

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS
DE CORTE

Autor: Rafael Lachinski de Holanda Guerra
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alice Eiko Murakami

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS
DE CORTE

Autor: Rafael Lachinski de Holanda Guerra
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alice Eiko Murakami

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto – 2010

*“A vida não é um corredor reto e tranqüilo
que nós percorremos livres e sem empecilhos,
mas um labirinto de passagens
pelas quais nós devemos procurar nosso caminho,
perdidos e confusos,
de vez em quando presos em um beco sem saída.*

*Porém se tivermos fé,
uma porta sempre será aberta para nós,
não talvez aquela sobre a qual nós mesmos nunca pensamos,
mas aquela que definitivamente se revelará boa para nós.”*

A.J.Cronin

*“O segredo é não correr atrás das borboletas... É cuidar do jardim para
que elas venham até você”*

Mário Quintana

Ao meu pai, Raimundo Holanda Guerra, à minha mãe, Ladir Lachinski Guerra, e à minha namorada, Ana Flávia Quiles Marques Garcia, que me apoiaram e deram forças para que eu superasse as dificuldades.

Ao meu irmão, Ricardo Lachinski de Holanda Guerra, (*in memoriam*) que sempre me apoiou nas minhas decisões e me apoiou nos meus primeiros passos da minha vida acadêmica.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho não seria possível sem a cooperação de toda uma equipe, desde a elaboração, montagem e condução do experimento, desde já agradeço a todos aqueles que de uma forma ou de outra fizeram este trabalho acontecer.

Primeiramente agradeço a Deus, nosso Pai Supremo, por me abençoar e me dar forças nos momentos mais difíceis.

À Universidade Estadual de Maringá, em especial ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, por ter possibilitado a minha formação acadêmica, e o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

Meus agradecimentos à Capes, pelo fornecimento da bolsa de estudos durante o período de realização desta Dissertação.

À Professora Dr^a. Alice Eiko Murakami, pela orientação, incentivo e exemplo de dedicação.

Aos demais Professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pelo aprendizado e amizade durante o Curso, em especial ao Professor Dr. Antônio Cláudio Furlan e Professor Dr. Ivan Moreira.

Aos funcionários técnicos e administrativos do Departamento de Zootecnia, pela colaboração.

À Luciana Maria Garcia de Souza, pelo apoio na execução e elaboração deste trabalho e inestimável amizade.

À Professora Dr^a. Simara Márcia Marcato, pela ajuda, prestatividade e amizade.

Aos alunos de graduação e pós-graduação, integrantes do grupo de pesquisa em Avicultura da UEM e demais amigos, que de forma direta e indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho, em especial à Alexandra Potença, Ana Flávia Quiles Marques Garcia, Andressa Aparecida Pericato, Carlos Rocha Costa, Celma Eliete Ferreira dos Santos, Cinthia Eyng, Eliane Batista, Fábio Ono, Fernando José Urganí, Jamile Corina Fanhani, Juliana Cantos Faveri, Karla Marielli, Karoline Stuewe de Mello, Leandro Eiji Nakagawa, Marco Antonio Bensimon Gomes, Marcos Paulo Nonaka, Mariana Fátima Zanon Ferreira, Paulo Levi de Oliveira Carvalho e Vitor Santaella Zanuto.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial aos senhores: Agnaldo Melo de Jesus, Antonio R. Q. Filho, Célio Aparecido Passolongo, Francisco Luiz Raimundo e Mauro dos Santos.

Aos meus pais, Raimundo Holanda Guerra e Ladir Lachinski Guerra, pelo amor, apoio, confiança e por acreditarem que isso seria possível. À minha namorada, Ana Flávia Quiles Marques Garcia, pelo apoio e carinho dedicado.

BIOGRAFIA

Rafael Lachinski de Holanda Guerra, filho de Raimundo Holanda Guerra e Ladir Lachinski Guerra, nasceu em Campo Mourão, Paraná, no dia 06 de agosto de 1983.

Em fevereiro de 2008, concluiu o Curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2008, iniciou no Curso de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração: Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Aves.

No dia 26 de agosto de 2010, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUÇÃO.....	1
Revisão bibliográfica:.....	3
Panorama do mercado nacional de glicerina bruta.....	3
Processamento da glicerina bruta.....	7
Absorção e metabolismo do glicerol.....	10
Glicerina bruta na alimentação animal.....	12
Literatura citada.....	15
II. OBJETIVOS GERAIS.....	18
Objetivos específicos.....	18
III. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE DE CRESCIMENTO.....	19
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	22
Experimento 1 – Ensaio de digestibilidade.....	22
Experimento 2 – Avaliação de desempenho e rendimento de carcaça.....	24
Resultados e Discussão.....	28
Conclusão.....	33
Literatura Citada.....	34
IV. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE (1 A 42 DIAS).....	36
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão.....	43
Conclusões.....	51
Literatura Citada.....	52
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54

RESUMO

Três experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar o valor nutricional da glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel para frangos de corte. No Experimento 1 foram utilizados 72 frangos de corte com 18 dias de idade distribuídos em gaiolas de metabolismo, em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, seis repetições de nove aves cada. Para determinação do valor energético foi utilizado o método de coleta total de excretas, utilizando-se o óxido férrico como marcador. O nível de inclusão do alimento-teste na ração referência foi de 10%. A energia metabolizável aparente da glicerina bruta foi de 2.632,59 kcal/kg. No Experimento 2 foram utilizados 960 pintos de corte de 21 a 42 dias de idade, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis níveis de inclusão de glicerina bruta na dieta (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) e cinco repetições com 32 aves cada. Observou-se efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão de glicerina bruta sobre o consumo de ração e efeito quadrático ($P < 0,05$) para ganho de peso, peso médio corporal e matéria seca da cama, aos 42 dias de idade, não sendo observado efeito ($P > 0,05$) sobre as variáveis de rendimento de carcaça. Pelo teste de Dunnett, o consumo de ração para o nível de 10% e o peso médio corporal para os níveis de 8 e 10% diferiram ($P < 0,05$) do tratamento-controle. No Experimento 3, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis níveis de glicerina bruta (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) e cinco repetições com 32 aves por unidade experimental de 1 a 42 dias de idade. No período inicial (1 a 21 dias de idade), verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o consumo de ração e conversão alimentar em função dos níveis de glicerina bruta na ração. O mesmo foi observado para a conversão alimentar no período de 1 a 42 dias. A umidade de cama aos 21 e aos 42 dias apresentou aumento linear crescente ($P < 0,05$). Para os níveis de glicerina bruta, a composição química corporal das aves não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos tratamentos experimentais. Pelo teste de Dunnett, no período de 1 a 21 dias, houve diferença ($P < 0,05$) para consumo de ração entre os tratamentos maiores que 4% de glicerina bruta e o tratamento-controle, e para conversão alimentar os níveis superiores a 6% diferiram estatisticamente da ração com 0% de inclusão de glicerina bruta. Para o período de crescimento (22 a 42 dias), houve diferença ($P < 0,05$) entre o nível de 10% de inclusão e o tratamento-controle para as variáveis de consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso. No período de 1 a

42 dias, para conversão alimentar, os níveis maiores que 4% de inclusão apresentaram diferença ($P < 0,05$) em relação ao controle para a variável consumo de ração. O nível de 10% de inclusão diferiu ($P < 0,05$) em relação ao controle para as variáveis ganho de peso e peso médio. Para os parâmetros de rendimento e composição química da carcaça, não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) dos níveis 0; 2; 4; 6; 8 e 10% em relação à ração-controle. Para a umidade de cama aos 21 dias, os níveis superiores a 2% e aos 42 dias os níveis superiores a 6% de inclusão foram ($P < 0,05$) diferentes em relação ao controle. A utilização da glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel, na formulação de rações para frangos de corte é possível, porém deve-se avaliar melhor seu potencial fornecimento de nutrientes, que deverá ser levado em conta no momento de sua inclusão na matriz de alimentos, para que todos os nutrientes de sua composição entrem no balanço da ração.

Palavras-chave: composição química, desempenho, digestibilidade, energia metabolizável, subproduto

ABSTRACT

Three experiments were carried out to determine the energy value of crude glycerine from biodiesel production and to evaluate performance carcass yield carcass composition and feathers of broiler chickens feeding with increasing levels of crude glycerine. Experiment 1 was conducted using 72 broilers with 18 days of age distributed in metabolism cages. It was used a completely randomized experimental design with two treatments and six replicates of nine birds each. To determine the energy value, the method of total excreta collection, using ferric oxide as a marker was used. Crude glycerine replaced 10% of reference diet. The value of apparent metabolizable energy of crude glycerine was 2,632.59 kcal/kg. In the Experiment 2 were used 960 broilers at 21 days of age distributed in a completely randomized design with six levels of crude glycerine (0, 2, 4, 6, 8 and 10%) and five replicates with 32 birds each. There was a linear effect ($P < 0.05$) in the levels of crude glycerin inclusion on feed intake during the period of 21-42 days and a quadratic effect ($P < 0.05$) for weight gain average weight and litter dry matter at 42 days old. There was no effect ($P > 0.05$) on broiler chicken carcass yield. Considering the Dunnett's procedure the feed intake in the 10% level shows to be different ($P < 0.05$) than control, the average weight on 42 days of age also shows difference ($P < 0.05$) than the control for 8 and 10% levels. In the Experiment 3, a completely randomized design was used with six levels of crude glycerine (0, 2, 4, 6, 8 and 10%) and five replicates with 32 birds each. Glycerine levels were used throughout the experimental period (1 to 42 days old). In the initial period (1 to 21 days old), there was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for feed intake and feed conversion. The same behavior was observed only for feed conversion in the period of 1 to 42 days. For chemical composition analysis of birds were not observed effects ($P > 0.05$) for all variables. The litter moisture at 21 and 42 days increased linearly ($P < 0.05$). Evaluating the performance by Dunnett's test in the period from 1 to 21 days, it was different ($P < 0.05$) for feed intake and feed conversion for treatments with 8 and 10% and differed from control. For growth period (22 to 42 days) there was difference ($P < 0.05$) for feed conversion and weight gain in the 10% level of inclusion compared with control. From 1 to 42 days, feed conversion, 8 and 10% levels of inclusion were different ($P < 0.05$) compared to control and for 10% level of inclusion was observed a difference ($P < 0.05$) compared to control, for weight gain and weight. For the parameters of carcass and

analyses of chemical composition were not observed ($P > 0.05$) differences of levels of 0; 2; 4; 6; 8; and 10% to control. Considering litter moisture at 21 days the levels of 4, 6, 8 and 10% and at 42 days and the levels of 8 and 10% for inclusion were different ($P < 0.05$) from control. The utilization of crude glycerine, a byproduct of biodiesel production in feed formulation for broilers, is possible, but it should be done a better evaluation of its nutrient supply which should be taken into account at the time of its inclusion in broilers rations, so that the composition of the diet is balanced.

Key words: byproduct, carcass yield, chemical composition, digestibility, metabolizable energy, performance.

I. INTRODUÇÃO

A avicultura nacional teve grande avanço tecnológico nos últimos 20 anos, pelos esforços e investimentos das empresas de melhoramento genético, nutrição, medicamentos, agroindústria integradora e governo federal, em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos; com esses investimentos são alcançados altos índices de produtividade, ocupando posição de destaque no cenário mundial.

Estes avanços têm acontecido principalmente no sentido de maximizar a eficiência zootécnica e ambiência. Melhorias no potencial genético das aves proporcionaram menores custos de produção e diminuição no ciclo de produção, tornando a carne de frangos uma fonte proteica de grande importância.

Em termos de demandas de pesquisa é contínua a busca pela qualidade da carne, dos ingredientes da ração, da sanidade, da ambiência e do bem-estar.

Atualmente, vários resíduos estão sendo testados na alimentação animal. A utilização de subprodutos em substituição a ingredientes da ração permitem reduzir o custo de redução.

Com o aumento da produção de biodiesel, ocorreu maior disponibilidade de subprodutos oriundos dessa produção, destacando-se a glicerina bruta. Este resíduo é utilizado na forma de glicerol, após passar por um processo de purificação, nas indústrias farmacêuticas, nas indústrias de cosméticos, na síntese de resinas (ésteres), no uso alimentício e outros. O glicerol constitui-se em um composto orgânico de característica líquida viscosa de sabor açucarado, também conhecido por 1,2,3-propanotriol, podendo ser denominado de glicerina, trihidroxipropano, glicil álcool, gliceril e 1,2,3 – trihidroxipropano; é encontrado em vegetais oleaginosos, como a soja,

mamona, babaçu, girassol, palma, algodão, coco, dendê, pinhão manso e em tecidos animais associados aos ácidos graxos (Rivaldi, et al., 2007).

A glicerina bruta vegetal originada da produção do biodiesel pode apresentar diversos tipos de impurezas que podem ser residuais dos processos catalíticos, de transesterificação e/ou em função da matéria-prima utilizada. De fato, o óleo de mamona possui proteínas que dificultam a purificação da glicerina bruta comparado ao óleo de soja (Ávila Filho et al., 2006).

Alguns autores (Benazzi, 2005; e Moreira & Carvalho, 2009) esclarecem que o termo glicerina é utilizado para compostos com 95% ou mais de glicerol em sua composição, mas a glicerina bruta obtida no processamento do biodiesel é composta de 80 a 95% de glicerol. Outros autores (Rivaldi, et al., 2007) citam que dependendo da tecnologia empregada na recuperação dos reagentes utilizados na reação de transesterificação a glicerina bruta pode apresentar níveis de até 60% de glicerol em sua composição. Este fato, aliado ao grande volume estocado, torna o seu valor comercial baixo, entre R\$ 0,20 a R\$ 0,40 /kg.

O destino para este subproduto é sua utilização na alimentação animal (Kijora et al., 1995; Lammers et al., 2007). Dozier et al., (2008) sugerem a utilização do glicerol como uma alternativa de substituição aos ingredientes fontes de carboidratos, pelo seu valor energético.

Revisão bibliográfica:

Panorama do mercado nacional de glicerina bruta

Há uma demanda mundial por fontes energéticas renováveis que, por causarem menor impacto ao meio ambiente com sua emissão reduzida de gases causadores do efeito estufa após sua queima, constitui alternativa ao petróleo.

