

DETERMINAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL DO GLICEROL DESMETANOLIZADO PARA FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO*

André Madeira Silveira França¹, Evandro de Abreu Fernandes², Gabriel Cameoka Ramos³, Naiara Simarro Fagundes⁴

RESUMO

A alimentação de frangos de corte representa parte significativa no custo total de produção, sendo onerado pela atual competição entre geração de alimentos e matérias-primas vegetais para a obtenção de biocombustíveis pelas mesmas fontes energéticas. O experimento teve como objetivo determinar a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do glicerol desmetanolizado para frangos de corte, nas fases inicial e de engorda. Foi utilizado o método de coleta total de excretas em gaiolas metabólicas com frangos de corte: o primeiro com quatro animais em cada gaiola, entre 15 e 19 dias, utilizando uma dieta controle (grupo controle) e uma dieta controle adicionada de glicerol em proporção 1:9 (grupo 10% glicerol), contendo quatro repetições (gaiolas) em cada tratamento e, o segundo, duas aves por gaiola, entre 30 e 34 dias de idade, utilizando os mesmos tratamentos do primeiro período experimental, contendo cinco repetições (gaiola), sendo utilizadas 52 aves no total. Verificou-se valores de EMA e EMAn do glicerol desmetanolizado de 4.108 e 3.832 kcal kg⁻¹ entre 15 e 19 dias e de 4.121 e 3.900 kcal kg⁻¹ entre 30 e 34 dias de idade, respectivamente.

Palavras - chave: avicultura, biodiesel, coprodutos, valor energético

INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte, assim como outras áreas da avicultura intensiva, tende a tornar-se mais eficiente e produtiva com o passar dos anos. O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de aves do mundo (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2013) tendo um crescimento na atividade avícola de mais de 400% nas últimas três décadas (RABER, 2007). Além disso, com o crescimento da população mundial, há o aumento da demanda por fontes protéicas para o ser humano, determinando uma busca pelo aumento de produção, e em contrapartida, redução dos custos e desenvolvimento de técnicas mais eficientes de produção. A alimentação na avicultura de corte representa aproximadamente 75% do custo total de produção (ALBINO *et al.*, 1992) e, por esse fator, existe a necessidade de inserção de ingredientes de alta assimilação energética pelos frangos, possibilitando aos animais maior ganho de peso. Desta forma, é preciso buscar a utilização de produtos alternativos que permitam o aumento da densidade energética das rações. Neste sentido, Matterson *et al.* (1965) enfatizam a necessidade do conhecimento prévio dos valores energéticos dos alimentos para a formulação econômica e precisa das dietas na avicultura.

*Artigo recebido em: 31/10/2013

Aceito para publicação em: 09/05/2014

¹ Médico Veterinário, Mestre em Ciências Veterinárias. Universidade Federal de Uberlândia. Endereço Campus Umuarama - Bloco 2D. Av. Pará, 1720 - Bairro Umuarama. Uberlândia - MG - CEP 38400-902. email: andrefranca@uberlandia.com

² Médico Veterinário, Doutor. Professor Adjunto, Universidade Federal de Uberlândia.

³ Médico Veterinário - Universidade Federal de Uberlândia

⁴ Médica Veterinária, Doutoranda programa de Pós Graduação em ciência animal e pastagem Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESAL- USP).

Com o aumento do custo energético da dieta dos animais de produção, devido à competição por matérias primas entre a alimentação animal, humana e produção de combustíveis, torna-se necessária a busca de ingredientes alternativos, inclusive coprodutos agroindustriais, que possam contornar a limitação da utilização de alimentos na nutrição animal.

Segundo Penz Jr. & Gianfelice (2008), fontes energéticas alternativas para atender às necessidades dos seres humanos poderão colocar em risco o suprimento para a alimentação humana e animal. Estes autores também afirmam que, ao mesmo tempo em que isso ocorre, a produção de energia a partir de gorduras animais e vegetais resultará na disponibilização de glicerina, que pode ser utilizada na alimentação animal, pois os atuais usos possivelmente não serão suficientes e/ou economicamente adequados ao consumo dos grandes volumes acumulados. Além disso, é um produto com boa assimilação energética e alta eficiência na utilização e metabolização pelos animais.

O glicerol ($C_3O_3H_8$) é um poliálcool encontrado em teores entre 80% e 95% na glicerina, sendo o principal coproduto formado na produção de biodiesel, obtido mediante a saponificação de ácidos graxos com hidróxido de sódio e hidróxido de potássio, na proporção de 1kg de glicerol cru para 9kg de biodiesel (DASARI et al., 2005). As características químicas e físicas do glicerol variam de acordo com a fonte vegetal e catálises empregadas para a produção do biodiesel.

