturidade (Pm). Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas reduziu (p<0,05) a conversão alimentar e aumentou (p<0,05) o consumo de ração, o ganho de peso e o peso das aves aos 7 dias. Na fase de 1 a 21 dias, houve redução na conversão alimentar (p<0,05) e aumento linear no ganho de peso e no peso final, sem efeito no consumo de ração. No período total, os níveis de inclusão de glicerina, aumentaram (p<0,05) o ganho de peso e o peso das aves aos 42 dias, não havendo efeito (p>0,05) sobre a conversão alimentar e o consumo de ração. Da mesma forma, não houve efeito (p>0,05) sobre os rendimentos de carcaça e cortes nobres, rendimentos de fígado, moela, peso e ou comprimento do intestino, havendo efeito (p<0,05) sobre o rendimento do coração. Houve um aumento linear (p<0,05) nos teores de proteína bruta, extrato etéreo, deposição de proteína, deposição de gordura e linear decrescente para as porcentagens de umidade, não havendo efeito (p>0,05) nos teores de cinzas. Os níveis de inclusão de glicerina purificada não afetaram (p>0,05) os valores de vermelho (a*), amarelo (b*), luminosidade (L*), pH e a temperatura da carne. A inclusão de glicerina purificada nas dietas mostrou-se tecnicamente viável em até 6% em dietas de frangos de corte de 1 aos 42 dias de idade.

Palavras chave: alimentos energéticos, biodiesel, curva de crescimento, desempenho produtivo

CHAPTER 5 - PURIFIED GLYCERIN BALANCED DIETS FOR BROILERS FROM 1 TO 42 DAYS OLD

ABSTRACT

The goal of this paper was to evaluate the technical viability of purified glycerin inclusion in balanced diets for broilers from 1 to 42 days old. It was used 240 1-day-old broiler chickens from Cobb 500® lineage, distributed in a completely randomized design with four treatments (0, 2, 4 and 6% of purified glycerin inclusion) and six replicates of ten broilers. It was evaluated the growth curve, productive performance at 7, 21 and 42 days, organs biometry (heart, liver, gizzard and small intestine), carcass yield and special cuts (thigh, drumstick and breast), colour, chemical and physical composition, protein and fat deposition in breast muscle. Regarding the described parameters of the Gompertz equation, the broilers fed diets containing 6% glycerin showed higher maturity rate (b), lower age for maximum growth (t*) and lower weight at maturity (Wm). The purified glycerine inclusion levels in diets reduced (p<0.05) feed conversion and increased (P <0.05) feed intake, weight gain and broiler weight at 7 days. From 1 to 21 days, there was a decrease in feed conversion (p<0.05) and a linear increase in weight gain and final weight, with no effect on feed intake. In total period, glycerin inclusion levels increased (p<0.05) weight gain and broiler weight at 42 days, with no effect (p>0.05) on feed conversion and feed intake. Similarly, there was no effect (p>0.05) on carcass and special cuts yields, liver and gizzard yields and weight or length of the intestine, with effect (p<0.05) on heart yield. There was a linear increase (p<0.05) in crude protein and ether extract contents, protein deposition, fat deposition and linear decreasing for moisture percentages, with no effect (p>0.05) in ash content. The purified glycerin inclusion levels did not affect (p>0.05) redness (a*), yellowness (b*), lightness (L*) and pH values in breast muscle. The inclusion of purified glycerin in diets proved to be technically feasible by up to 6% in broiler diets from 1 to 42 days.

Keywords: biodiesel, energetic feed, growth curve, productive performance

Introdução

O processo de produção do biodiesel a partir de produtos de origem animal ou vegetal, mediante uma reação de saponificação de ácidos graxos com hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio, gera como coproduto a glicerina bruta, um alimento com potencialidade de uso na alimentação das aves, principalmente pela sua alta eficiência no fornecimento de energia (DOZIER et al., 2008;2011; LAMMERS et al., 2008).

Trabalhos realizados com a utilização da glicerina em dietas de frangos de corte apontaram que sua inclusão não afetou as principais características de desempenho, em diferentes fases de produção (CERRATE et al., 2006; SEHU et al., 2013; SILVA et al., 2012).

Em estudo realizado para avaliar os efeitos de níveis crescentes de glicerina de 0, 5 e 10% na alimentação de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, Sehu et al. (2012; 2013) observaram que a inclusão de até 5% do alimento nas dietas não afetou nenhuma das características de desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos.

Da mesma forma, Romano et al. (2014) testaram dietas contendo níveis 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de glicerina e concluíram que frangos de corte são capazes de metabolizar adequadamente o glicerol na dieta em até 7,5%. Os autores ressaltaram que, alterações metabólicas indesejáveis podem ocorrer em níveis mais elevados, como, aumento das concentrações de glicose no sangue, da ingestão de água e da umidade fecal (GIANFELICI et al., 2011; ROMANO et al., 2014).

Todavia, na literatura existem divergências quanto ao nível máximo de inclusão desse alimento nas dietas das aves, devido à falta de padronização durante a produção do biodiesel, o que pode influenciar a composição e afetar a qualidade final do produto (GIANFELICI et al., 2011; ROMANO et al., 2014).

Outro fator relatado por Bernardino et al. (2014), é que a alta ingestão de glicerol pode sobrecarregar a capacidade de metabolização das aves, visto que, se o glicerol ingerido não for fosforilado pela enzima glicerol quinase, pode não ocorrer sua retenção e utilização pelo organismo, ocorrendo a excreção do excedente pelos rins.