Desde a implantação do plano Pró-álcool, criado em 14 de novembro de 1975 pelo Decreto nº76.593, visando estimular a produção de álcool e o atendimento das necessidades do mercado, o Brasil ocupa lugar de destaque no cenário mundial no desenvolvimento e uso de biocombustíveis. Este cenário causou aumento crescente nas áreas de cultivos destinadas à produção de biocombustíveis evidenciando-se o etanol e o biodiesel. Com a área plantada com cana-de-açúcar, segundo o MAPA (2009), passando de 4,8 milhões de hectares no ano 2000 para 8,36 milhões de hectares em 2008, e parte desta área de crescimento era ocupada no cultivo de grãos como milho e soja, diminuindo as suas ofertas em algumas regiões, com conseqüentemente elevação nos preços dos grãos.

Penz Júnior & Gianfelice (2008) citam que a produção de biocombustíveis compete, em algumas regiões, pelas mesmas fontes de energia que os animais monogástricos. Nos EUA, a produção de etanol é mantida em sua maior parte pela utilização de milho, já que a produção de cana-de-açúcar é insuficiente para atender a demanda. Como a eficiência do milho na produção de etanol é baixa, quando comparada com a cana, destinam-se grandes volumes do grão para a fermentação, ocasionando sua menor oferta no mercado, elevando o seu preço e os custos das rações animais.

Conforme dados da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2009), a produção de biodiesel no Brasil para os anos de 2007, 2008 e 2009 foram, respectivamente de, 0,40; 1,17 e 1,61 bilhões de m³. Isto significa que a produção no ano de 2009 foi de 402,5% a mais que no ano de 2007, o que representou uma produção a mais de aproximadamente 120 milhões de toneladas de glicerina bruta a mais para o ano de 2009. Em 2008, o uso do biodiesel substituiu a importação de 1,1 bilhões de m³ de diesel de petróleo resultando em uma economia de cerca de US\$ 976 milhões, diminuindo a dependência nacional da importação de petróleo. Assim, esperam-se mais incentivos para a produção de biodiesel nacional, retendo parte do capital empregado para aquisição de diesel importado nas empresas nacionais.

Desde maio de 2008, de acordo com a Resolução nº 2/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU), a adição de biodiesel ao diesel passou de 3% para 4%. Isso resultou na produção de aproximadamente 120 mil toneladas de glicerina bruta, trazendo a preocupação a respeito do seu destino.

A glicerina purificada (Figura 1) é utilizada principalmente nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos, na síntese de resinas (ésteres), no uso alimentício e outros (Mota et al., 2009). Para o eficiente uso da glicerina bruta proveniente da produção de biodiesel são necessários grandes investimentos em processos químicos de tratamentos para a retirada de suas impurezas, o que torna inviável o seu uso pelo alto custo do produto final. Pesquisadores buscam técnicas de purificação menos onerosas às indústrias, no entanto estes mercados não seriam capazes de utilizar todo o glicerol produzido, assim surge a necessidade de se pesquisar alternativas viáveis para utilização do excedente da glicerina bruta.

Para o ano de 2008, estimava-se um excedente de 80 mil toneladas de glicerina bruta no mercado brasileiro. A adição de 5% de biodiesel ao diesel de petróleo em 2013 deverá gerar um excedente de 150 mil ton/ano de glicerina bruta. Estes números mostram que para viabilização comercial do biodiesel há a necessidade que sejam determinados destinos para o volume excedente de glicerina, buscando aplicações de larga escala e agregando valor a ela (Gonçalves, 2006).

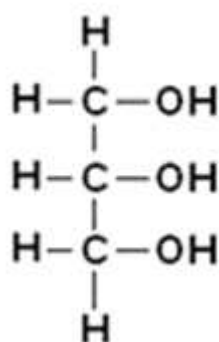


Figura 1. Estrutura química do glicerol

De acordo com Berenchtein (2008), são necessários processos complexos e de alto custo para que a glicerina bruta alcance as exigências em grau de pureza necessária para fins alimentícios e farmacêuticos, visto que apresenta impurezas provindas de reagentes como a água, catalisadores (alcalino ou ácido), alcoóis (etanol ou metanol), ácidos graxos livres, ésteres, propanodióis, monoéteres, oligômeros de glicerina e polímeros (Pinto et al., 2008).

A glicerina bruta pode ser originada da transesterificação dos óleos vegetais ou gorduras animais, sendo a de origem vegetal encontrada em maior quantidade, pois a maioria das indústrias nacionais de biodiesel são específicas para a utilização de ácidos graxos vegetais, uma vez que em temperatura ambiente as gorduras animais

permanecem num estado mais sólido por serem compostas de ácidos graxos saturados, necessitando receber um tratamento térmico para se liquefazem, com uso de equipamentos e tempo diferenciados para a realização das reações químicas. Esta característica dos ácidos graxos saturados também é observada na glicerina resultante e nos ácidos graxos residuais. Algumas empresas comercializam uma mistura entre os dois tipos de glicerina bruta por não possuírem espaço físico para estocagem separada.

Segundo Ooi et al. (2004), a porcentagem de glicerol na glicerina bruta varia entre 65 a 70%, sendo a maior parte das impurezas constituídas por sabão formado pela reação dos ácidos graxos livres com excesso de catalisador (saponificação), que proporciona a aparência viscosa e escura, podendo ser reduzida com a utilização de triglicerídeos com baixo conteúdo de ácidos graxos livres, água e menores quantidades de catalisador. O metanol, o cloreto de sódio e o cloreto de potássio são compostos que podem ser encontrados na glicerina bruta como resultantes da técnica de processamento para obtenção do biodiesel. Keer (2007), analisando duas amostras de glicerina bruta coletado em uma mesma indústria de produção de biodiesel com intervalo de tempo de 90 dias entre elas, observou diferença entre as suas composições (Tabela 1), que pode variar de acordo com a matéria-prima utilizada.

Apesar destas impurezas, sua utilização na alimentação animal pode ser uma excelente alternativa para o seu destino final, por tratar-se de um produto energético, com efeito sobre a retenção de aminoácidos e favorecimento na deposição de proteína (Cerrate et al., 2006).

Segundo Henn & Zanin (2009), a utilização de 1% de glicerina bruta originada da produção do biodiesel na composição das rações de aves e suínos, haveria um consumo de 480 mil toneladas de glicerina por ano, sendo assim uma potencial forma de destinação para o excesso de glicerina bruta.

Tabela 1. Caracterização da glicerina bruta de óleo de soja.

Análise	maio, 2006	agosto, 2006
Total de glicerol (%)	86,95	84,51
Metanol (%)	0,03	0,32
pH	5,33	5,67
Mistura (%)	9,63	12,23
NaCl (%)	3,13	2,93
Ácido graxo total (%)	0,29	0,00
Proteína bruta (%)	0,41	0,82

Adaptado: Kerr, 2007

Processamento da glicerina bruta

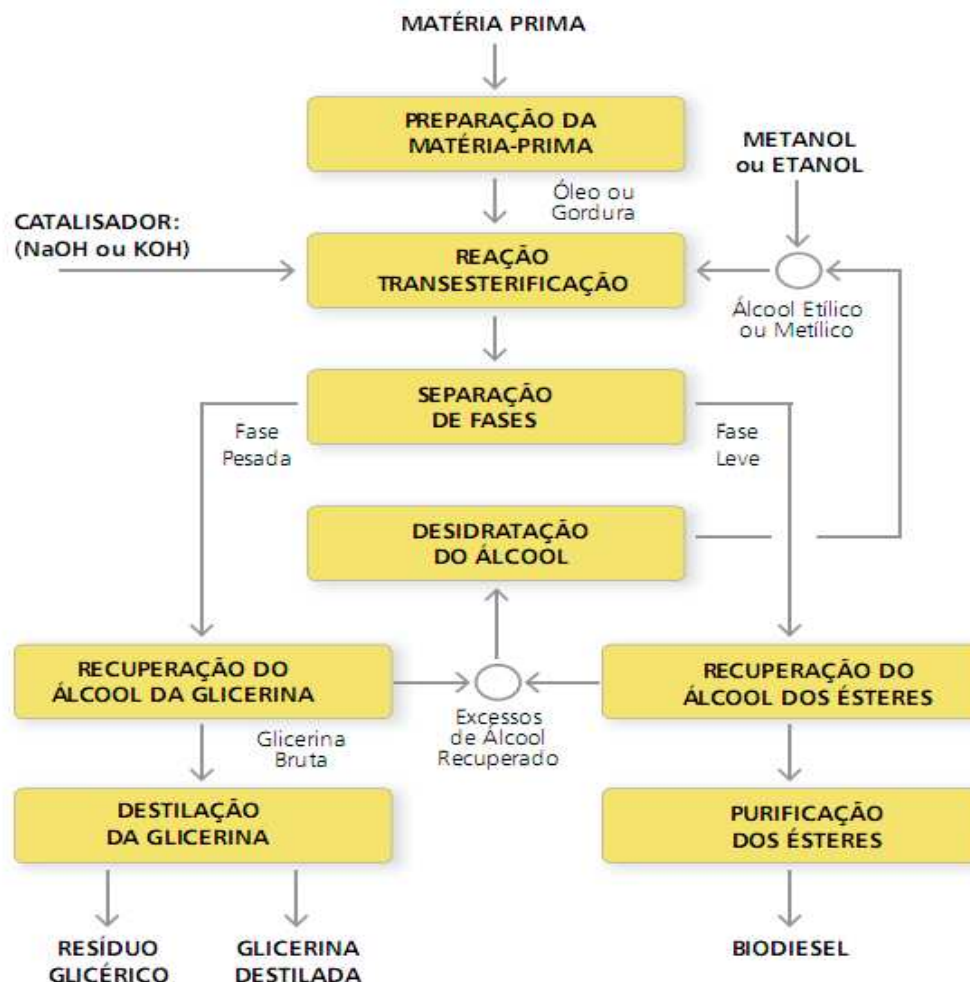
A produção sintética de glicerina, a partir de cloreto de alil via epícloridrina, encontra-se em declínio pelo excesso de glicerina oriunda do processo de biodiesel (Figura 2). Dentro deste contexto, a glicerina bruta constitui o maior subproduto natural gerado no processo de produção do biodiesel via esterificação de ácidos graxos vegetais ou da gordura animal.

A reação de transesterificação é a substituição do glicerol da molécula por um álcool primário de cadeia curta, geralmente o metanol ou etanol, para produzir ésteres e glicerol na presença de catalisador, que tem por finalidade aumentar a velocidade da reação.

As reações com catalisadores básicos são mais rápidas, sendo comumente utilizados o hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH). Porém, o hidróxido de sódio é o mais usado, por ser facilmente encontrado no mercado e possuir menor valor comercial. Dependendo do catalisador a ser utilizado, ocorrerá a geração de uma glicerina bruta com níveis diferenciados de Na ou K, que devem ser avaliados para possível utilização da glicerina nas formulações de rações animais (Penz Junior e Gianfelice, 2008). Os catalisadores básicos, como os hidróxidos de sódio e potássio,

têm como inconveniente a reação secundária de saponificação, quando em excesso (Araujo, et al. 2008).

Figura 2. Fluxograma da Produção de Biodiesel.



Fonte: SEBRAE (2007)

A equação global de transesterificação é apresentada na Figura 3, na qual a reação demanda três moles de álcool por cada mol de triglicerídeo. Esta reação é consequência de um número de reações reversíveis e consecutivas mostradas na Figura 4. A primeira consiste na conversão de triglicerídeos em diglicerídeos, seguida da conversão deste diglicerídeos em monoglicerídeos, e finalmente de monoglicerídeos a glicerol, rendendo uma molécula de éster de álcool por cada glicerídeo em cada etapa da reação. Contudo, no processamento industrial, o glicerol resultante do processo reacional não está livre de

contaminantes, por isso a porção líquida viscosa com elevada concentração de glicerol é denominada de glicerina bruta.

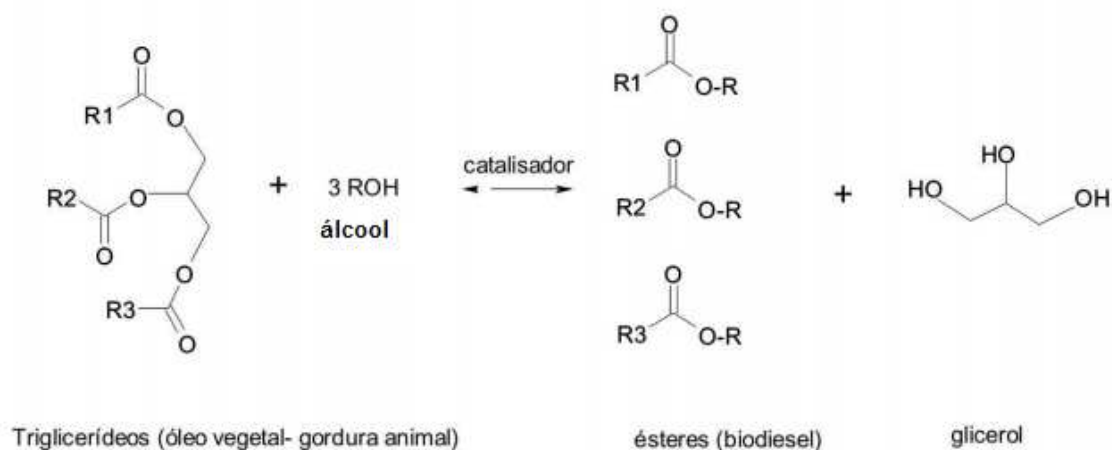


Figura 3. Reação global de transesterificação dos triglicerídeos.

Fonte: Rivaldi, et al., 2007.