Estudos relacionados à inserção de glicerol na alimentação de monogástricos possibilitarão a inclusão precisa deste produto como ingrediente de dietas, favorecendo, além da redução de custos das formulações, a retirada do ambiente de grande excedente da produção gerada pelas indústrias produtoras de biocombustíveis.

O glicerol energético nutricional purificado para alimentação animal (GENPA) é oriundo de intensa purificação do glicerol bruto, pela extração de impurezas, principalmente do metanol, além de cloretos de sódio e potássio e ácidos graxos livres, obtendo-se um ingrediente quase que totalmente composto por moléculas de glicerol.

O objetivo com esta pesquisa foi determinar o valor de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do glicerol desmetanolizado em frangos de corte nas fases inicial (15 a 19 dias de idade) e engorda (30 a 34 dias de idade).

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um ensaio para a determinação do valor de EMA e EMAn do glicerol desmetanolizado para frangos de corte, utilizando 52 frangos machos, da linhagem Cobb Avian 48 - Cobb[®], tendo como objetivo a avaliação da potencialidade energética da inserção do ingrediente na dieta. O ensaio foi conduzido na granja experimental de frangos de corte na Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, Minas Gerais. O glicerol desmetanolizado utilizado foi o GENPA[®] – Granol.

O experimento ocorreu na fase inicial das aves, entre 15 (D15) e 20 dias (D20), e na fase de engorda, entre 30 (D30) e 35 dias (D35) de idade dos frangos. O galpão experimental possui estrutura com telas de proteção e cortina em todo o perímetro externo, campânulas a gás, utilizadas no alojamento dos pintinhos, além de ventiladores, aspersores utilizados nas demais fases do ciclo produtivo. Ao longo do corredor central, entre boxes com frangos, foram inseridas gaiolas de aço galvanizado, medindo 50x50x50cm, contendo bebedouro e comedouro externos tipo calha presos à malha de arame. Cada gaiola possuía em seu fundo um sistema de gaveta contendo uma bandeja metálica, nas mesmas medidas dos contornos das gaiolas, destinada à coleta de excretas.

Para a realização do ensaio na fase inicial, foram alocadas quatro aves em cada gaiola no período entre 12 e 20 dias de idade e, no ensaio em fase de engorda, duas aves entre 27 e 35 dias de idade, totalizando oito dias em cada fase. Todos os animais utilizados foram escolhidos aleatoriamente no galpão, sem a repetição de animais entre os períodos.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado composto por

dois períodos de coleta (inicial e engorda) e dois tratamentos em cada, um contendo dieta testemunha (0% de glicerol) e um tratamento com dieta experimental (10% de glicerol) para os dois ensaios. No período inicial foram inseridos quatro animais por gaiola e quatro gaiolas (repetições) por tratamento, utilizando 32 aves. No segundo ensaio, foram realizadas cinco repetições (gaiolas) com dois animais em cada, onde se utilizou 20 aves. Somados os dois períodos experimentais foram utilizadas 52 aves.

O fornecimento de água baseou-se na manutenção do volume nos bebedouros, sendo estes lavados e reabastecidos duas vezes ao dia. As dietas foram fornecidas *ad libitum*, nos períodos da manhã e à tarde. Entre 12 (D12) e dezenove (D19) dias de idade das aves, utilizou-se uma dieta basal inicial considerada controle inicial e uma dieta experimental contendo 90% de dieta basal inicial e 10% glicerol (10% glicerol inicial). Entre D27 e D34 utilizou-se uma dieta basal de engorda (controle engorda) e uma dieta experimental com 90% de dieta basal engorda adicionada de 10% glicerol (10% glicerol engorda). As composições centesimais das dietas controle encontram-se na Tabela 1.

Os ensaios tiveram como base o método de coleta total de excretas, descrito inicialmente por Hill (1958), com

os animais entre 15 e 19 dias de idade e 30 e 34 dias de idade, sendo três dias de adaptação às dietas experimentais e ao novo ambiente e cinco dias para a coleta das excretas. No período vespertino ao dia anterior do início das coletas, forneceu-se 500g de ração marcada com 1% de pigmento a base de óxido de ferro nos comedouros, com o objetivo de tingir o alimento e, conseqüentemente, as fezes excretadas oriundas daquela ingesta, sendo possível a segregação das fezes excretadas decorrentes do consumo da dieta fornecida no período experimental (fezes não tingidas).

Na manhã dos primeiros dias de cada ensaio, os pesos das dietas marcadas restantes nos comedouros foram determinados, com o objetivo de mensurar o consumo no período do experimento, sendo as sobras armazenadas em sacos plásticos identificados.