No entanto, trabalhos realizados para avaliar seus efeitos sobre a curva de crescimento e, conseqüentemente, na deposição de gordura e de proteína corporal são escassos. Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar a viabilidade técnica da inclusão de glicerina purificada em dietas balanceadas para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, localizado em Araguaína – TO, no período de 29 de setembro a 10 de novembro de 2015, sendo aprovado e executado segundo as normas éticas estabelecidas pela Lei de Procedimentos para o Uso de Animais, como determinado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT), protocolo nº 23101.000830/2014-16.

Foram utilizados 240 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500[®], de um dia de idade, com peso inicial médio de $48 \pm 2,46$ g. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6% de inclusão de glicerina purificada) e seis repetições de dez aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em galpão experimental, provido de 24 boxes de 2 m², com comedouros e bebedouros tubulares e pendulares, respectivamente. O abastecimento dos comedouros e a limpeza dos bebedouros foram realizados duas vezes por dia, visando garantir o livre acesso à água e as rações em todo o período experimental.

Até o 14^o dia de vida, as aves foram aquecidas artificialmente, utilizando-se lâmpadas incandescentes (60 W), instaladas no interior de todos os boxes. As condições ambientais no interior das instalações, durante o período experimental, foram monitoradas e registradas diariamente a cada 5 minutos, utilizando-se Data Loggers da marca HOBO ware OnSet[®] Versão 3.4.1, colocados a meia altura dos boxes, possibilitando a obtenção da temperatura e da umidade relativa do ar.

As dietas experimentais foram calculadas considerando a composição química da glicerina purificada (Tabela 5.1) e as exigências nutricionais para frangos de corte

machos, de desempenho médio, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) nas fases de 1 a 21 (Tabela 5.2) e de 22 a 42 dias de idade (Tabela 5.3).

Tabela 5.1 - Composição da glicerina purificada utilizada na formulação das dietas experimentais

Nutrientes e energia	Glicerina purificada ¹
Proteína bruta (%) ²	0,23
Energia metabolizável (kcal/kg) ³	3560
Matéria seca (%) ⁴	89,98
Extrato etéreo (%) ⁴	1,19
Matéria mineral (%) ⁴	7,86
Metanol (g/kg) ⁴	Menos 0,1
Glicerol (%) ⁴	80,4
NaCl (%) ⁴	7,47
Na (%) ⁴	2,96

¹Glicerina proveniente do processamento de grãos de soja, comercializada na região Sul do Brasil.

²Rostagno et al. (2011).

³Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins.

⁴Valores aproximados de acordo com o fabricante.

As variáveis avaliadas foram a curva de crescimento (g), taxa de crescimento (dias), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso final (PF) aos 7, 21 e 42 dias, biometria dos órgãos (coração, fígado, moela), peso e/ou comprimento do intestino delgado, rendimento de carcaça (RC), rendimentos de cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), coloração da carne do peito (L*= Luminosidade, a*= teor de vermelho e b*= teor de amarelo), pH, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, umidade, deposição de proteína e deposição de gordura.

As aves foram pesadas semanalmente para determinação da curva de crescimento do peso vivo, os dados coletados foram usados para adequar a equação de crescimento descrita por Gompertz:

$$P_t = P_m \cdot \exp \left\{ - \exp \left[- b \cdot (t - t^*) \right] \right\}$$

em que: P_t = peso estimado (g) do animal ao tempo t (dias); P_m = peso (g) à maturidade do animal; b = constante de maturidade; t^* = idade (dias) no ponto de inflexão.

As taxas de crescimento (g/dia) foram calculadas por meio da derivada da equação de GOMPERTZ:

$$TC = P_m \cdot b \cdot (\exp(-\exp(-b \cdot (t-t^*)))) \cdot (\exp(-b \cdot (t-t^*)))$$

O CR foi calculado considerando a quantidade de ração fornecida e as sobras nos comedouros. A CA obtida pela razão entre o consumo de ração ingerido e o ganho de peso das aves, durante o período experimental.

Tabela 5.2 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade

Ingredientes	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
Milho	57,052	54,856	52,660	50,464
Farelo de Soja (45%)	36,488	36,872	37,259	37,645
Glicerina purificada	0,000	2,000	4,000	6,000
Fosfato bicálcico	1,708	1,711	1,713	1,715
Óleo de soja	2,175	2,137	2,102	2,066
Calcário	0,919	0,917	0,914	0,912
Sal comum	0,493	0,347	0,198	0,050
DL-Metionina	0,323	0,326	0,328	0,329
L-Lisina HCl	0,253	0,245	0,238	0,231
L-Treonina	0,089	0,089	0,088	0,088
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	2975	2975	2975	2975
Proteína bruta (%)	21,50	21,50	21,50	21,50
Cálcio (%)	0,869	0,869	0,869	0,869
Fósforo Disponível (%)	0,430	0,430	0,430	0,430
Lisina Digestível (%)	1,242	1,242	1,242	1,242
Metionina + cistina Digestível (%)	0,895	0,895	0,895	0,895
Metionina Digestível (%)	0,603	0,604	0,605	0,605
Treonina Digestível (%)	0,807	0,807	0,807	0,807
Sódio (%)	0,215	0,215	0,215	0,215
Potássio (%)	0,834	0,834	0,835	0,836
Cloro (%)	0,347	0,256	0,168	0,079
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ²	208,9	234,6	259,7	285,0

¹Composição/tonelada: Ácido Fólico 150,00 mg, Cobalto 178,00 mg, Cobre 2.675,00 mg, Colina 120,00 g, Colistina 2.000,00 mg, Ferro 11,00 g, Iodo 535,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 7.200,00 mg, Nicarbazina 24,00 g, Pantotenato de Cálcio 2.400,00 mg, Selênio 60,00 mg, Vitamina A 1.920.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 3.600,00 mg, Vitamina B2 1.200,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 360.000,00 UI, Vitamina E 3.600,00 UI, Vitamina H 18,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

²Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na⁺ da ração/22,990) + (mg/kg de K⁺ da ração/39,102) - (mg/kg de Cl⁻ da ração/35,453).