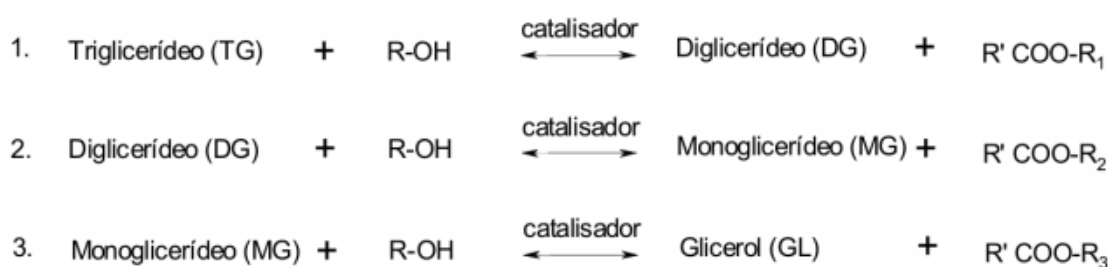


Figura 4. Reações consecutivas de transesterificação dos triglicerídeos.

Fonte: Rivaldi, et al., 2007.

As características físicas, químicas e nutricionais da glicerina bruta dependem do ácido graxo utilizado (gordura animal ou óleo vegetal) e da catálise empregada na produção de biodiesel (Rivaldi et al., 2007), bem como da eficiência dos equipamentos utilizados no processo (Kerr et al., 2007). Segundo Penz Junior e Gianfelice (2008), a concentração energética da glicerina bruta determina a eficiência do processo de transesterificação, em que níveis baixos de energia bruta é resposta do melhor aproveitamento dos ácidos graxos no processamento, sem sobra de triglicerídeos

intactos. Porém, níveis de energia bruta elevados podem significar a ineficiência do processo, acarretando em maior concentração dos produtos residuais.

Absorção e metabolismo do glicerol

Em mamíferos, o glicerol consumido por meio da dieta tem sua maior absorção nas células da mucosa do intestino delgado (Lin, 1977), via paracelular; por difusão passiva pelo transporte ativo Na^+ dependente (Kato et al., 2004), sendo metabolizado, principalmente, no fígado e nos rins. Três quartos do glicerol armazenado no organismo é metabolizado pelo fígado (Figura 5), e os rins são responsáveis por utilizarem um quinto do glicerol armazenado (Lin, 1977).

O glicerol adicionado às dietas chega ao fígado via veia porta e atua como precursor gliconeogênico, da mesma maneira que o glicerol oriundo do catabolismo do triacilglicerol (Pluske, 2007). O mecanismo de transporte pelo qual o glicerol penetra nos hepatócitos é facilitado por uma proteína transportadora de membrana denominada aquagliceroporina, de grande importância no metabolismo do glicerol e na gliconeogênese. (Maeda et al. 2008)

Em situações de estresse ou em jejum prolongado, o cortisol irá atuar sobre as células adiposas, estimulando a lipólise do triacilglicerol, liberando ácidos graxos livres e glicerol (Lehninger, et al., 2000). O glicerol resultante é liberado para o sangue e transportado para o fígado. As proteínas de membrana aquagliceroporinas fazem o seu carregamento por meio das membranas dos hepatócitos; os níveis dessas proteínas são regulados pelos níveis plasmáticos de insulina, o qual também funciona como regulador dos níveis de glicerol quinase e conseqüentemente da gliconeogênese (Maeda et al., 2008).

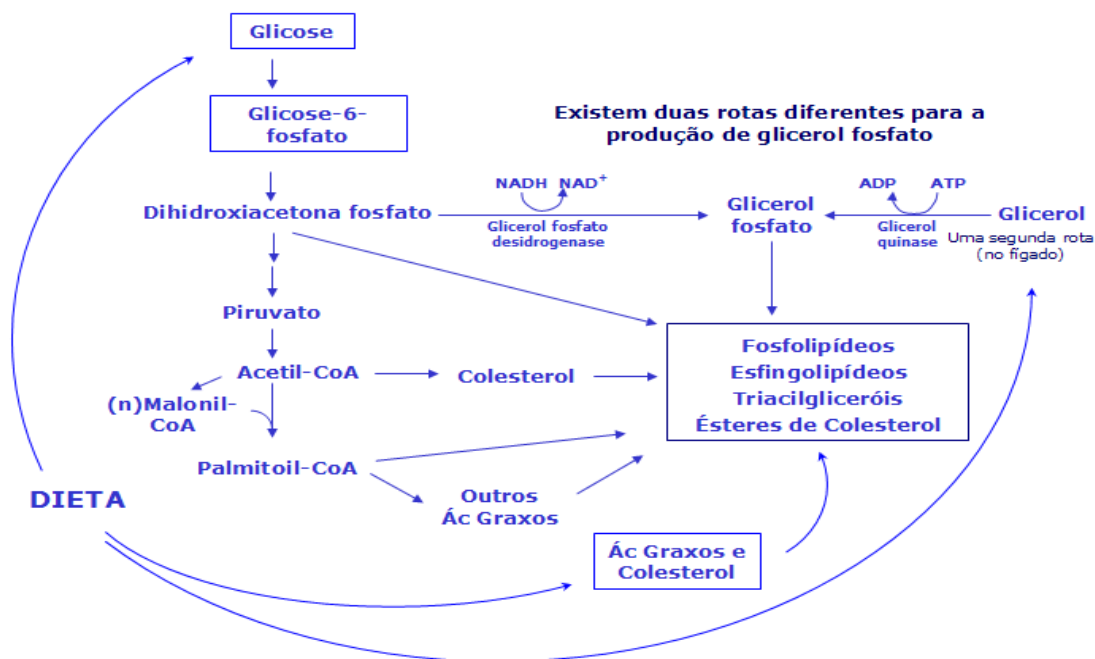


Figura 5. Metabolismo hepático do glicerol.

Fonte: Lehninger, 2000.

Existem três enzimas de grande importância no metabolismo do glicerol, a glicerol quinase, a glicerol-3-fosfato oxidoredutase e a glicerol-3-fosfato desidrogenase, moduladas principalmente pela insulina, corticosteroides e hormônios da tireoide, respectivamente. O glicerol é formado a partir de uma desfosforilação do glicerol 3 fosfato (G3P) por meio da enzima glicerol quinase, podendo ser produzido também a partir do intermediário glicolítico diidroxiacetona fosfato, catalisado pela enzima glicerol fosfato desidrogenase, além de atuar na síntese de fosfolípidos, no fígado e no tecido adiposo.

A enzima glicerol quinase, encontrada em grande parte no fígado e rins (Robergs & Griffin, 1998), pode realizar a oxidação do glicerol para obtenção de energia ou convertê-lo em glicose. Esta enzima é considerada uma fosfotransferase, pois catalisa a transferência de um grupo fosfato do ATP para o glicerol, formando o glicerol-3-fosfato, enzima glicerol 3 fosfato oxidoredutase, oxida NADH, reduzindo di-

hidroxiacetona a glicerol 3-fosfato e a enzima glicerol 3-fosfato desidrogenase localizada na superfície externa da membrana mitocondrial interna reduz FAD, que é utilizado pela cadeia de transporte de elétrons mitocondrial.

Essas reações podem ser reversíveis dependendo do substrato em maior proporção (Robergs & Griffin, 1998), assim, a quantidade de glicose ou outros metabólitos gerados dependem da quantidade de glicerol consumido.

Com a finalidade de suprir as necessidades energéticas, para que se mantenham os níveis séricos de glicose inalterados, o organismo possui mecanismos que permitem preservar o nível de glicose circulante, mesmo quando em jejum. Assim, se a concentração de glicose circulante vinda da alimentação diminui, o glicogênio hepático se degrada fazendo com que a glicemia volte ao normal. Contudo, o glicogênio hepático não é capaz de manter a concentração de glicose normal por um período muito longo. Com isso, existe outra via de síntese de glicose, na qual esta pode ser formada a partir de aminoácidos, lactato e glicerol.

Glicerina bruta na alimentação animal

Waldroup (2007) descreve a glicerina como suplemento dietético para suplementar energia na dieta de frangos, sendo uma fonte de calorías que pode prover energia para manutenção e crescimento sem qualquer efeito adverso na qualidade da carne. Trabalhando com nível de inclusão de até 10% com pintinhos até 16 dias de idade não observou prejuízo no desempenho das aves. Mourot et al. (1994) consideram que o glicerol pode ser uma fonte de energia prontamente disponível, podendo ser muito útil na alimentação de leitões recém-nascidos, já que geralmente esses animais estão em estado de déficit de energia.

Menten et al. (2008) também destacam que uma das possíveis utilizações para a glicerina bruta é sua inclusão em rações animal, uma vez que o glicerol presente na sua

composição pode ser fonte considerável de esqueleto carbônico para a gliconeogênese ou com atividade mitocondrial gerando 22 ATP, como precursor da síntese de triglicerídeos ou como constituinte da molécula do triacilglicerol, no entanto o glicerol puro apresenta 4.320 kcal de energia bruta, com alta eficiência de utilização pelos animais.

Cerrate et al. (2006), avaliando frangos de corte com base nas formulações, o valor de energia bruta de 3.596 kcal/ kg, encontraram valores de energia metabolizável de 3.527 kcal/kg. Dozier et al. (2008) realizaram ensaios de metabolismo com frangos, de corte de 42 a 45 dias de idade, encontrando valores 3.394 kcal de EMAn/kg na matéria natural, com adições de 0, 3, 6 e 9% de glicerol. Para frangos com 0 zero a 14 dias de idade, os autores encontraram 3.621 kcal EMAn/kg matéria natural com adições de 0 e 6% de glicerol. Gianfelici (2009) obteve o valor médio de EMAn de 3561 kcal/kg para frangos de 35 dias de idade.

Para poedeiras, Lammers et al. (2008) encontraram EMAn de 3.805 kcal/kg, usando 0, 5, 10 e 15% de glicerol.

Valores de energia bruta da glicerina, próximos aos valores de energia metabolizável, podem representar alta digestibilidade do ingrediente utilizado (Penz Junior & Gianfelice, 2008).

Simon et al. (1996), avaliando o glicerol puro como um ingrediente de ração para frangos de corte, com níveis de inclusão de 0, 5, 10, 15, 20 ou 25% em rações à base de milho e farelo de soja, não observaram diferença sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para os níveis de até 10% de inclusão.

Cerrate et al. (2006), utilizando dietas contendo 2,5 ou 5% de glicerol, verificaram aumento no rendimento de peito sugerindo que o seu uso pode melhorar a deposição de proteína corporal.

Simon et al. (1997) observaram frangos alimentados com dietas contendo 10% de glicerol apresentaram aumento no consumo de ração. No entanto, o teor de glicerol das rações não influenciou o ganho de peso, a conversão alimentar e o balanço de nitrogênio. A sua ingestão elevou o seu nível no plasma sanguíneo (13,6 $\mu\text{mol/ml}$) e no músculo do peito (7,5 $\mu\text{mol/g}$) em relação ao nível basal (0,6 $\mu\text{mol/ml}$ e 0,4 $\mu\text{mol/g}$, respectivamente), assim como o nível de glicerol no fígado. Os autores concluíram que a utilização de 10% de glicerol puro em rações de frangos de corte é possível em substituição ao milho sem causar efeitos negativos.

McCann & Griffiths (2009), pesquisando níveis de 0; 3,3; 6,7 e 10% de glicerol em substituição ao trigo nas dietas de frangos de corte de 7 a 28 dias de idade, observaram aumento linear crescente para a energia metabolizável aparente com a inclusão do produto, que refletiu melhorando a conversão alimentar. Porém, sem influenciar o peso corporal, consumo de ração e perda por gotejamento.

Literatura Citada

- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. [2009]. **Dados estatísticos mensais**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=8740>> Acessado em: 15/12/2009.
- ARAUJO, L. R. R.; ZOTIN, F. M. Z.; SCOFIELD, C. F.; et al. [2008]. Transesterificação etílica de óleo de soja via catálises básica e ácida. **48º Congresso brasileiro de Química**. 2008. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/5/5-552-4873.htm>> Acesso em: 20/10/2009
- ÁVILA FILHO, S.; MACHADO, A.S.; SANTOS, E.P. [2006]. Purificação da glicerina bruta vegetal. **Rede Brasileira de Tecnologia de BIODIESEL**, Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Co-Produtos/Purificacao4.pdf>> acessado em: 11/2009.
- BENZAZZI, T.L. **Estudo do comportamento de fases de sistemas contendo glicerol e óleo de oliva em propano na presença de surfactante**. 2005. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim.
- BERENCHTEIN, B. **Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação**. 2008. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. 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.
- CNPE - Conselho Nacional de Política Energética. [2009]. **RESOLUÇÃO CNPE Nº 2**, Publicada na seção 1 do DOU de 15 de maio de 2009. Disponível em: <<http://settacombustiveis.com.br/arquivos/revendedor/d944416f3e04bb7dc688fc146620cd6e.pdf>> Acesso em: 12/2009
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 317-322, 2008.
- GIANFELICI, M.F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- GONÇALVES, V.L.C. Biogolina: produção de éteres e ésteres de glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2006. p. 14-19.
- HENN, J. D.; Zanin, A. O Agronegócio do Biodiesel: Potencialidades e limitações da utilização da glicerina (co-produto) na alimentação de suínos e de aves. In: 47 Congresso da SOBER, 2009, Porto Alegre. **SOBER 47 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Porto Alegre : UFRGS, 2009. v. 1.
- KATO, T.; HAYASHI, Y.; INOUE, K. et al. Functional characterization of the carrier-mediated transport system for glycerol in everted sacs of the rat small intestine. **Biological Pharmacology Bulletin**, Tokyo, v. 27, n. 11, p. 1826-1830, 2004.
- KERR, B. J. [2007]. **Feeding bioenergy coproducts to swine**. Sheffield: Iowa State University, University Extension, 2007. Disponível em: <<http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf>> Acesso em: 13/09/2009.