Posteriormente, reabasteceu-se os comedouros com dietas não marcadas correspondentes, de pesos conhecidos. As excretas apresentando coloração ocre intensa à avermelhada, devido à presença do óxido de ferro no alimento ingerido, foram separadas daquelas de coloração normal com auxílio de espátulas, e armazenadas em sacos plásticos, descartando as fezes não marcadas.

Tabela 1: Composição centesimal das dietas inicial e engorda (%)

Ingrediente	Níveis de inclusão (%)	
	Dieta inicial	Dieta engorda
Sorgo	57,03	59,56
Soja Farelo 46,5% ¹	33,82	30,36
Óleo de soja	5,13	6,27
Fosfato Bicálcico	1,86	1,71
Calcário	0,80	0,76
Sal comum	0,47	0,47
Premix ²	0,40	0,40
L-Lisina HCL	0,26	0,25
DL-Metionina	0,14	0,13
L – Treonina	0,09	0,07
Total	100	100

¹Farelo de soja com 46,5% de proteína bruta

²Premix (valores por quilo de dieta) dieta inicial: Vitamina A: 11000UI; Vitamina D3: 2000UI; Vitamina E: 16mg; Vitamina B12: 16mcg; Vitamina K: 1,5mg; Ácido fólico:400mcg; Pantotenato de cálcio: 10mg; Biotina: 60mcg; Niacina: 35mg; Piridoxina: 2mg; Riboflavina: 4,5mg; Tiamina: 1,2mg; Selênio: 250mcg; Colina: 249mg; Cobre: 9mg; Zinco: 60mg; Iodo: 1mg; Ferro: 30mg; Manganês: 60mg; Promotor de crescimento: 384mg; Coccidicida: 375mg; Antioxidante: 120mg. Premix dieta engorda: Vitamina A: 9000UI; Vitamina D3: 1600UI; Vitamina E: 14mg; Vitamina B12: 12mcg; Vitamina K: 1,5mg; Ácido fólico:300mcg; Pantotenato de cálcio: 9mg; Biotina: 50mcg; Niacina: 30mg; Piridoxina: 1,8mg; Riboflavina: 4mg; Tiamina: 1mg; Selênio: 250mcg; Colina: 219mg; Cobre: 9mg; Zinco: 60mg; Iodo: 1mg; Ferro: 30mg; Manganês: 60mg; Promotor de crescimento: 385mg; Coccidicida: 550mg; Antioxidante: 120mg.

Na manhã dos primeiros dias de cada ensaio, os pesos das dietas marcadas restantes nos comedouros foram determinados, com o objetivo de mensurar o consumo no período do experimento, sendo as sobras armazenadas em sacos plásticos identificados.

Posteriormente, reabasteceu-se os comedouros com dietas não marcadas correspondentes, de pesos conhecidos. As excretas apresentando coloração ocre intensa à avermelhada, devido à presença do óxido de ferro no alimento ingerido, foram separadas daquelas de coloração normal com auxílio de espátulas, e armazenadas em sacos plásticos, descartando as fezes não marcadas.

Nos dias seguintes até o último dia de coletas, todas as excretas foram coletadas e armazenadas nos sacos plásticos referentes a cada gaiola, posteriormente congelados. Ao final do quinto dia de coleta de excretas, o alimento restante em cada um dos comedouros foi pesado, sendo os comedouros novamente reabastecidos com o alimento marcado.

Foi determinado o consumo de ração durante o período pela diferença entre o peso inicial e peso restante do alimento marcado e não marcado de cada gaiola. Ao fim do quinto dia do ensaio, as aves receberam dietas marcadas sendo, na manhã do dia seguinte, separado e armazenado todo o material fecal de coloração normal enquanto o de coloração avermelhada foi descartado. Por meio de tais procedimentos, permitiu-se a coleta exata das fezes advindas da dieta fornecida durante os cinco dias de ensaio.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de

Uberlândia, onde amostras de fezes foram homogeneizadas e, posteriormente secadas em estufa de circulação de ar a 55°C, conforme Mazzuco et al., 2002. A determinação das porcentagens da Matéria seca (MS) e análise de nitrogênio total seguiram metodologia descrita Silva & Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada por queima do material em bomba calorimétrica IKA C-2000.