EM= Energia metabolizável.

Aos 42 dias de idade, duas aves de cada parcela, com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 5\%$), foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas e abatidas por deslocamento cervical. Em seguida, foram submetidas aos

procedimentos de sangria, escalda, depena e evisceração, para avaliação dos pesos relativos (%) das carcaças inteiras (com pés, pescoço e cabeça) e dos cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito).

Tabela 5.3 - Composição das dietas experimentais contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
Milho	64,039	61,843	59,647	57,451
Farelo de Soja (45%)	29,434	29,821	30,206	30,592
Glicerina purificada	0,000	2,000	4,000	6,000
Fosfato bicálcico	1,172	1,174	1,177	1,179
Óleo de soja	3,078	3,040	3,005	2,968
Calcário	0,817	0,815	0,812	0,810
Sal comum	0,450	0,302	0,154	0,006
DL-Metionina	0,248	0,250	0,253	0,255
L-Lisina HCl	0,214	0,207	0,199	0,192
L-Treonina	0,048	0,048	0,047	0,047
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3125	3125	3125	3125
Proteína bruta (%)	18,75	18,75	18,75	18,75
Cálcio (%)	0,685	0,685	0,685	0,685
Fósforo Disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320
Lisina Digestível (%)	1,044	1,04	1,044	1,044
Metionina + cistina Digestível (%)	0,762	0,762	0,762	0,762
Metionina Digestível (%)	0,501	0,502	0,503	0,504
Treonina Digestível (%)	0,678	0,678	0,678	0,678
Sódio (%)	0,197	0,197	0,197	0,197
Potássio (%)	0,725	0,725	0,726	0,727
Cloro (%)	0,322	0,232	0,143	0,053
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ²	180,3	205,7	231,0	256,7

¹Composição/tonelada: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Lincomicina 800,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Salinomicina 12,00 g, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

²Calculado segundo Mongin (1981): Balanço eletrolítico = (mg/kg de Na⁺ da ração/22,990) + (mg/kg de K⁺ da ração/39,102) - (mg/kg de Cl⁻ da ração/35,453).

EM= Energia metabolizável.

As vísceras comestíveis (moela, coração e fígado) e o intestino delgado foram coletados durante a evisceração, limpos, secos em papel toalha e pesados separadamente em balança de precisão. Da moela, foi removida toda a gordura

aderida, seu conteúdo e a membrana coelínea. Além do peso, foi medido o comprimento do intestino delgado do início do duodeno até a junção ileocecal. O peso relativo da carcaça depenada e eviscerada foi calculado em relação ao peso em jejum. Os pesos relativos dos cortes, das vísceras comestíveis e do intestino delgado foram obtidos em relação à carcaça depenada e eviscerada.

Na carne crua do peito (sem osso, pele, ligamentos e gordura) foram avaliadas a coloração pelo sistema CIELAB (L^* = Luminosidade, a^* = teor de vermelho e b^* = teor de amarelo) com colorímetro (Chroma meter[®]), e a leitura foi realizada em três pontos distintos da musculatura e a determinação do pH, realizada por meio de eletrodo de penetração, diretamente na carne.

Em seguida os cortes dos peitos foram serrados ao meio e congelados em sacos plásticos, e uma das metades separadas, foram moídas em moinho de carne industrial. Os cortes moídos foram pesados, homogeneizados e pré-secados em estufa a 55 °C por 72 horas. Após, foram moídos em moinho tipo faca e conduzidos ao laboratório para realização das análises químicas (proteína bruta, extrato etéreo, umidade e cinzas) conforme metodologia descrita por Silva; Queiroz (2002).

A taxa de deposição de proteína e de gordura nos cortes dos peitos (g/dia) foram calculadas por meio de um abate feito a partir de um grupo adicional de seis pintos com 1 dia de vida, comparadas com aquelas aves abatidas aos 42 dias de idade.

A taxa de deposição de proteína (TDP) e a taxa de deposição de gordura (TDG) foram calculadas segundo as fórmulas descrita por Scherer et al. (2011):

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE$$

em que, QP_{cf} é a quantidade, em gramas, de proteína nos cortes finais; QP_{ci} é a quantidade de proteína nos cortes iniciais e, PE é o período experimental em dias. A QP_{cf} foi obtida multiplicando-se o peso médio dos cortes das aves de uma unidade experimental, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta dos cortes (PBC). QP_{ci} foi obtida pelo peso médio das aves da respectiva unidade experimental, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio dos cortes e pela PBC média do grupo adicional (seis pintos abatidos inicialmente).

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE$$

em que, QG_{cf} é a quantidade, em gramas, de gordura nos cortes finais; QG_{ci} é a quantidade de gordura nos cortes iniciais e, PE é o período experimental em dias.

QGcf e QGci foram obtidas de modo similar as QPcf e QPci, utilizando-se os valores de extrato etéreo dos cortes.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + NS_i + e_{ij}; \text{ com } i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Em que Y_{ij} = valor observado para a variável de interesse nas aves da j-ésima repetição recebendo o i-ésimo nível de inclusão da glicerina purificada; μ = efeito da média geral; NS_i = efeito do i-ésimo nível de inclusão da glicerina purificada, e_{ij} = erro experimental.