- KIJORA, C.; BERGNER, H.; KUPSCH, R.D. et al. Glycerol as a feed component in fattening pigs. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 47, n. 4, p. 345-360, 1995.
- LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; BREGENDAHL, K. et al. Energy value of crude glycerol fed to pigs. **Ames: Iowa State University Animal Industry Report**, 2007.
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008.
- LEHNINGER, A.L. et al. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: SARVER. 2000. 39p
- LIN, E. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-795, 1977.
- MAEDA, N.; FUNAHASHI, T.; SHIMOMURA I. Metabolic impact of adipose and hepatic glycerol channels aquaporin 7 and aquaporin 9. **Nature Clinical Practice Endocrinology & Metabolism**, v.4, p.627-634, 2008.
- MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria e Produção e Agroenergia**, [2009]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/PRODUCAO/08-AREA%20PLANTADA%20CANA.PDF>>Acessado em: 08/11/2009.
- MCCANN, E; GRIFFITHS, L. [2009]. **AFBI Research concludes that glycerol from biofuel production may be a useful dietary component for broilers**. Agri-Food and Biosciences Institute, 2009. Disponível em: <<http://www.afbini.gov.uk/index/news/news-releases/news-releases-archive-2009.htm?newsid=16856>> acesso em: 14/04/2010.
- MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B.. Glicerol na alimentação animal. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, 2008, Campinas, SP. **Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos**. Campinas, SP : Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2008. p. 101-114.
- MOREIRA, I.; CARVALHO, P. L. O. [2009]. Glicerina na alimentação de suínos. **Boletim Técnico**. Serrana Nutrição Animal. Ed. 95^a, 2009. Disponível em: <<http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/Novembro2009.pdf>> Acesso em: 12/12/2009
- MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A.; GONÇALVES, V. L. C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v.32, n.3, p.639-648, 2009.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A.; PEINIAU, P.; FRANÇOIS, A.C. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 38, p. 237-244, 1994
- OOI, T. L.; YONG, K. C.; HAZIMAH A. H. et al. Glycerol Residue - A Rich Source of Glycerol and Medium Chain Fatty Acid. **Journal of Oleo Science**. v.53, n.1, p.29-33. 2004.
- PENZ JUNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. **O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para produção de bio-combustível** *Acta Scientiae Veterinariae*. 36(Supl 1): s107-s117, 2008.
- PINTO, A.C.; GUARIEIRO, L.L.N.; REZENDE, M.J.C. et al. Produção brasileira de biodiesel. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 16, p. 1313, 2008.
- PLUSKE, J. Evaluation of glycerine as a co-product of biodiesel production for the pig industry. **SciEcons Consulting**, p. 47. 2007.
- RIVALDI, J. D.; SARROUB, B.F.; FIORILO, R. et al. Glicerol de biodiesel. **Biotecnologia Ciência de Desenvolvimento**. n.37, p.45-51, 2007.

- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine.**, v.26, p.145-167. 1998.
- SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. [2007] **Manual SEBRAE.** (2007) http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha_Sebrae.pdf Acessado em: 14/12/2009
- SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 49, n. 2, p. 103-112, 1996.
- SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 271-282, 1997.
- WALDROUP, P.W. **Glicerine and DDGS: biofuel by-products for broilers.** 15^a Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop, Indonesia, 2007.

II. OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o valor energético e os efeitos da utilização da glicerina bruta nas rações de frangos de corte na fase inicial, crescimento e no período total de criação, sobre o desempenho, composição química corporal e rendimento de cortes e umidade de cama.

Objetivos específicos

- determinar o valor energético da glicerina bruta para frangos de corte;
- avaliar os efeitos da inclusão da glicerina bruta na ração de frangos de corte em diferentes fases de seu desenvolvimento;
- avaliar os efeitos da glicerina bruta sobre a composição química corporal e rendimento de cortes de frangos;
- avaliar a umidade da cama.

III. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE CRESCIMENTO

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar o valor energético da glicerina bruta mista e avaliar o desempenho zootécnico e rendimento de carcaça dos frangos de corte alimentados com rações contendo níveis crescentes de glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel. No Experimento 1 foram utilizados 72 frangos de corte com 18 dias de idade em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, seis repetições de nove aves cada. O nível de inclusão do alimento-teste na ração referência foi de 10%. A energia metabolizável aparente da glicerina bruta foi de 2.823,52 kcal/kg na matéria seca. No Experimento 2 foram utilizados 960 pintos de corte com 21 dias de idade, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis níveis de inclusão de glicerina bruta (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) e cinco repetições com 32 aves cada. Observou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão de glicerina bruta sobre o consumo de ração, peso médio, ganho de peso e para umidade de cama aos 42 dias e efeito linear crescente ($P < 0,05$) para conversão alimentar no período de 21-42 dias. Não houve efeito ($P > 0,05$) sobre as variáveis de rendimento de carcaça. Pelo teste de Dunnett, o peso médio, ganho de peso e umidade de cama para o nível de 8 e 10%, e consumo de ração para o nível de 10% mostraram-se diferentes ($P < 0,05$) em relação ao tratamento-controle. A utilização da glicerina bruta como alimento energético na formulação de rações para frangos de corte é possível, porém deve-se avaliar melhor seu potencial fornecimento de nutrientes, os quais deverão ser levados em conta no momento de sua inclusão na nossa matriz de alimentos, para que não acarrete um desbalanço nutricional que possa afetar o desempenho zootécnico.

Palavras-chave: desempenho, digestibilidade, energia metabolizável, rendimento de carcaça, subproduto

USE OF CRUDE GLYCERINE MIXTURE IN DIETS OF GROWTH BROILER CHICKENS

ABSTRACT - Two experiments were carried out to determine the energy value of crude glycerine mixture and to evaluate the performance and carcass yield of broiler chickens feeding with increasing levels of crude glycerine mixture from biodiesel production. Experiment 1 was conducted using 72 broilers with 18 days of age distributed in a completely randomized experimental design with two treatments and six replicates of nine birds each. Crude glycerine replaced 10% of reference diet. The value of apparent metabolizable energy of crude glycerine was 2,823.52 kcal/kg dry matter. In the Experiment 2 were used 960 chicks at 21 days of age distributed in a completely randomized design with six levels of crude glycerine (0, 2, 4, 6, 8 and 10%) and five replicates with 32 birds each. It was observed a negative linear effect ($P < 0.05$) with the levels of crude glycerin inclusion on feed intake, average weight, weight gain and for litter moisture at 42 days, and a positive linear effect ($P < 0.05$), for feed conversion in the period of 21-42 days. There was no effect ($P > 0.05$) on broiler chicken carcass yield. Considering the Dunnett's procedure the average weight, weight gain and litter moisture for levels of 8 and 10%, and feed intake in the level of 10% shows to be different ($P < 0.05$) than control. The utilization of crude glycerine as energy source in feed formulation for broilers is possible, but it is necessary a better assess about potential nutrient supply which should be taken into account when it is included in broilers rations that will not result in a nutritional imbalance that can affect the growth performance.

Key words: coproducts, digestibility, metabolizable energy, carcass yield, performance

Introdução

Por causarem menor impacto ao meio ambiente com sua emissão reduzida de gases causadores do efeito estufa após sua queima tem aumentando a demanda mundial por fontes energéticas renováveis. No Brasil, a adição obrigatória de 4% de biodiesel ao diesel em 2008, gerou cerca de 120 mil toneladas de glicerina bruta, causando preocupação quanto ao seu destino. Alguns autores (Benazzi, 2005; e Moreira & Carvalho, 2009) esclarecem que o termo glicerina é utilizado para o composto com 95% ou mais de glicerol em sua composição, e a glicerina bruta, obtida no processamento do biodiesel, é composta de 80 a 95% de glicerol.

Segundo Ooi et al. (2004), a concentração de ácidos graxos livres pode reduzir a concentração de glicerol na glicerina bruta, podendo conter de 65 a 70% do composto.

McCann & Griffiths (2009), pesquisando níveis de 0; 3,3; 6,7 e 10% de glicerol em substituição ao trigo nas dietas de frangos de corte no período de 7 a 28 dias de idade, observaram aumento linear de EM para os níveis crescentes de glicerol, porém os seus níveis de inclusão na dieta não influenciaram o peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e perda por gotejamento.

Dozier et al. (2008) realizaram ensaios de metabolismo com frangos de corte, de 42 a 45 dias, encontrando valores de 3.394 kcal de EMAn/kg na matéria natural, com adições de 0, 3, 6 e 9% de glicerol, enquanto que para frangos com 0 a 14 dias foi obtido 3.621 kcal de EMAn/kg na matéria natural, com adições de 0 e 6% de glicerol.

Para poedeiras, Lammers et al. (2008) encontraram 3.805 kcal de EMAn/kg, usando 0, 5, 10 e 15% de glicerol. Penz Junior & Gianfelice (2008) citam que a relação próxima entre o valor de energia bruta e energia metabolizável demonstra a alta digestibilidade da glicerina bruta. Gianfelici (2009) utilizou glicerina bruta vegetal para frangos de corte, e obteve o valor médio de EMAn de 3.561 kcal/kg na matéria natural.

Cerrate et al. (2006), trabalhando com níveis de 0, 5 e 10% de glicerina na dieta com energia metabolizável de 3.527 kcal/kg, concluíram que a glicerina na dieta é eficazmente utilizada por frangos de corte, porém, a inclusão de 10% provocou a redução no desempenho, o que os autores atribuíram a menor fluidez da ração nos comedouros.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o teor energético e os efeitos da utilização de glicerina bruta na ração sobre o desempenho de frangos de corte.

Material e Métodos

Experimento 1 – Ensaio de digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, campus de Iguatemi (FEI) no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados 72 frangos Cobb, de 18 a 28 dias de idade, com peso corporal médio de 811,52 g. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, seis repetições e nove aves por unidade experimental. Os tratamentos foram ração-referência (RR), à base de milho e de farelo de soja, formulada para atender às exigências nutricionais das aves, segundo Rostagno et al. (2005) (Tabela 2) e ração-teste (RR mais a inclusão de 10% de glicerina bruta). A glicerina bruta utilizada era composta de uma mistura de 95% de óleo vegetal e 5% de gordura animal, proveniente da produção de biodiesel. Esta glicerina possuía 3.929,96 kcal de energia bruta/kg e matéria seca de 80,94%.

Tabela 2 - Composição percentual e química da ração-referência (base na Matéria Natural)

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho	64,34
Farelo de Soja	29,48
Óleo	2,48
Calcário calcítico	0,80
Fosfato bicálcico	1,68
Sal	0,25
Bicarbonato de sódio	0,24
L – Lisina HCl, 78%	0,315
DL – Metionina, 99%	0,276
Supl. Min – Vit ¹⁻²	0,150
Total	100
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,115
Proteína bruta (%)	19,40
Lisina digestível (%)	1,120
Metionina + cistina digestível (%)	0,810
Triptofano digestível (%)	0,207
Treonina digestível (%)	0,639
Cálcio (%)	0,837
Fósforo disponível (%)	0,418
Sódio (%)	0,210
Potássio (%)	0,735
Cloro (%)	0,184
BED (mEq/kg)*	231

¹Mistura Vitamínica de Crescimento (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 6.000.000,00 UI; Vit. D3 2.000.000,00 UI; Vit.E 10.000,00 mg; Vit. K3 1.000,00 mg; Vit. B1 1.400,00 mg; Vit. B2 4.000,00 mg, Vit. B12 10.000,00 mcg; Niacina 30.000,00 mg; Ácido Pantotênico 11.000,00 mg; Ácido Fólico 600,00 mg; Antioxidante 100.000,00 g; Veículo q.s.p. 1.000,00 g.

²Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00 mg; Cobre 16.000,00 mg; Iodo 2.400,00 mg; Zinco 100.000,00 mg; Manganês 140.000,00 mg; Selênio 400,00 mg; Veículo q.s.p. 1.000,00 g.

*Balanço eletrolítico da dieta

Os frangos foram alojados até o 17º dia de idade em um galpão de alvenaria, sendo posteriormente transferidos para as gaiolas de metabolismo. O período experimental foi de dez dias, sendo cinco dias para adaptação às condições experimentais e cinco dias para coleta de excretas, de acordo com a metodologia descrita por Sakomura & Rostagno (2007).

As excretas foram coletadas em bandejas previamente revestidas com plásticos, para evitar contaminações e perda das amostras experimentais. Para a identificação das excretas provenientes das rações em estudo. Foi adicionado 1% de óxido de ferro nas rações, como marcador, no primeiro e no último dia de coleta, assim, as excretas não-marcadas na primeira coleta, e as marcadas na segunda coleta, foram desprezadas. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, em intervalos de 12h, colocadas em sacos

plásticos, devidamente identificadas, pesadas e armazenadas em freezer -20°C. Ao final do período experimental, foram determinados o consumo de ração e a produção total de excretas. As excretas congeladas foram retiradas do freezer e mantidas em temperatura ambiente até seu completo descongelamento. As excretas diárias de cada repetição foram homogeneizadas e uma amostra composta de cada repetição foi colocada em estufa de circulação forçada a 55°C para pré-secagem. Em seguida, foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1 mm.

As amostras das rações experimentais e das excretas pré-secas e moídas foram encaminhadas ao laboratório, para a determinação da matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), seguindo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2004). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática (Modelo 6200, Parr Instruments Co. EUA.).

Ao término do experimento, foi determinada a quantidade de ração consumida por unidade experimental durante os cinco dias de coleta. Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais do alimento, da ração-referência, da ração-teste e das excretas, foi calculado o valor de EMA, por meio de equações propostas por Matterson et al. (1965).

Experimento 2 – Avaliação de desempenho e rendimento de carcaça

O experimento foi realizado no aviário e abatedouro da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, campus de Iguatemi (FEI). Foram utilizados 960 pintos de corte, machos, da linhagem comercial "Cobb", alojadas em um galpão convencional de 30 m de comprimento e 8 m de largura, com cobertura de telha fibrocimento, piso de concreto e paredes laterais de alvenaria com 40 cm de altura e tela de arame até a altura do telhado, provido de cortinas móveis. O galpão foi dividido em

30 boxes de 3,85 m² com capacidade para 32 aves cada, com piso recoberto com palha de arroz (primeiro uso).

Até o quinto dia de idade foram utilizados comedouros infantis e bebedouros tipo copo de pressão, sendo gradativamente substituídos por comedouros tubulares e bebedouros automáticos do tipo pendular. Em todos os boxes foi utilizada uma campânula com lâmpada infravermelho como fonte de aquecimento. Água e ração foram fornecidas à vontade em um programa de alimentação dividido em duas fases, sendo a inicial do primeiro aos 21 dias de idade, e a de crescimento, dos 22 a 42 dias de idade.