Em seguida, as variáveis foram submetidas a análises de regressão utilizando-se modelos polinomiais de primeira ou segunda ordem, considerando o nível de inclusão da glicerina purificada como variável independente. Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste “F” para os modelos, a significância do teste “t” para os parâmetros (β_0 , β_1 e β_2) dos modelos e o coeficiente de determinação ($R = SQ \text{ modelo}/SQ \text{ tratamento}$), considerando o nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

As temperaturas do ar média, máxima e mínima no interior das instalações durante o período experimental foram de 29,2; 36,7 e 23,5 °C, respectivamente, sendo a umidade relativa do ar média de 64%. O que indicou que a média da temperatura do ar, esteve acima da faixa considerada de conforto para as aves, durante todo o período experimental (MEDEIROS et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006).

Observou-se que os níveis crescentes de inclusão de glicerina purificada nas dietas reduziu de forma linear ($p < 0,05$) a conversão alimentar e aumentou linearmente ($p < 0,05$) o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e o peso das aves aos sete dias (P7d) (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 7 dias (P7d) de frangos de corte de 1 a 7 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
CR (g)	144,82	145,50	154,17	155,00	149,88	0,001	0,585	0,005	2,21
GP (g)	133,42	133,47	146,57	147,25	140,11	0,001	0,728	0,001	2,27
CA (g/g)	1,09	1,08	1,06	1,05	1,07	0,002	0,379	0,123	2,12
P7d (g)	180,32	179,67	193,33	193,82	186,78	0,001	0,647	0,001	1,65

¹Coeficiente de variação (%).

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F.

Equações: GP (g) = 131,87 + 2,756 NI (P=0,001; r² = 0,81); CR (g) = 144,25 + 1,875 NI (P=0,001; r² = 0,79); CA (g/g) = 1,09 - 0,0075 NI (P=0,002; r² = 0,79); P7d (g) = 178,67 + 2,708 NI (P=0,001; r² = 0,79); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

Na fase de 1 a 21 dias de idade, observou-se que os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas reduziram (p<0,05) a conversão alimentar e aumentaram linearmente (p<0,05) o ganho de peso (GP) e o peso das aves aos 21 dias (P21d), não havendo efeito (p<0,05) para o consumo de ração (CR) (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 21 dias (P21d) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
CR ² (g)	1254,09	1249,64	1266,93	1291,07	1265,60	0,151	0,477	0,264	2,79
GP (g)	921,13	925,52	956,55	962,89	941,51	0,001	0,905	0,172	2,11
CA (g/g)	1,35	1,34	1,33	1,33	1,35	0,001	0,553	0,057	3,01
P21d (g)	968,05	972,01	1003,29	1009,48	988,20	0,001	0,892	0,160	1,99

¹Coeficiente de variação (%).

²Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F.

Equações: GP (g) = 918,06 + 7,816 NI (P=0,001; r² = 0,90); CA (g/g) = 1,39 - 0,017 NI (P=0,001; r² = 0,82); P21d (g) = 964,87 + 7,779 NI (P=0,001; r² = 0,89); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

No período total de 1 a 42 dias de idade, houve efeito linear positivo (p<0,05) para o ganho de peso (GP) e peso das aves aos 42 dias (P42d) à medida que a inclusão de glicerina purificada foi incrementada na dieta, não havendo efeito (p>0,05) sobre a conversão alimentar (CA) e o consumo de ração (CR) (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso aos 42 dias (P42d) de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Glicerina purificada na dieta (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
CR ² (g)	4727,80	4670,00	4682,33	4761,83	4710,49	0,696	0,077	0,859	2,20
GP (g)	2846,02	2849,02	2929,31	2932,85	2889,30	0,034	0,993	0,315	2,84
CA (g/g)	1,657	1,647	1,617	1,625	1,638	0,054	0,158	0,422	2,72
P42d ³ (g)	2892,95	2895,52	2976,06	2979,45	2935,98	0,034	0,990	0,312	2,79

¹Coeficiente de variação (%).

^{2,3}Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F.

Equações: GP (g) = 2838,19 + 17,039 NI (P=0,034; r² = 0,83); P42d (g) = 2884,99 + 17,002 NI (P=0,034; r² = 0,83); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

O aumento no CR pelas aves de 1 a 7 dias, pode estar relacionado ao subdesenvolvimento dos órgãos gastrointestinais dos pintos na fase pré-inicial. O glicerol, principal componente da glicerina pode interferir na taxa de passagem e prejudicar a absorção de energia pelos animais, ocasionando aumento no consumo de ração, como uma resposta compensatória (HENS et al., 2014).

No entanto, a ausência de efeito sobre o CR nas demais fases pelas aves pode ser atribuída ao fato das dietas experimentais terem sido balanceadas para conterem os mesmos níveis nutricionais. Deste modo, é possível que as exigências nutricionais das aves tenham sido atendidas em todos os tratamentos avaliados, independentemente da inclusão de glicerina purificada.

De modo geral, observaram melhores resultados das características de desempenho dos frangos de corte, em função dos níveis de inclusão de glicerina purificada. Resultados semelhantes foram encontrados por Cerrate et al. (2006) e Silva et al. (2012) que avaliaram diferentes níveis de glicerina na alimentação de frangos de corte e também verificaram que a inclusão de até 5% do alimento nas dietas não causou qualquer efeito sobre as características de desempenho, na fase de 1 a 42 dias de idade.

Da mesma forma, Abd-Elsamee et al. (2010) avaliaram níveis de 0, 2, 4, 6 e 8% de glicerina na alimentação de frangos de corte e concluíram que o nível de 8% do alimento pode ser incluído nas dietas, sem qualquer efeito sobre as variáveis de desempenho. Porém, deve-se enfatizar que no estudo realizado por estes autores, a dieta experimental com 8% de glicerina, excedeu as exigências nutricionais para

sódio (Na), diferente da proposta do presente estudo, que foi atender todas as exigências nutricionais, de modo que, a quantidade de Na nas dietas experimentais permaneceu constante em todos os tratamentos (0, 2, 4 e 6%).

As altas concentrações dos minerais sódio e potássio, resultante do processo de catalisação do biodiesel, podem acarretar problemas no desequilíbrio eletrolítico das dietas (CERRATE et al., 2006). O balanço eletrolítico está diretamente relacionado à ingestão de água, de modo que maiores relações $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ provocam aumento da ingestão (MONGIN, 1981; OLIVEIRA; ARANTES; STRINGHINI, 2010) e conseqüentemente maior umidade de cama, como relatado por Gianfelici et al. (2011); Guerra et al. (2011).

Guerra et al. (2011) avaliaram níveis de 0, 2, 4, 6, 8 e 10% de glicerina bruta mista nas dietas de frangos de corte em diferentes fases de produção e concluíram ser possível utilizar até 5% do alimento nas dietas sem influenciar as variáveis de desempenho. Entretanto, ressaltaram que devem-se aumentar os cuidados com o manejo de cama, com a finalidade de diminuir a umidade.

As estimativas dos parâmetros da equação de Gompertz (Tabela 5.7) indicaram que as aves alimentadas com a dieta controle, apresentaram maior potencial de crescimento, estimadas pelo peso a maturidade (P_m), comparadas as aves alimentadas com dietas contendo glicerina. Entretanto, as aves alimentadas com a dieta contendo 6% de glicerina purificada, apresentaram maiores taxas de maturidade (b) e menor idade para máximo crescimento (t^*).

Tabela 5.7 - Estimativa dos parâmetros da equação de Gompertz para o peso de frangos de cortes de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada de 1 a 42 dias de idade

Parâmetros	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
P_m^1 (g)	5563,46	5310,40	5316,02	5213,71
b^2 (por dia)	0,0486	0,0509	0,0481	0,0511
t^{*3} (dias)	32,20	31,29	31,69	30,54

1- P_m (kg) = peso à maturidade.

2- b (por dia) = taxa de maturidade.

3- t^* (dia) = tempo em que a taxa de crescimento é máxima.

Com base nesses resultados, as aves alimentadas com a dieta contendo 6% de glicerina purificada foram mais precoces para atingirem a idade de máximo

crescimento de peso vivo, quando comparadas às aves alimentadas com as demais dietas.

Pela derivação das equações de Gompertz para peso vivo, foram obtidas as taxas de crescimento, em gramas de peso por dia, de acordo com a idade das aves (Tabela 5.8).

Tabela 5.8 - Taxas de crescimento de peso vivo (g/dia) de frangos de corte de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Idade (dias)	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)			
	0	2	4	6
1	10,87	9,73	11,91	10,85
7	30,65	29,96	31,58	31,77
14	58,13	58,46	57,55	60,44
21	83,09	84,34	80,26	85,10
28	97,10	97,96	96,05	97,11
35	98,49	97,79	92,91	95,63
42	90,17	87,77	84,68	84,99

As taxas de crescimento aumentaram até os 35 dias de idade, nas quatro dietas experimentais, e, a partir dessa idade, diminuíram gradativamente (Figura 5.1).

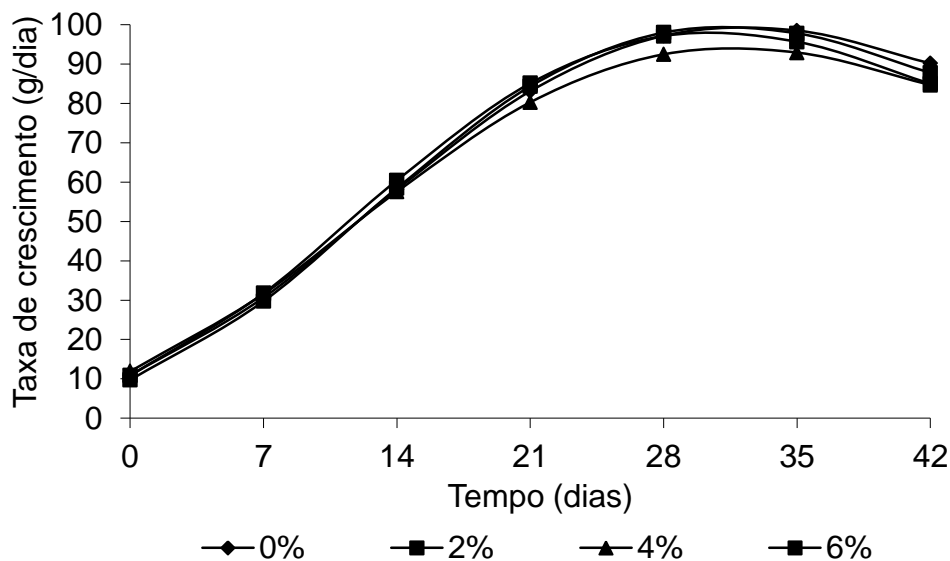


Figura 5.1 - Taxa de crescimento de frangos de corte de acordo com os níveis de glicerina purificada.

Esses resultados estão de acordo com os relatos de Marcato et al. (2010) que afirmaram que as aves tem maior capacidade de digestão dos alimentos nas fases iniciais, favorecendo taxas de ganho de peso mais altas neste período.

De acordo com Gonzales; Sartori (2002) o aumento da proteína corporal ocorre até certo período do desenvolvimento das aves, pois, tende a ocorrer um comportamento inverso da deposição de gordura, ao passo que aumenta a idade da ave, ocorre diminuição na deposição de proteína e aumento da deposição de gordura.

Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas, não afetaram ($p>0,05$) os pesos relativos da carcaça, coxa, sobrecoxa, peito, moela e fígado, nem o peso relativo e/ou comprimento do intestino delgado (Tabela 5.9). Entretanto, observou-se efeito ($p<0,05$) para o peso relativo do coração, que reduziu de maneira linear à medida que a inclusão de glicerina purificada foi incrementada na dieta.

Tabela 5.9 - Valores médios de rendimento de carcaça, cortes nobres e de órgãos de frangos de cortes abatidos aos 42 dias, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
RC ² (%)	85,08	84,51	84,45	84,65	84,67	0,616	0,533	0,931	1,75
RCX ³ (%)	12,16	12,02	11,71	12,09	11,99	0,560	0,205	0,372	4,22
RSCX ⁴ (%)	13,26	13,25	12,84	12,87	13,04	0,136	0,956	0,439	4,25
RP ⁵ (%)	35,69	35,56	36,35	35,54	35,79	0,908	0,583	0,383	4,25
RCOR (%)	0,46	0,45	0,44	0,41	0,44	0,011	0,147	0,142	5,83
RMO ⁶ (%)	1,31	1,34	1,33	1,21	1,30	0,136	0,082	0,515	8,05
RFG ⁷ (%)	1,83	1,87	1,94	1,88	1,89	0,274	0,317	0,565	5,37
RID ⁸ (%)	3,01	3,00	2,97	2,95	2,98	0,586	0,998	0,022	6,62
CID ⁹ (m)	1,73	1,77	1,78	1,68	1,73	0,701	0,261	0,750	7,40

¹Coeficiente de variação (%).

^{2,3,4,5,6,7,8,9} $\hat{\gamma} = NS$.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F.

RC = rendimento de carcaça; RCX = rendimento de coxa; RSCX = rendimento sobrecoxa; RP = rendimento do peito; RCOR = rendimento do coração; RMO = rendimento da moela; RFG = rendimento do fígado; RID = rendimento do intestino delgado; CID = comprimento do intestino delgado.

Equação: RCOR (%) = 0,461 - 0,0065 NI (P=0,011; $r^2 = 0,80$); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

Resultados semelhantes foram encontrados por Cerrate et al. (2006); Guerra et al. (2011); Silva et al. (2012) que avaliaram níveis crescentes de glicerina na

alimentação de frangos de corte e não observaram efeitos nos rendimentos de carcaça e de cortes nobres.

Como as dietas experimentais foram formuladas para serem isoenergéticas e não houve diferença no consumo de ração pelas aves, a ausência de efeito nas características de carcaça e dos cortes nobres pode ser considerada como resultado esperado, o que indica que a glicerina pode ser utilizada na alimentação de frangos de corte em até 6% sem afetar o peso relativo dessas variáveis.

Com relação às vísceras comestíveis Sehu et al. (2012) avaliaram diferentes níveis de glicerina na alimentação de frangos de corte e também observaram redução no peso relativo do coração de aves alimentadas com dietas contendo 5% de glicerina. Resultados contrários foram encontrados por Topal; Ozdogan (2013) que testaram os níveis de 0, 4 e 8% de glicerina e não observaram efeito no peso relativo do fígado, moela, rim e proventrículo de frangos machos e fêmeas, entretanto, verificaram que o peso relativo do coração de frangos machos consumindo a dieta contendo 8% de glicerina, foram superiores aos dos machos em outros grupos. Ainda de acordo com os autores, os pesos relativos de alguns órgãos internos tais como o do coração e do fígado, podem estar associados ao GP das aves.

Dessa forma, pode-se inferir que a redução do peso relativo do coração, não foi baseada no GP das aves, que aumentou de maneira linear com os níveis crescentes de glicerina purificada nas dietas. Uma provável explicação pode estar relacionada aos ajustes fisiológicos das aves, para reduzir a produção de calor corporal. O coração por ser um órgão metabolicamente ativo, tende a diminuir quando as aves estão submetidas a temperaturas elevadas (OLIVEIRA NETO et al. 2000), o valor médio da temperatura do ar durante o período experimental de 36,7 °C esteve acima da zona de conforto das aves, o que pode justificar a redução no peso relativo dessa variável.

Os níveis de inclusão de glicerina purificada nas dietas afetaram linearmente ($p < 0,05$) as porcentagens de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), umidade (UM), os valores de deposição de proteína (DP) e deposição de gordura (DG), não havendo efeito sobre as porcentagens de cinzas da carne do peito de frangos de cortes abatidos aos 42 dias de idade (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 - Valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), umidade (UM), cinzas, deposição de proteína (DP) e deposição de gordura (DG) da carne de peito de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
PB (%)	21,82	22,27	22,77	23,10	22,48	0,001	0,805	0,882	2,51
EE (%)	5,27	5,51	5,54	5,71	5,51	0,001	0,680	0,230	2,84
UM (%)	77,38	77,27	77,30	77,21	77,28	0,049	0,865	0,361	0,18
Cinzas ² (%)	1,40	1,35	1,36	1,34	1,35	0,370	0,366	0,494	2,75
DP (g/dia)	4,31	4,32	4,48	4,64	4,44	0,045	0,585	0,835	6,54
DG (g/dia)	1,05	1,10	1,10	1,19	1,11	0,001	0,410	0,187	4,81

¹Coeficiente de variação (%).

²Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F.

Equações: PB (%) = 21,84 + 0,218 NI (P=0,001; r² = 0,99); EE (%) = 5,299 + 0,0697 NI (P=0,001; r² = 0,93); UM (%) = 77,38 - 0,027 NI (P=0,049; r² = 0,82); DP (g/dia) = 4,27 + 0,056 NI (P=0,045; r² = 0,93); DG (g/dia) = 1,049 + 0,020 NI (P=0,001; r² = 0,87); em que NI = nível de inclusão de glicerina purificada (%).