As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos (rações contendo 0, 2, 4, 6, 8 e 10%), cinco repetições e 32 aves por repetição.

Na fase inicial (1 a 21 dias), todas as aves foram alimentadas com uma única ração, formuladas com base no conceito de proteína ideal. Durante a fase de crescimento (22 a 42 dias), a ração foi isonutritiva, variando os níveis de glicerina bruta. Todas as dietas foram suplementadas com aminoácidos sintéticos em quantidades suficientes para suprir as exigências das aves. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, utilizando os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais para frangos de corte machos, em cada fase, segundo Rostagno et al. (2005). Para inclusão da glicerina bruta mista na matriz nutricional da ração utilizaram-se valores sugeridos na literatura, a qual foi atribuída os valores de 3.800 kcal/kg de EM, 1,26% de sódio, 1,86% de cloro e 0,005% de potássio. A composição percentual e calculada das rações experimentais encontra-se nas Tabelas 3, colocar os valores que foram utilizados da composição da glicerina bruta.

Tabela 3: Composição percentual e calculada das rações experimentais de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias de idade

Ingredientes	Inicial (1-21 dias)	Crescimento (22-42 dias)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
Milho	59,63	64,34	61,95	59,58	57,20	54,94	52,68
Farelo de soja	34,11	29,48	29,94	30,40	30,87	31,30	31,74
Glicerina bruta	0,00	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Óleo de soja degomado	2,39	2,48	2,43	2,37	2,31	2,21	2,11
Calcário calcítico	0,82	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77
Fosfato bicálcico	1,85	1,68	1,68	1,69	1,70	1,70	1,72
Sal	0,33	0,25	0,22	0,19	0,16	0,13	0,10
Bicarbonato de sódio	0,200	0,239	0,254	0,260	0,269	0,221	0,173
L – Lisina HCl, 78%	0,266	0,315	0,306	0,297	0,288	0,280	0,271
DL – Metionina, 99%	0,270	0,276	0,279	0,282	0,284	0,287	0,289
Supl. Min – Vit. ¹⁻²	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Total	100	100	100	100	100	100	100
Composição calculada							
Energia Met. (kcal/kg)	3,050	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115
Proteína bruta (%)	21,14	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40
Lisina digestível (%)	1,190	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120
Met + Cis digestível (%)	0,840	0,810	0,800	0,810	0,810	0,810	0,810
Triptofano digestível (%)	0,270	0,207	0,209	0,210	0,212	0,213	0,215
Treonina digestível (%)	0,770	0,639	0,640	0,640	0,641	0,642	0,642
Cálcio (%)	0,900	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo disponível (%)	0,454	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,420
Sódio (%)	0,224	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Potássio (%)	0,806	0,735	0,737	0,738	0,740	0,741	0,742
Cloro (%)	0,227	0,184	0,202	0,221	0,239	0,257	0,275
BED (mEq/kg)*	240	228	223	218	213	208	204

¹ Suplemento Vitamínico Inicial (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 7.000.000,00 UI; Vit. D3 2.200.000,00 UI; Vit. E 11.000,00 mg; Vit. K3 1.600,00 mg; Vit. B1 2.000,00 mg; Vit. B2 5.000,00 mg, Vit. B12 12.000,00 mcg; Niacina 35.000,00 mg; Ácido Pantotênico 13.000,00 mg; Ácido Fólico 800,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00 g.

Suplemento Vitamínico de Crescimento (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 6.000.000,00 UI; Vit. D3 2.000.000,00 UI; Vit. E 10.000,00 mg; Vit. K3 1.000,00 mg; Vit. B1 1.400,00 mg; Vit. B2 4.000,00 mg, Vit. B12 10.000,00 mcg; Niacina 30.000,00 mg; Ácido Pantotênico 11.000,00 mg; Ácido Fólico 600,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00 g.

² Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00 mg; Cobre 16.000,00 mg; Iodo 2.400,00 mg; Zinco 100.000,00 mg; Manganês 140.000,00 mg; Selênio 400,00 mg; Veículo q.s.p. 1.000,00 g.

*Balanço eletrolítico da dieta

A mortalidade e as sobras de ração foram registradas para determinação do consumo de ração pelas aves. As possíveis causas de mortalidade foram determinadas por meio de necropsia.

Os frangos foram vacinados no incubatório contra a Doença de Marek, não recebendo nenhuma vacina posteriormente. Foi utilizado um programa de luz contínua durante os primeiros dez dias e o restante do período experimental com 23h de luz/dia.

As pesagens dos frangos e das rações experimentais foram realizadas aos 21 e 42 dias, para determinação do respectivo consumo de ração e da conversão alimentar.

Aos 42 dias de idade, foram abatidas três aves por unidade experimental (15 aves por tratamento), após jejum de 8h, atordoadas por eletronarcole e sacrificadas por sangria.

Para a determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. A gordura abdominal presente ao redor da cloaca, a da bolsa cloacal, da moela, do pró-ventrículo e dos músculos abdominais adjacentes foi retirada, pesada e calculada a sua porcentagem em relação ao peso vivo da ave. Para o rendimento dos cortes de interesse econômico, foi considerado do peito inteiro, das pernas (coxa e sobrecoxa) com pele e ossos, asas e dorso, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Aos 42 dias de idade foi coletada uma amostra de cama em todos os boxes para determinação da umidade por meio de secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do programa estatístico SAEG (1997). A estimativa do melhor nível de glicerina bruta foi determinada por análise de regressão, e o modelo de regressão escolhido de acordo com o melhor ajuste (coeficiente de determinação – R^2). As comparações entre as médias das variáveis estudadas para o grupo-controle e os tratamentos foram realizadas mediante o teste de comparação de médias de Dunnett, com $P < 0,05$.

O modelo a ser utilizado é descrito abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação do animal j submetido ao nível de glicerina bruta i;

μ = constante geral;

T_i = efeito do nível de glicerina bruta i;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

Resultados e Discussão

As temperaturas médias dentro do galpão foram de: máxima de 30°C e mínima de 23°C. O percentual de mortalidade registrado durante todo o período experimental foi de 4,69%.

Os valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e coeficiente de metabolização da glicerina bruta mista foram de 3.929,96 kcal/kg, 2.823,52 kcal/kg e 71,85%, respectivamente, valores expressos na matéria seca (MS).

Para a realização de análises da composição química, foi encaminhada uma amostra da glicerina bruta mista ao Laboratório do Tecpar, em Curitiba – PR, que ficaram determinados os teores de metanol/etanol, cinzas, glicerol e sódio, apresentando os seguintes valores: 0,1; 9,4; 87,5 e 2,3 % de massa, respectivamente.

Dozier et al. (2008), pesquisando uma glicerina bruta com 3.625 kcal/kg de EB, contendo 86,95% de glicerol e 1,26% de sódio, determinaram o valor de 3.434 kcal/kg de EMAn, com coeficiente de metabolização de 95%. O fato de o valor encontrado por estes autores ter sido maior que o obtido neste experimento pode ser explicado por que a glicerina bruta possuía 2,3 % de sódio, sendo observada maior excreção de água por meio das excretas, e o sódio aumenta a ingestão de água pelas aves, e também pela

higroscopicidade do glicerol, diminuindo sua absorção, explicando sua menor metabolização.

Os valores de matéria seca nas excretas foram de 19,04% para o grupo-controle e 13,12% para o grupo alimentado com as dietas contendo a inclusão de 10% de glicerina bruta. Estes dados se assemelham aos encontrados por Gianfelici (2009) que observou um aumento significativo na umidade das excretas em que o grupo-controle apresentou 21,39% de MS e o grupo que recebeu a dieta com 10% de inclusão de glicerina bruta apresentou 15,85% de MS nas excretas.

Simon et al. (1997) e Cerrate et al. (2006) relatam que o aumento no consumo e excreção de água pelas aves pode ser influenciado pelos níveis de sódio ou potássio presentes na glicerina bruta que podem variar dependendo do processamento para obtenção dessa glicerina bruta, pois para a realização da reação de transesterificação é necessária a utilização do sal cloreto, e se o processo de recuperação do mesmo não for eficiente a glicerina bruta pode ter elevados níveis desses sais.

Os valores médios de desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte estão demonstrados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para as variáveis de peso médio aos 42 dias de idade ($Y = 2.693,58 - 18,3518X$; $R^2 = 0,97$), ganho de peso ($Y = 1.859,65 - 18,9614X$; $R^2 = 0,94$) e consumo de ração ($Y = 3.286,98 - 0,00196677X$; $R^2 = 0,99$) de 21 a 42 dias de idade. A conversão alimentar, para o período de 21 a 42 dias de idade, piorou à medida que os níveis de glicerina bruta foram crescentes nas rações ($P < 0,05$) ($Y = 1,777711 + 0,00792530X$; $R^2 = 0,84$). Estes resultados contradizem aos encontrados por Cerrate, et al. (2006) que só observaram piora no desempenho das aves quando utilizaram-se níveis superiores a 5% de inclusão de glicerina bruta nas rações.

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros de desempenho e % umidade da cama de frangos de cortes alimentados com diferentes níveis glicerina bruta.

	Glicerina bruta %						CV (%)	Regressão
	0	2	4	6	8	10		
Período de 21 a 42 dias								
Peso médio, g (42 dias)	2630,76±28,10	2643,99±5,62	2635,78±23,20	2584,03±31,68	2540,28±11,39*	2510,80±20,43*	1,84	Linear ¹
Ganho de peso, g	1796,01±19,76	1811,17±6,62	1804,90±20,72	1734,66±18,47	1696,40±19,06*	1677,92±18,31*	2,28	Linear ²
Consumo de ração, g	3216,02±20,89	3249,87±29,23	3199,32±24,55	3181,42±34,24	3127,80±32,85	3088,95±44,47*	2,21	Linear ³
Conversão alimentar, g/g	1,791±0,017	1,798±0,014	1,789±0,008	1,834±0,017	1,845±0,034	1,851±0,004	2,37	Linear ⁴
% Umidade de cama	26,24±1,03	26,34±1,54	26,81±1,78	29,64±1,95	34,19±3,39*	53,03±2,05*	14,04	Linear ⁵

(P<0,05) *Teste Dunnett 5%

1. Y=2.693,58-18,3518X; R²=0,97; 2. Y=1859,65-18,9614X; R²=0,94; 3. Y=3286,98-0,00196677X; R²=0,99; 4. Y=1,777711+0,00792530X; R²=0,84; 5. Y=16,6899+2,87248X; R²=0,73.

Tabela 6. Médias e estimativas de rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta.

Parâmetros	Glicerina bruta, %						CV (%)	Regressão
	0	2	4	6	8	10		
% de Carcaça eviscerada	69,77±0,23	69,75±0,37	70,20±0,15	70,32±0,20	70,31±0,37	69,65±0,07	0,63	NS
% de Peito	37,77±0,99	37,44±0,70	37,69±0,25	36,91±0,77	37,70±0,85	36,87±0,63	4,47	NS
% de Coxa	30,34±0,69	30,75±0,46	30,51±0,30	30,02±0,27	31,02±0,39	31,11±0,16	3,08	NS
% de Asa	10,52±0,31	10,34±0,28	10,83±0,06	10,49±0,20	10,51±0,13	11,06±0,16	3,96	NS
% de Gordura abdominal	2,61±0,18	2,50±0,05	2,40±0,22	2,40±0,20	2,13±0,06	1,90±0,23	15,87	Linear ¹

(P>0,05) *Teste Dunnett 5%

1. Y=2,723669-0,0754699X; R²=0,89

Por se tratar de um subproduto, a glicerina bruta pode possuir variações na composição nutricional, assim a queda no desempenho das aves pode ter ocorrido pelo fato do nível energético da glicerina bruta mista ter sido superestimado na formulação das rações experimentais, fazendo assim com que as aves tivessem aumento no consumo de ração para suprir sua exigência energética. De acordo com Sakomura et al. (2004), a deficiência energética das dietas em frangos de corte pode prejudicar a deposição de proteína e gordura, e o nível energético da dieta afeta diretamente no desempenho das aves (Mendes et al., 2004). Os animais utilizam a energia da dieta ou metabólica, parte para a manutenção, em processos catabólicos e anabólicos, e parte para produção, ou seja, crescimento e deposição de proteína e gordura (Sakomura & Rostagno, 2007).

Dessa forma, a determinação de valores energéticos adequados é de grande importância para o aproveitamento e a eficiência de utilização da energia.

Foi observado efeito linear negativo ($p < 0,05$) para porcentagem de gordura abdominal ($Y = 2,723669 - 0,0754699X$, $R^2 = 0,89$), além do fato do aporte energético da glicerina da dieta ter sido superestimada, o aumento dos níveis de potássio das dietas à medida em que se aumentaram os níveis de glicerina também pode influenciar sobre a redução da gordura abdominal, pois este atua como um cofator enzimático em vários sistemas do organismo ligados à transformação de energia, síntese proteica (aumento da captação de aminoácidos pelas células) e liberação do hormônio de crescimento, inibindo a lipogênese e aumentando a lipólise (Souza, 2002; Campestrini, 2008; Silva et al., 2007). Outro fator se deve ao alto custo energético de deposição de proteína que afeta a deposição de gordura (Silva et al., 2001). As variações nos níveis de energia e proteína da dieta podem alterar o ganho de peso, rendimento, deposição de gordura e conversão alimentar (Moura, 2007). Parte da proteína ingerida é catabolizada e excretada na forma de ácido úrico, porém o custo energético para realização do

catabolismo de um aminoácido é maior que o custo metabólico para excretá-lo. Dessa forma, a energia que seria utilizada para deposição nos tecidos está sendo desviada para excreção de nitrogênio (Geraert et al., 1998 e Silva et al., 2001).

O rendimento de carcaça aos 42 dias, exceto para porcentagem de gordura abdominal, não sofreu variação ($P>0,05$), assim como encontrado por Gianfelici (2009) que submeteu frangos de 25 a 38 dias à alimentação com níveis de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10% de glicerina bruta e não encontrou diferença entre os tratamentos para esta variável.