Em estudo realizado para avaliar a composição química da carne de frangos alimentados com dietas contendo glicerina, Topal; Ozdogan (2013) não observaram diferenças em relação aos teores de umidade, cinzas e proteína bruta na carne. No entanto, verificaram que a inclusão de 4 ou 8% do alimento, diminuiu os teores de extrato etéreo. Os autores correlacionaram essa redução à diminuição do milho nas dietas à medida que se adicionava a glicerina, e tal fato promoveu redução no teor de extrato etéreo das dietas, o que pode ter favorecido para a menor quantidade de gordura na carne.

Resultados divergentes foram encontrados por Guerra et al. (2011) que avaliaram a composição química de carcaças de frangos de corte alimentados com níveis de 0, 2, 4, 8 e 10% de glicerina bruta e evidenciaram a possibilidade de inclusão do alimento nas dietas em até 10%, sem qualquer efeito adverso para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas da carcaça.

Com relação à deposição de proteína e de gordura, constatou-se que aves alimentadas com as dietas contendo glicerina apresentaram valores mais elevados que as alimentadas com a dieta controle. Esses resultados estão de acordo com os relatos de Silva et al. (2012) que afirmaram que o glicerol pode aumentar a deposição de proteína do peito, por reduzir a gliconeogênese a partir de aminoácidos, ocasionado pela inibição da enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinase.

No entanto, Hens et al. (2014) avaliaram níveis 0, 3, 6, 9, 12 e 15% de glicerina nas dietas de frangos de corte e não observaram efeito na deposição de proteína e de gordura da carcaça de frangos abatidos aos 21 dias de idade.

Observou-se que a inclusão de glicerina purificada nas dietas não afetou ($p > 0,05$) os valores de vermelho (a^*), amarelo (b^*), luminosidade (L^*), pH e a temperatura (Temp) da carne do peito de frangos abatidos aos 42 dias de idade (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 - Médias dos valores de luminosidade (L^*), vermelho (a^*), amarelo (b^*), pH e a temperatura (Temp) da carne do peito de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade, de acordo com o nível de inclusão de glicerina purificada

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina purificada (%)				Média	P			CV ¹ (%)
	0	2	4	6		EL	EQ	DL	
L^* ²	59,86	62,10	61,36	61,20	61,14	0,185	0,035	0,154	2,13
a^* ³	9,45	8,85	9,17	9,94	9,36	0,234	0,054	0,754	8,58
b^* ⁴	10,04	9,58	9,96	10,22	9,95	0,736	0,556	0,729	14,83
pH ⁵	6,23	6,13	6,14	6,07	6,13	0,153	0,843	0,578	2,81
Temp	25,66	24,07	24,92	24,21	24,71	0,351	0,611	0,288	8,12

¹Coeficiente de variação (%).

^{2,3,4,5}Y = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I, pelo teste F.

Em estudo realizado para avaliar os efeitos de diferentes níveis de glicerina na alimentação de frangos de corte sobre a composição física da carne do peito, Faria et al. (2013) observaram aumento nos teores de vermelho e alteração no ângulo de tonalidade da cor. Segundo esses autores a carne apresentou de forma geral uma tonalidade de cor laranja, e que o aumento dos níveis de glicerina nas dietas, promoveu maior tendência para a cor vermelho.

Diante disso, esperava-se que o incremento de glicerina purificada nas dietas pudesse influenciar a coloração da carne, entretanto, esse comportamento não foi observado, indicando que os níveis de inclusão de glicerina purificada não atingiram magnitudes suficientes para influenciar essas variáveis.

De acordo com Mendes; Komiyama (2011) as variações na luminosidade da carne crua do peito podem estar associadas à quantidade de mioglobina, morfologia e pH do músculo, pois, a rápida taxa de glicólise pós-morte, associada a alta

temperatura, provoca a desnaturação da mioglobina, refletindo em menor intensidade de cor (BABJI et al., 1982). Neste sentido, a ausência de efeito nos valores de pH e da temperatura podem ter favorecido para que os níveis crescentes de inclusão de glicerina nas dietas, não influenciasses nos valores de luminosidade.

De modo geral, os resultados encontrados neste estudo, evidenciaram que a inclusão de até 6% de glicerina purificada em dietas para frangos de corte, é tecnicamente viável, pois, melhorou as principais características de desempenho, principalmente na fase pré-inicial. Entretanto, ressalta-se que pesquisas futuras devem ser realizadas para melhor avaliar os efeitos desse alimento sobre a qualidade da carne.

Conclusão

A inclusão de glicerina purificada nas dietas mostrou-se tecnicamente viável em até 6% para frangos de corte de 1 aos 42 dias de idade.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a Universidade Federal do Tocantins – UFT, pelo apoio e disponibilidade das instalações e as empresas ASA Norte Alimentos e GRANFORTE, pelo fornecimento de matéria prima para realização dos experimentos.

Referências

ABD-ELSAMEE, M. O.; ABDO, Z. M. A.; EL-MANYLAWI, M. A. F.; SALIM, I. H. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egyptian Poultry Science**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 281-295, 2010.

BABJI, A.S. et al. The effect of preslaughter environmental temperature in the presence of electrolyte treatment on Turkey meat quality. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, p. 2385-2389, 1982.

BERNARDINO, V.M.P.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, D. H. D.; FREITAS, R. T. F. D.; Naves, L. D. P.; NARDELLI, N. B. D. S.; TEIXEIRA, L.V.; PREZOTTO, C. F. Fontes e níveis de glicerina para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 649-658, 2014.