A porcentagem de umidade na cama apresentou resposta linear crescente ($P<0,05$) ($Y=16,6899+2,87248X$; $R^2=0,73$), aumentando conforme os níveis de inclusão de glicerina na dieta. Lammers et al. (2008) relataram que as aves podem apresentar excretas consideravelmente mais úmidas dependendo da porcentagem de sódio na composição da glicerina bruta e da porcentagem de inclusão desta glicerina na dieta. Waldroup (2007), trabalhando com rações contendo 0, 5 e 10% de glicerol, observou que o nível de 10% proporcionou excretas visivelmente mais úmidas e após a análise das dietas observou excesso de 0,15% de potássio, proveniente do resíduo de catalisador utilizado na reação de transesterificação. Para Murakami et al. (2001), o melhor balanço eletrolítico da dieta (BED) para frangos de corte na fase de crescimento está entre 249 a 261 mEq/kg. Entretanto, Borges et al. (2003) relatam que os níveis ótimos do BED variam de 180 a 250 mEq/kg não afetando o desempenho e a umidade da cama. Oliveira et al. (2010) observaram que à medida que se aumentam os níveis do BED há aumento na umidade da cama. Pressupõe-se que o aumento da umidade da cama neste experimento pode estar diretamente ligado com uma excreção excessiva de glicerol presente na glicerina bruta da dieta, que por sua vez apresenta característica higroscópica.

Quando os resultados foram avaliados, utilizando o teste de Dunnett, para a variável consumo de ração apenas a inclusão de 10% apresentou ($P < 0,05$) menor valor que o controle. As médias de peso médio e ganho de peso e umidade da cama aos 42 dias para os níveis correspondentes a 8 e 10% de glicerina bruta foram inferiores ($P < 0,05$), em relação ao controle.

Para os parâmetros avaliados no rendimento de carcaça não foi observado diferença ($P > 0,05$) entre os níveis de inclusão de glicerina bruta com o controle.

Pelos resultados obtidos para as aves que receberam níveis de glicerol até 6% na dieta não apresentaram diferença ($P < 0,05$) quando comparados ao controle para as variáveis de desempenho e umidade de cama.

Conclusão

A EMA da glicerina bruta foi de 2.823,52 kcal/kg na matéria seca e coeficiente de metabolização de 71,85%, mostrando que a glicerina bruta pode ser utilizada como ingrediente energético nas rações de frangos de corte, porém a composição da glicerina utilizada deve ser determinada para que inclusão na matriz nutricional da ração não afete o desempenho das aves.

Literatura Citada

- BENAZZI, T.L. **Estudo do comportamento de fases de sistemas contendo glicerol e óleo de oliva em propano na presença de surfactante**. 2005. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim.
- BORGES SA, MAIORKA A, SILVA AVF. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.975-981, 2003.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. 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.
- CAMPESTRINI, E.; BARBOSA, M. J. B.; NUNES, R. V. et al. Níveis de lisina com dois balanços eletrolíticos para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 40 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1405-1411, 2008.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.317-322, 2008.
- GERAERT, P., MACLEOD, M. & LECLERCQ, B. Energy metabolism in genetically fat and lean chickens: diet and cold-induced thermogenesis. **Journal of Nutrition**. 118, 1232-1219, 1988.
- GIANFELICI, M.F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.
- MCCANN, E; GRIFFITHS, L. [2009]. AFBI research concludes that glycerol from biofuel production may be a useful dietary component for broilers. **Agri-Food and Biosciences Institute**, 2009. Disponível em: <http://www.afbini.gov.uk/index/news/news-releases/news-releases-archive-2009.htm?newsid=16856>> Acesso em: 14/04/2010.
- MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G. et al. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2300-2307, 2004 (supl. 3).
- MOURA, G. S. Avaliação de dietas de diferentes **densidades energéticas para codorna japonesa em postura**. 2007. 80f. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MOREIRA, I.; CARVALHO, P. L. O. [2009]. **Glicerina na alimentação de suínos**. Boletim Técnico. Serrana Nutrição Animal. Ed. 95^a, 2009. Disponível em: <http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/Novembro2009.pdf>>. Acesso em: 12/12/2009.
- MURAKAMI, A.E.; OVIEDO-RONDÓN, E.O.; MARTINS, E. N. et al. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed cornsoybean diets. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.289-294, 2001.

- OLIVEIRA, M.C.; ARANTES, U.M.; STRINGHINI, J.H. Efeito do balanço eletrolítico da ração sobre parâmetros ósseos e da cama de frango. **Biotemas**, v.23, p.201-207, 2010.
- OOI, T. L.; YONG, K. C.; HAZIMAH A. H. et al. Glycerol Residue - A Rich Source of Glycerol and Medium Chain Fatty Acid. **Journal of Oleo Science**. v.53; n.1; P.29-33. 2004.
- PENZ JUNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**. 36(Supl 1): p.107-117, 2008.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**, v.26, p.145-167, 1998.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. UFV: Viçosa, 2005, 186p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004.
- SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H. Níveis de energia e relações energia:proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1791-1800, 2001.
- SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. D. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.
- SILVA, W. T. M.; CAMPESTRINI, E.; BARBOSA, M. J. B. et al. Características de carcaça para frangos de corte submetidos a diferentes níveis nutricionais de lisina. **In: XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia e IX Congresso Internacional de Zootecnia, 2007, Londrina - PR. XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia e IX Congresso Internacional de Zootecnia. Londrina - PR : UEL, 2007. p. 1-5.**
- SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 50, n. 3, p. 271-282, 1997
- SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; PEREIRA, S.L.; FASSANI, E.J. Efeitos dos cloretos de potássio e de amônia sobre o desempenho e deposição de gordura na carcaça de frangos de corte criados no verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.3, p. 209-218, 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 5.0. Viçosa, MG, 1997. 150p.
- WALDROUP, P.W. **Glicerine and DDGS: biofuel by-products for broilers**. 15^a Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop, Indonesia, 2007.

IV. UTILIZAÇÃO DE GLICERINA BRUTA MISTA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE (1 A 42 DIAS).

RESUMO - O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça e composição química corporal. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis níveis de glicerina bruta (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) e cinco repetições com 32 aves por unidade experimental. Os níveis de glicerina bruta foram utilizados durante todo o período experimental (1 a 42 dias de idade). No período inicial (1 a 21 dias de idade), verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o consumo de ração e conversão alimentar. O mesmo comportamento foi observado para consumo de ração no período de 1 a 42 dias e conversão alimentar para o período de crescimento (22 a 42 dias) e total (1 a 42 dias). Para as análises de composição química corporal não foi observado efeito ($P > 0,05$). No período de crescimento, foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$), para consumo de ração, ganho de peso e peso médio aos 42 dias com inflexão máxima para os níveis de 6,53%, 5,10% e 5,12%, respectivamente. Observou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$), para ganho de peso no período de 1 a 42 dias. Para umidade de cama aos 21 e 42 dias, observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$). Com relação ao teste de Dunnett, as médias de desempenho no período de 1 a 21 dias, para consumo de ração e conversão alimentar diferiram ($P < 0,05$) para os tratamentos de 6 a 10% em relação ao controle. Para o período de crescimento, o nível 10% de inclusão apresentou menor ($P < 0,05$) ganho de peso em relação ao controle. No período de 1 a 42 dias, os níveis de 4 a 10% de inclusão apresentaram diferença ($P < 0,05$) em relação ao controle para conversão alimentar. Para os parâmetros de rendimento de carcaça e composição química não foi observado diferença ($P > 0,05$) em relação ao tratamento-controle. Para a umidade de cama aos 21 dias, os níveis de 4, 6, 8 e 10% e aos 42 dias os níveis de 8 e 10% de inclusão foram ($P < 0,05$) diferentes em relação ao controle.

Palavras-chave: composição química, desempenho, rendimento de carcaça, subproduto, umidade de cama

USE OF CRUDE GLYCERINE MIXTURE IN DIETS OF BROILER CHICKENS (1 TO 42 DAYS)

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the effect of inclusion of different levels of crude glycerine mixture to broilers on performance, carcass yield and carcass composition. The experimental design was completely randomized design with six levels of crude glycerine (0, 2, 4, 6, 8 and 10%) and five replicates with 32 birds each. Glycerine levels were used throughout the experimental period (1 to 42 days old). In the initial period (1 to 21 days old), there was an increasing linear effect ($P < 0.05$) for feed intake and feed conversion. The same behavior was observed for feed intake and feed conversion in the period of 1 to 42 days. For the analysis of body composition there was no effect ($P > 0.05$). In the growth period, it was observed a quadratic effect for feed intake, gain weight and average weight at 42 days old with maximum inflexion to the levels of 6.53%, 5.10% and 5.12%, respectively. The litter moisture at 21 and 42 days increased linearly ($P < 0.05$). Evaluating the performance variables by Dunnett's test in the period from 1 to 21 days, there was shows difference ($P < 0.05$) for feed intake and feed conversion where the treatments with 6 to 10% differed from the control. The growth period (22 to 42 days) in the level of 10% of inclusion the weight gain was lower ($P < 0.05$) than control. From 1 to 42 days, the levels of 4 to 10% of inclusion were different ($P < 0.05$) compared to control for feed conversion. For the performance parameters and carcass composition there were not observed difference ($P > 0.05$) compared to control treatment. For litter moisture at 21 days of 4, 6, 8 and 10% and at 42 days the levels of 8 and 10% for inclusion were different ($P < 0.05$) to control.

Key words: byproduct, carcass yield, chemical composition, litter moisture, performance

Introdução

Para que os biocombustíveis sejam econômica e ecologicamente viáveis é essencial que se consiga destinar todos os subprodutos oriundos dos processamentos. A glicerina bruta é um subproduto que desperta interesse em sua utilização de maneira sustentável à produção do biodiesel.

Segundo Henn & Zanin (2009), a utilização da glicerina bruta, originada da produção do biodiesel, em apenas 1% nas das rações de aves e suínos, representaria um consumo de 480 mil toneladas de glicerina/ano, sendo uma potencial forma de destinação para o excesso de glicerina bruta originada a partir da fabricação do biodiesel.

Analisando duas amostras de glicerina bruta coletadas em uma mesma planta de produção de biodiesel com intervalo de tempo de 90 dias, Keer (2007) observou diferença entre as composições, pois estas podem variar de acordo com a matéria-prima utilizada e eficiência do processo.

Por seu valor energético, a glicerina bruta pode substituir os ingredientes fontes de carboidratos nas formulações das dietas para a produção animal (Dozier et al., 2008; Penz Junior & Gianfelice, 2008). Quando as gorduras são digeridas totalmente, são obtidas três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol que, sendo facilmente absorvida por difusão já que seu peso molecular é baixo, pode ser utilizado via gliconeogênese, produzindo glicose ou oxidado, gerando energia, pela da via glicólise e oxidado até CO₂, no ciclo do ácido cítrico (Robergs & Griffin, 1998).

Cerrate et al. (2006), utilizando dietas formuladas com 2,5 ou 5% de glicerol para frangos de corte, verificaram aumento no rendimento de peito sugerindo que o glicerol pode melhorar a deposição de proteína. Além disso, Waldroup (2007) descreve a glicerina como suplemento de potencial energético para ser utilizado em dietas de frangos de corte, sendo uma fonte de calorias que pode prover energia para manutenção e crescimento, sem qualquer efeito adverso na qualidade da carne. Este autor, trabalhando com níveis de inclusão de até 10% em dietas de pintinhos com 16 dias de idade, não observou diferença no desempenho das aves.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da utilização de glicerina bruta na ração sobre o desempenho e composição química corporal dos frangos de corte.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no aviário e no abatedouro da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, campus de Iguatemi (FEI) e no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizados 960 pintos de corte, machos, com peso corporal médio de 44,9 gramas, da linhagem comercial "Cobb", distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis níveis de glicerina bruta (0, 2, 4, 6, 8 e 10%), totalizando seis tratamentos com cinco repetições e 32 aves por unidade experimental, nas fases inicial e de crescimento.

A glicerina bruta utilizada era composta de uma mistura de 95% de óleo vegetal e 5% de gordura animal, proveniente da produção de biodiesel. Esta glicerina possuía 3.930 kcal/kg de energia bruta e matéria seca de 80,94%.

As aves receberam dietas experimentais divididas em duas fases, de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, formuladas à base de milho e farelo de soja, utilizando os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais para cada fase, segundo Rostagno et al. (2005). Para inclusão da glicerina bruta mista na matriz nutricional da ração utilizou-se valores sugeridos na literatura, a qual foi atribuída os valores de 3.800 kcal/kg de EM, 1,26% de sódio, 1,86% de cloro e 0,005% de potássio.

Para a fase inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias), as rações foram isonutritivas, variando os níveis glicerina bruta (Tabela 7). A mortalidade e as sobras de ração foram registradas para determinação do real consumo de ração pelas aves. As possíveis causas de mortalidade foram determinadas por meio de necropsia.

As pesagens dos frangos e das rações experimentais foram realizadas com 1, 21 e 42 dias, para determinação do consumo de ração, da conversão alimentar e ganho de peso.

Para a determinação do rendimento de carcaça, aos 42 dias de idade, foram utilizadas três aves por unidade experimental (15 aves por tratamento), as quais foram submetidas às 06h de jejum, e atordoadas com eletricidade e sacrificadas por sangria. Aos 21 e 42 dias de idade coletou-se uma amostra de cama de todos os boxes para determinação da sua umidade pela de secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h.

Para o estudo da composição química corporal aos 21 e 42 dias de idade, utilizou-se uma ave por box totalizando cinco aves por tratamento, das quais, após serem sacrificadas por deslocamento cervical, foram coletadas amostras de penas sendo as carcaças congeladas com vísceras, pés e cabeça, que foram posteriormente moídas em moinho industrial de carne, homogeneizadas, retiradas amostras que foram secas em

estufa de ventilada a 55°C por 72h, posteriormente moídas em moinho tipo bola e levadas ao laboratório para as determinações analíticas.

Foram determinadas a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) das carcaças e das penas, conforme metodologia descrita por Silva & Queiróz (2004).

A análise estatística dos dados foi realizada pelo programa estatístico SAEG (1997). A estimativa do melhor nível de glicerina bruta foi determinada por análise de regressão, e o modelo de regressão escolhido de acordo com o melhor ajustamento (coeficiente de determinação – R^2). As comparações entre as médias das variáveis estudadas para o grupo-controle e os tratamentos foram realizadas mediante o teste de comparação de médias de Dunnett, com $P < 0,05$.

O modelo a ser utilizado é descrito abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação do animal j submetido ao nível de glicerina bruta i;

μ = constante geral;

T_i = efeito do nível de glicerina bruta i;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

Tabela 7: Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes	1 a 21 dias						22 a 42 dias					
	Níveis (%)						Níveis (%)					
	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
Milho	59,63	57,28	54,93	52,60	50,27	47,93	64,34	61,95	59,58	57,20	54,94	52,68
Farelo de soja	34,11	34,57	35,03	35,49	35,95	36,41	29,48	29,94	30,40	30,87	31,30	31,74
Glicerina bruta	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Óleo de soja degomado	2,39	2,32	2,25	2,17	2,10	2,02	2,48	2,43	2,37	2,31	2,21	2,11
Calcário calcítico	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77
Fosfato bicálcico	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,68	1,68	1,69	1,70	1,70	1,72
Sal	0,33	0,26	0,20	0,15	0,10	0,05	0,25	0,22	0,19	0,16	0,13	0,10
Bicarbonato de sódio	0,200	0,225	0,243	0,247	0,250	0,254	0,239	0,254	0,260	0,269	0,221	0,173
L – Lisina HCl, 78%	0,266	0,257	0,249	0,240	0,231	0,222	0,315	0,306	0,297	0,288	0,280	0,271
DL – Metionina 99%	0,270	0,272	0,275	0,277	0,280	0,282	0,276	0,279	0,282	0,284	0,287	0,289
Suplemento Min – Vit. ¹⁻²	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição calculada												
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115
Proteína bruta (%)	21,14	21,14	21,14	21,14	21,14	21,14	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40
Lisina digestível (%)	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120
Metionina + cistina digestível (%)	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,810	0,800	0,810	0,810	0,810	0,810
Triptofano digestível (%)	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,207	0,209	0,210	0,212	0,213	0,215
Treonina digestível (%)	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,639	0,640	0,640	0,641	0,642	0,642
Cálcio (%)	0,900	0,902	0,902	0,903	0,904	0,905	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo disponível (%)	0,454	0,454	0,453	0,452	0,451	0,450	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,420
Sódio (%)	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Potássio (%)	0,806	0,808	0,809	0,811	0,812	0,814	0,735	0,737	0,738	0,740	0,741	0,742
Cloro (%)	0,227	0,217	0,209	0,208	0,207	0,206	0,184	0,202	0,221	0,239	0,257	0,275
BED (mEq/kg)*	240	243	245	246	247	248	228	223	218	213	208	204

¹Suplemento Vitamínico Inicial (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 7.000.000,00 UI; Vit. D3 2.200.000,00 UI; Vit.E 11.000,00 mg; Vit. K3 1.600,00 mg; Vit. B1 2.000,00 mg; Vit. B2 5.000,00 mg; Vit. B12 12.000,00 mcg; Niacina 35.000,00 mg; Ácido Pantotênico 13.000,00 mg; Ácido Fólico 800,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

¹Mistura Vitamínica de Crescimento (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 6.000.000,00 UI; Vit. D3 2.000.000,00 UI; Vit.E 10.000,00 mg; Vit. K3 1.000,00 mg; Vit. B1 1.400,00 mg; Vit. B2 4.000,00 mg; Vit. B12 10.000,00 mcg; Niacina 30.000,00 mg; Ácido Pantotênico 11.000,00 mg; Ácido Fólico 600,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

²Suplemento mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00 mg; Cobre 16.000,00 mg; Iodo 2.400,00 mg; Zinco 100.000,00 mg; Manganês 140.000,00 mg; Selênio 400,00 mg; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

*Balanço eletrolítico da dieta

Resultados e Discussão

As temperaturas médias dentro do galpão foram de: máxima de 27°C e mínima de 17°C. O percentual de mortalidade registrado durante todo o período experimental foi de 4,17%.

Os valores médios de desempenho de frangos de corte, alimentados com rações contendo glicerina bruta, estão demonstrados na Tabela 8.

No período inicial (1 a 21 dias de idade), para os frangos alimentados com o nível crescente de glicerina bruta, verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) sobre o consumo de ração ($Y = 990,351 + 14,8098X$; $R^2 = 0,99$) sem aumento ($P > 0,05$) no ganho de peso, o que explica a piora ($P < 0,05$) na conversão alimentar ($Y = 1,41811 + 0,00936449X$; $R^2 = 0,93$). O mesmo comportamento foi observado para a conversão alimentar ($P < 0,05$) para o período de 22 a 42 dias ($Y = 1,78618 + 0,0113048X$; $R^2 = 0,87$) e de 1 a 42 dias ($Y = 1,6938 + 0,00866881X$; $R^2 = 0,82$), o que contradiz os resultados obtidos por Cerrate et al. (2006) que observaram menor consumo de ração para a inclusão de 10% de glicerol, que de acordo os autores pode ser justificado por uma menor fluidez da ração nos comedouros, limitando o consumo pelas aves, quando comparadas aos tratamentos de 0 e 5%. Em um segundo experimento, os autores não observaram diferença entre os parâmetros de desempenho analisado para os tratamentos de 0; 2,5 e 5 % de inclusão de glicerol. Porém, as aves alimentadas com tratamentos contendo 2,5 e 5% de glicerol apresentaram maior rendimento de peito e porcentagem de carcaça, quando comparados com as aves do grupo-controle.

Tabela 8. Valores médios dos parâmetros de desempenho e umidade de cama de frangos de cortes alimentados com diferentes níveis glicerina bruta.

	Glicerina bruta %						CV (%)	Regressão
	0	2	4	6	8	10		
Período de 1 a 21 dias								
Peso médio, g (1 dia)	44,79±0,19	44,94±0,22	45,19±0,19	44,92±0,13	44,64±0,22	44,90±0,21	0,98	NS
Ganho de peso, g	737,27±13,00	716,52±23,14	742,64±6,16	735,45±5,03	754,25±20,00	729,30±5,91	3,333	NS
Consumo de ração, g	1008,38±8,62	1026,50±10,50	1042,12±11,26	1075,42±1,71*	1112,70±21,22*	1139,31±10,53*	1,961	Linear ¹
Conversão alimentar, g/g	1,408±0,006	1,439±0,012	1,448±0,021	1,477±0,014*	1,504±0,005*	1,504±0,024*	2,169	Linear ²
Umidade de cama (%)	20,49±1,42	24,97±1,20	25,85±0,94*	31,03±2,15*	36,10±1,00*	42,99±2,19*	11,61	Linear ³
Período de 22 a 42 dias								
Peso médio, g (21 dias)	782,23±12,97	761,23±23,45	761,26±8,19	767,39±7,76	762,76±22,03	774,01±5,67	3,398	NS
Ganho de peso, g	1936,18±26,84	1882,54±22,64	1892,10±21,04	1894,73±8,19	1902,55±22,25	1792,29±33,13*	2,514	Quad ⁴
Consumo de ração, g	3532,40±35,77	3418,49±6,82	3466,72±25,91	3519,92±23,09	3532,61±15,13	3436,72±21,47	1,826	Quad ⁵
Conversão alimentar, g/g	1,823±0,014	1,813±0,016	1,833±0,014	1,850±0,004	1,850±0,022	1,915±0,022*	1,851	Linear ⁶
Período de 1 a 42 dias								
Peso médio, g (42 dias)	2651,90±28,18	2611,26±17,45	2647,66±23,76	2656,84±14,80	2604,63±31,75	2563,26±32,48	1,742	Quad ⁷
Ganho de peso, g	2607,17±27,86	2586,71±22,34	2586,78±24,81	2567,13±30,27	2559,96±31,60	2498,75±30,39	1,992	Linear ⁸
Consumo de ração, g	4517,75±47,28	4429,75±16,32	4535,30±4,95	4575,74±15,46	4541,61±53,44	4558,88±56,37	1,465	Linear ⁹
Conversão alimentar, g/g	1,695±0,012	1,713±0,008	1,737±0,002*	1,738±0,008*	1,743±0,003*	1,797±0,017*	0,998	Linear ¹⁰
Umidade de cama (%)	27,24±1,83	28,90±1,45	29,64±3,06	33,58±2,19	42,57±2,78*	54,24±2,74*	14,88	Linear ¹¹

(P<0,05) *Teste Dunnett 5%

1. $Y = 990,351 + 14,8098X$; $R^2 = 0,99$; 2. $Y = 1,41811 + 0,00936449X$; $R^2 = 0,93$; 3. $Y = 18,2998 + 2,31491X$; $R^2 = 0,95$; 4. $Y = 1.802,88 + 42,7384X - 4,18784X^2$; $R^2 = 0,76$; 5. $Y = 3.275,34 + 75,5264X - 5,78458X^2$; $R^2 = 0,86$;

6. $Y = 1,78618 + 0,0113048X$; $R^2 = 0,87$; 7. $Y = 2,548,14 + 40,1590X - 3,91957X^2$; $R^2 = 0,95$; 8. $Y = 2,622,97 - 10,7086X$; $R^2 = 0,81$; 9. $Y = 4,448,88 + 13,2282X$; $R^2 = 0,53$; 10. $Y = 1,6938 + 0,00866881X$; $R^2 = 0,82$; 11.

$Y = 18,0059 + 3,2675X$; $R^2 = 0,89$.

Menten et al. (2008), avaliando uma dieta-controle e uma dieta com 10% de inclusão de glicerina bruta, observaram diferença apenas para conversão alimentar aos 21 dias de idade, em que as aves que alimentadas com a dieta com glicerina apresentaram melhor conversão, porém quando avaliaram o período de 1 a 42 dias de idade, não observaram diferença entre os tratamentos.

Para o período de 22 a 42 dias foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) para ganho de peso ($Y = 1.802,88 + 42,7384X - 4,18784X^2$; $R^2 = 0,76$) (Figura 10) e consumo de ração ($Y = 3.275,34 + 75,5264X - 5,78458X^2$; $R^2 = 0,86$) (Figura 11) com os níveis de 5,10% e 6,53% de glicerina bruta proporcionando o maior ganho de peso e maior consumo de ração, respectivamente. O decréscimo no ganho de peso após o nível de 5% pode ter ocorrido pelo fato da energia metabolizável das dietas estarem superestimadas assim a ingestão de alimento pelas aves não conseguiu suprir a exigência mínima necessária para a deposição de proteína, e ao nível de 10% uma subestimação dos níveis de Na da dieta pode ter limitado o consumo de ração, o que também influenciou o peso médio as 42 dias de idade, em que também foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) ($Y = 2.548,14 + 40,159X - 3,91957X^2$; $R^2 = 0,95$) (Figura 12) com inflexão máxima de 5,12% de inclusão de glicerina bruta na dieta das aves.

À medida que se aumentou o nível de inclusão de glicerina bruta à dieta o ganho de peso de 1 a 42 dias diminuiu linearmente ($P < 0,05$) ($Y = 2.622,97 - 10,7086X$; $R^2 = 0,81$), e para o consumo de ração no mesmo período observou-se um efeito linear ($P < 0,05$) positivo ($Y = 4.448,88 + 13,2282X$; $R^2 = 0,53$), refletindo na piora da conversão alimentar. Assim como Cerrate et al. (2006), foi observada uma mudança na textura das rações à medida que se aumentou os níveis de glicerina bruta à dieta, o que pode ter influenciado o consumo de ração pelas aves.

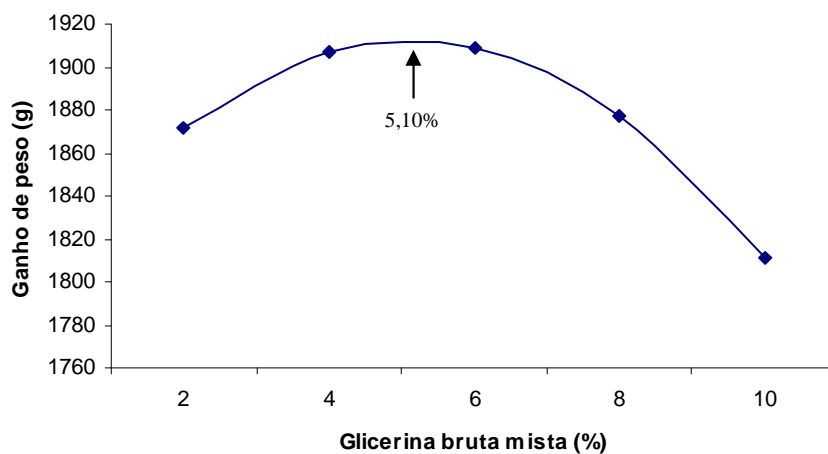


Figura 10. Ganho de peso no período de 22 a 42 dias ($Y=1.802,88+42,7384X-4,18784X^2$; $R^2=0,76$).

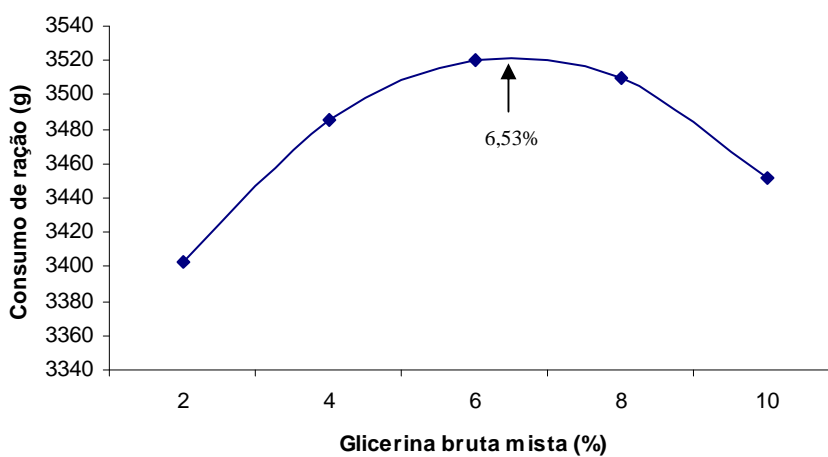


Figura 11. Consumo de ração no período de 22 a 42 dias ($Y=3.275,34+75,5264X-5,78458X^2$; $R^2=0,86$).