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, W.A.; KERR, B.J.; BRANTON, S.L. Apparent metabolizable energy of crude glycerin originating from different sources in broiler chickens. **Poultry Science, Champaign**, v. 90, n. 11, p. 2528-2534, 2011.

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

FARIA, P.B.; FIGUEIREDO, C.H.; LIMA, R.S.; NASCIMENTO, D.B.; SANTOS, C.C.S.; PINTO, A.M.B.; SILVA, J.L. Qualidade de carcaça e carne de frangos com uso de glicerina na alimentação. **PUBVET**, Londrina, v. 7, n. 24, Ed. 247, Art. 1631, 2013.

GIANFELICI, M.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JÚNIOR, A.M.; KESSLER, A.M.; VIEIRA M.M.; MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broilers chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 255-258, 2011.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 279-297, 2002.

GUERRA, R. L. H.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, A. F. Q. M.; URGNANI, F. J.; MOREIRA, I.; PICOLI, K. P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 1038-1050, 2011.

HENZ, J.R.; NUNES, R.V.; EYNG, C.; POZZA, P.C.; FRANK, R.; SCHONE, R.A. OLIVEIRA, T.M.M. Effect of dietary glycerin supplementation in the starter diet on broiler performance. **Czech Journal of Animal Science**, Kamýcká, v. 59, n. 12, p. 557-563, 2014.

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

MARCATO, S.M.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; SIQUEIRA, J.C.; DOURADO, L.R.B.; FREITAS, E.R. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1082-1091, 2010.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 13, p. 277-286, 2005.

MENDES, A.A.; KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 352-357, (suplemento especial), 2011.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. **Proceedings Nutrition Society**, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

OLIVEIRA, M. C.; ARANTES, U. M.; STRINGHINI, J. H. Efeito do balanço eletrolítico da ração sobre parâmetros ósseos e da cama de frango. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 203-209, 2010.

OLIVEIRA NETO, A. R. D., OLIVEIRA, R. F. M. D., DONZELE, J. L., ROSTAGNO, H. S., FERREIRA, R. A., MAXIMIANO, H. D. C., GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 183-190, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 797-803, 2006.

ROMANO, G.G.; MENTEN, J.F.M.; FREITAS, L.W.; LIMA, M.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; DIAS, C.T.S. Effects of glycerol on the metabolism of broilers fed increasing glycerine levels. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 97-106, 2014.

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**. 3. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 252 p, 2011.

SCHERER, C.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; SCAPINELLO, C.; TON, A. P. S. Exigência de energia metabolizável de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília**, v. 40, n. 11, p. 2496-2501, 2011.

SEHU, A.; KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H. Effects of graded levels of crude glycerine addition to diets on growth performance, carcass traits and economic efficiency in broiler chickens. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, n. 19, v. 4, p. 569-574, 2013.

SEHU, A. KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H.; CITIL, O.B. Effects of dietary glycerol addition on growth performance, carcass traits and fatty acid distribution in cloacal fat in broiler chickens. **Revue de Médecine Vétérinaire**, 2012, v. 163, n. 4, p. 194-200, 2012.

SILVA, C.L.S.; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; SANTAROSA, J. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 3, p. 159-232, 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV. 165 p, 2002.

TOPAL, E.; OZDOGAN, M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 22, n. 1, p. 146-151, 2013.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, constatou-se a eficiência da glicerina como fonte de energia na dieta de frangos de corte, pois, apresentou alto teor de energia metabolizável. Já para os dados de desempenho, a inclusão de até 6% de glicerina nas dietas mostrou-se tecnicamente viável, pois, melhorou as principais características de desempenho nas diferentes fases de criação.

Não foram observados efeitos da inclusão de glicerina no rendimento de carcaça e cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa). No entanto, observou-se que as aves alimentadas com dietas contendo glicerina, apresentaram variações nos pesos relativos das vísceras comestíveis.

A inclusão de glicerina purificada nas dietas aumentou as porcentagens de proteína, extrato etéreo e diminuiu os teores de umidade da carne do peito, no período total de criação (1 a 42 dias). No entanto, não influenciou nenhuma das características físicas da carne.

Os níveis de glicerina purificada nas dietas aumentaram linearmente a deposição de proteína e de gordura na carne do peito das aves na fase total de criação (1 a 42 dias).

As aves alimentadas com glicerina a partir de 1 dia de idade, apresentaram melhores respostas de desempenho, o que demonstra a eficiência do alimento na fase pré-inicial de criação. As aves alimentadas com 6% de glicerina foram mais precoces para máxima taxa de crescimento, no entanto, mais tardias para maior potencial de crescimento, quando comparadas às aves alimentadas com a dieta controle. O aprofundamento científico para essas variáveis devem ser realizado para verificar a influência desse alimento na curva e na taxa de crescimento das aves.

A de se considerar que o grande entrave da utilização da glicerina na alimentação das aves na região Norte, especificamente no estado do Tocantins, é à distância das indústrias produtoras de biodiesel. Os maiores produtores estão concentrados nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país, o que favorece para preços mais elevados na aquisição do produto na região.

Além disso, as matérias primas também podem influenciar a produção da glicerina, como grande parte do biodiesel vem de origem vegetal, mudanças climáticas, oscilações na economia, épocas do ano, são fatores que podem limitar o uso desse coproduto em escala comercial durante todo o ano.

Os diferentes estudos demonstraram a possibilidade da utilização da glicerina em dietas de frangos de corte, em diferentes fases de produção. Entretanto, deve-se enfatizar que a utilização desse alimento em escala comercial, depende de análises laboratoriais e análises de economicidade para avaliar qual nível de inclusão do alimento proporciona maior produtividade e menor custo de alimentação, garantindo dessa maneira a maximização da produção.