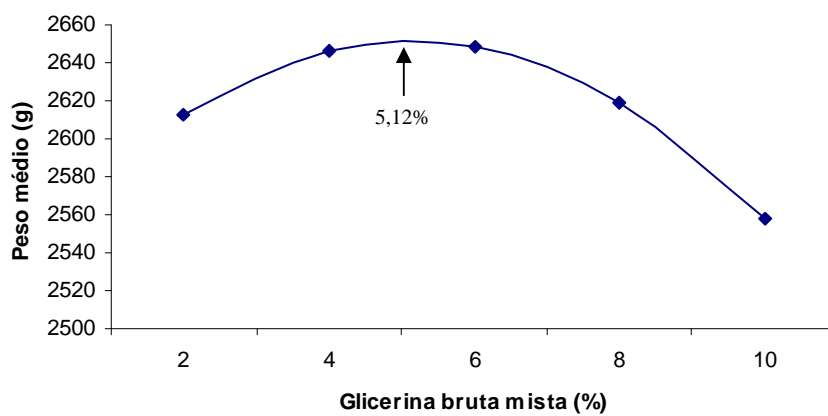


Figura 12. Peso médio aos 42 dias de idade ($Y=2.548,14+40,1590X-3,91957X^2$).

A umidade de cama teve efeito linear positivo aos 21 ($Y=18,2998+2,31491X$; $R^2=0,95$) e aos 42 dias ($Y=18,0059+3,2675X$; $R^2 =0,89$). O aumento da umidade da cama pode ser ocasionado pelo aumento nos teores de sódio e potássio da dieta assim como pelo aumento da excreção de glicerol, que apresenta característica higroscópica.

Waldroup (2007), trabalhando com aves de 1 a 16 dias de idade, observou que com 10% de inclusão de glicerol na ração a cama foi visivelmente mais úmida que os tratamentos com 0 e 5% de inclusão. Cerrate et al. (2006) também observaram aumento na umidade da cama com a inclusão de 10% de glicerina bruta nas rações. Lammers et al. (2008) relatam que a umidade das excretas das aves pode ser consideravelmente maior dependendo da porcentagem de inclusão e características da glicerina bruta utilizada na formulação das dietas, pois esta contém elevados teores de sódio, resultado de um processo ineficiente de recuperação dos catalisadores.

A umidade da cama aumentou de maneira inversa ao balanço eletrolítico da dieta (BED) nos tratamentos com inclusão de glicerina bruta, contradizendo os resultados encontrados por Oliveira et al. (2003) e Oliveira et al. (2010) que observaram aumento linear da umidade da cama na medida em que se elevou o BED. Murakami et al. (2001) relatam que o melhor BED para frangos de corte na fase de crescimento está entre 249 a 261 mEq/kg. Uma das hipóteses para o aumento da umidade da cama observada neste experimento pode ser a alta higroscopicidade do glicerol presente na glicerina bruta.

As médias de rendimento de carcaça e as medias em porcentagem na matéria seca resultantes das análises de composição química das carcaças dos frangos de corte estão expressas nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Médias e estimativas de rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta.

Parâmetros	Glicerina bruta, %						CV (%)	Regressão
	0	2	4	6	8	10		
% de Carcaça eviscerada	70,58±0,58	71,15±0,56	71,06±0,32	70,99±0,30	71,65±0,59	71,28±1,10	1,99	NS
% de Peito	38,20±0,89	38,77±0,60	37,88±0,16	38,12±0,38	39,11±1,07	38,04±0,76	4,15	NS
% de Coxa	30,37±0,50	30,29±0,47	30,59±0,24	30,96±0,52	30,52±0,61	30,58±0,49	3,56	NS
% de Asa	11,21±0,24	10,80±0,09	10,93±0,12	11,07±0,20	10,60±0,26	10,92±0,07	3,66	NS
% de Gordura abdominal	2,10±0,13	2,06±0,11	1,97±0,11	1,93±0,11	2,21±0,15	2,15±0,07	12,61	NS

(P>0,05) *Teste Dunnett 5%

Tabela 10 - Composição química de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta.

	21 dias						CV (%)	Regressão
	0%	2%	4%	6%	8%	10%		
Matéria seca	28,06±0,25	28,07±1,15	28,12±0,18	27,59±0,89	27,53±0,36	27,37±1,43	5,13	NS
Proteína bruta	56,45±1,09	57,10±1,10	58,23±1,14	57,24±1,04	58,02±1,15	59,48±1,23	4,36	NS
Extrato etéreo	30,92±0,71	30,63±0,76	30,31±0,96	31,34±1,79	30,08±0,85	28,20±1,51	8,65	NS
Cinzas	9,07±0,14	9,53±0,24	9,02±0,19	9,52±0,37	9,26±0,13	9,68±0,23	5,55	NS
	42 dias							
Matéria seca	35,57±0,24	32,12±0,47	32,17±0,53	31,71±0,08	31,49±0,62	31,88±0,40	2,93	NS
Proteína bruta	56,78±0,39	56,86±0,71	56,92±0,30	59,29±0,26	57,40±0,95	57,82±0,60	1,74	NS
Extrato etéreo	31,33±1,73	31,39±1,23	29,85±0,85	28,57±0,53	28,62±1,79	29,29±0,73	9,30	NS
Cinzas	7,09±0,09	6,94±0,09	7,21±0,12	7,06±0,31	7,50±0,15	7,24±0,15	4,73	NS

P>0,05 *Teste Dunnett 5%

Para as médias referentes ao rendimento de carcaça e composição corporal das aves não se observou efeito ($P>0,05$) dos tratamentos experimentais, o que indica que a glicerina bruta pode ser incluída na dieta sem afetar o rendimento e a composição química da carcaça das aves, assim como Gianfelici (2009) não encontrou diferença para MS, PB, EE e Cz da carcaça, sugerindo que o glicerol dietético não estimulou a síntese de proteína e triglicérides.

O glicerol proveniente da dieta chega ao fígado via veia porta e atua como precursor gliconeogênico da mesma maneira que o glicerol oriundo do catabolismo do triacilglicerol (Pluske, 2007). O glicerol resultante da quebra de triacilglicerol no tecido adiposo é liberado para o sangue e transportado para o fígado, as proteínas de membrana aquagliceroporinas fazem o transporte do glicerol nas membranas do fígado e dos adipócitos. Os níveis dessas proteínas são regulados pelo nível plasmático de insulina, o qual também funciona como regulador dos níveis de glicerol quinase e consequentemente da gliconeogênese (Maeda et al., 2008).

Quando as médias das variáveis analisadas no período de 1 a 21 dias foram submetidas ao teste de Dunnett, observou-se diferença ($P<0,05$) para consumo de ração e conversão alimentar, e os tratamentos a partir de 6% de inclusão diferiram em relação ao controle. Para o período de crescimento (22 a 42 dias), a conversão alimentar e o ganho de peso das aves que receberam rações com a inclusão de 10% de glicerina bruta diferiu do controle ($P<0,05$).

A conversão alimentar, para o período total de criação (1 a 42 dias), diferiu ($P<0,05$) para os níveis acima de 4%, em que à medida que se aumentou a inclusão de glicerina bruta à dieta a conversão alimentar piorou em relação à ração-controle. Para os parâmetros de peso médio, ganho de peso e consumo de ração não foi observado diferenças ($P<0,05$) entre os tratamentos em relação ao tratamento-controle. Estes

resultados discordam com estão de acordo com Cerrate et al. (2006), Min et al. (2008), e Abd-Elsamee et al. (2010), que a inclusão de glicerina bruta as rações não afetou o peso das aves e conversão alimentar.

As médias de umidade da cama diferiram ($P < 0,05$) nos tratamentos acima de 4% aos 21 dias e para os tratamentos 8 e 10% aos 42 dias, quando comparados ao tratamento-controle. Gianfelici (2009) observou que a partir de 7,5% de glicerol ocorreu aumento no consumo e na excreção de água, que podem comprometer a criação dos frangos em condições práticas, em função do aumento de umidade na cama. Isso ocorre, pois se trata de uma substância hidrofílica polar de peso molecular baixo, cuja excreção ocorre pelos rins em uma rota de saída fácil do organismo.

Para os parâmetros de rendimento de carcaça não se observou diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Esses resultados concordam com os encontrados por Gianfelici (2009), contudo discordam com Cerrate et al. (2006) que encontraram menor rendimento de carcaça ($P < 0,05$), para frangos alimentados com 10% de glicerol.

Em relação à composição química das carcaças, observou-se, para as variáveis estudadas, semelhança dos níveis de 2; 4; 6; 8 e 10% de glicerina bruta em relação ao nível 0% (ração-controle), evidenciando a possibilidade da sua inclusão em até 10% na ração sem efeito adverso para esta característica. Kerr & Dozier (2008), trabalhando com suínos, não encontraram diferença para composição de carcaça para os níveis de 5 e 10% de inclusão de glicerina bruta.

Conclusões

A glicerina bruta, subproduto da produção de biodiesel, pode ser incluída nas rações de frangos de corte, em até 5% sem influenciar o seu desempenho zootécnico e a composição química da carcaça. No entanto, os cuidados com o manejo de cama devem ser aumentados, de maneira a minimizar a sua umidade. Há necessidade de mais estudos para que se consiga determinar a concentração dos resíduos químicos presentes na glicerina a ser inclusa, podendo assim utilizá-la de maneira mais eficiente.

Literatura Citada

- ABD-ELSAMEE, M. O.; ZEINAB M. A. ABDO, EL-MANYLAWI, M. A. F. et al. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egyptian Poultry Scienc.** v.30 (I), p.281-295, 2010.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. 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.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p. 317-322, 2008.
- GIANFELICI, M.F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte.** 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- HENN, J. D. ; Zanin, Antonio . O Agronegócio do Biodiesel: Potencialidades e limitações da utilização da glicerina (co-produto) na alimentação de suínos e de aves. In: 47 Congresso da SOBER, 2009, Porto Alegre. **SOBER 47 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.** Porto Alegre : UFRGS, 2009. v.1.
- KERR, B. J.; DOZIER, WILLIAN. Glicerina bruta para rações monogástricas. **Revista Graxaria Brasileira**, v.5, p. 34-37. 2008.
- KERR, B. J. [2007]. **Feeding bioenergy coproducts to swine.** Sheffield: Iowa State University, University Extension, 2007. Disponível em: <<http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf>>. Acesso em: 13/09/2009.
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008.
- MAEDA, N.; FUNAHASHI, T.; SHIMOMURA I. Metabolic impact of adipose and hepatic glycerol channels aquaporin 7 and aquaporin 9. **Nature Clinical Practice Endocrinology & Metabolism**, v.4, p.627-634, 2008.
- MENTEN, J.F.M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.
- MIN, Y.N.; LIU, F.Z., WANG, Z. et al. Evaluation of distillers dried grains with solubles in combination with glycerin in broiler diets. **International Journal of Poultry Sciences** 7, p. 646-654, 2008.
- MURAKAMI, A.E.; OVIEDO-RONDÓN, E.O.; MARTINS, E. N. et al. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed cornsoybean diets. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.289-294, 2001.
- OLIVEIRA, E.C.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO, J.R.G. et al. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 293-299, 2003.
- OLIVEIRA, M.C.; ARANTES, U.M.; STRINGHINI, J.H. Efeito do balanço eletrolítico da ração sobre parâmetros ósseos e da cama de frango. **Biotemas**, v. 23, p. 201-207, 2010.

- PENZ JUNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**. 36 (Supl 1): p.107-117, 2008.
- PLUSKE, J. EVALUATION OF GLYCERINE AS A CO-PRODUCT OF BIODIESEL PRODUCTION FOR THE PIG INDUSTRY. **SciEcons Consulting**, p. 47. 2007
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**, v.26: p.145-167. 1998
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. UFV: Viçosa., 186p., 2005.
- SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. D. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 5.0. Viçosa, MG, 1997. 150p.
- WALDROUP, P.W. **Glycerine and DDGS biofuel by-products for broilers**. 15^a Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop, Indonesia, 2007.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente demanda por fontes de energia metabólica pelo aumento do consumo de milho pelo mercado norte-americano voltado à produção de etanol tem diminuído a oferta e conseqüentemente aumentando os custos na formulação das rações. Assim, tem-se a necessidade de um maior número de pesquisas para contornar esta problemática. Uma forma de diminuir esse impacto sobre o custo das rações sem que seja necessário aumentar os custos de produção é chegarmos a um alimento alternativo que seja energético, com disponibilidade e baixo custo. A glicerina bruta, proveniente da produção de biodiesel, tem se mostrado uma potencial alternativa para suprir esta demanda, por apresentar a uma elevada concentração de glicerol em sua composição, bem como ácidos graxos não-reativos no processamento.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização e o aporte energético da glicerina bruta na dieta das aves, avaliando diferentes níveis de inclusão sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e composição química das aves.

A glicerina bruta apresentou 2.823,52 kcal de EMA/kg e coeficiente de metabolização de 71,85%, não afetando o desempenho e a composição química da carcaça dos frangos de corte até o nível de 5% quando incluída nas dietas. No entanto, foi necessário um aumento com os cuidados no manejo de cama, de maneira a minimizar a umidade da cama.

A utilização da glicerina bruta como alimento energético na formulação de rações para frangos de corte é possível, porém existe ainda a necessidade de mais estudos para determinar a sua concentração de resíduos químicos e avaliar melhor seu potencial fornecimento de nutrientes os quais deverão ser levados em conta no momento de sua inclusão na nossa matriz de alimentos, para que todos os nutrientes de sua composição entrem no balanço de nutrientes da ração e não afetando o desempenho zootécnico.

Ao utilizarmos a glicerina bruta na alimentação animal, estaremos conciliados à necessidade de encontrar uma fonte energética em substituição parcial do milho na nutrição animal e destinar uma aplicação ao subproduto do biodiesel.