Por meio dos resultados obtidos, foram calculados os valores de EMA e EMAn das dietas experimentais e do glicerol desmetanolizado. A determinação de EMA das dietas experimentais ocorreu da seguinte forma: $EMA = (EB_{ing} - Eb_{exc}) / MS_{ing}$ onde EB - energia bruta em Kcal; MS - matéria seca em gramas; Ing - ingerido; Exc - excretado. Para o cálculo de EMA do glicerol foi usada a seguinte equação: $EMA_{glicerol} = EMA_{dc} + ((EMA_{d10} - EMA_{dc}) / \text{nível de inclusão})$ onde: EMA_{dc} - energia metabolizável da dieta controle; EMA_{d10} - energia metabolizável da dieta com inclusão de 10% de glicerol; nível de inclusão - nível de inclusão do produto na ração (10%). O cálculo da energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do glicerol desmetanolizado foi realizado pela seguinte equação: $0,009 + 0,948 EMA_{glicerol}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença estatística entre os valores de EMA e EMAn do glicerol energético nutricional purificado para alimentação animal nas fases inicial e engorda. Além disso, ao se comparar os dois tipos de energia metabolizável avaliados (EMA e EMAn), não houve diferença estatística pelo teste de Tukey. (Tabela 2).

Tabela 2: Valores (kcal kg⁻¹) e coeficientes de variação (CV%) de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn) do glicerol desmetanolizado nas fases inicial e engorda de frangos de corte

Variação da energia metabolizável			
Fase da ave	EMA (kcal kg ⁻¹)	EMAn (kcal kg ⁻¹)	Média
Inicial	4.108±784	3.832±725	3.970
Engorda	4.121±178	3.900±329	4.011
Média	4.115	3.870	
CV %	13,63		

Os valores encontrados nesta pesquisa são superiores quando comparados à EMA do glicerol bruto, verificada por Cerrate et al. (2006) de

3.196 kcal kg⁻¹ na fase inicial e 3.251 kcal kg⁻¹ na engorda dos frangos. Nesse mesmo trabalho os pesquisadores observaram que, com a incorporação de 10% de glicerol na dieta de frangos de corte houve o aumento do consumo de ração e maior ganho de peso, em aves aos 14 dias de idade, em relação à inclusão de 5% de glicerol. Tais autores ainda avaliaram as mesmas proporções de glicerol bruto na dieta entre 35 e 42 dias de idade das aves quando verificaram que, no grupo com dieta 10% de glicerol bruto, ocorreu menor consumo, menor ganho de peso e maior conversão alimentar pelas aves em relação ao grupo glicerol 5%. O menor consumo da dieta com 10% de glicerol que acarretou em queda de produção em relação à dieta com 5% de glicerol ocorreu, possivelmente, pela queda visível da qualidade do pellet da dieta experimental. Esse fator não foi significativo no presente trabalho, visto que as rações utilizadas foram fareladas.

Menten et al. (2008) afirmam que o valor energético do glicerol bruto deve ser determinado em função da sua purificação, visto a existência de impurezas oriundas do processo da remoção industrial do produto durante a produção do biodiesel de origem vegetal. Isso mostra que, ao ser utilizado como ingrediente em dietas animais, quanto maior o nível de purificação desse

coproduto, maiores serão suas energias bruta e metabolizável.

Min et al. (2008), enfatizam que é seguro o acréscimo de dietas em até 5% de glicerol bruto nas dietas de frangos de corte até os 42 dias de idade, após não verificarem diferenças entre as dietas controle e contendo glicerol. Além disso, observaram resultados satisfatórios de desempenho, apesar de alterações na conversão alimentar e rendimento de carcaça, ao utilizarem 10% de glicerol bruto na dieta.

Simon et al. (1996) testaram na Alemanha dietas com inclusão de 0, 5, 10, 15, 20 e 25% de glicerol em dietas de frangos de corte durante o período de 31 dias. Os autores concluíram que concluiu o acréscimo de até 10% de glicerol nas dietas a base de milho e farelo de soja não gerou diferença no desempenho de aves arraçadas com dietas controle (glicerol 0%).

Os valores de EMA e EMAn do glicerol em frangos determinados neste e em diferentes trabalhos científicos estão inseridos na Tabela 3.

Lammers et al. (2008), utilizaram glicerol cru derivado da produção de biodiesel nas proporções de 5, 10 e 15% em galinhas poedeiras, determinou uma EMAn de 3.805±238 kcal kg⁻¹ para o produto em questão por meio do método do indicador indigestível utilizando 1% de celite como cinza insolúvel.

Tabela 3: Valores (kcal kg⁻¹) de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn) de diferentes formas e fontes de glicerol nas fases inicial e engorda de frangos de corte

Ingrediente	Fases	EMA (kcal kg ⁻¹)	EMAn (kcal kg ⁻¹)	Autores
Glicerol purificado desmetanolizado	Inicial / Engorda	4.108 / 4.121	3.832 / 3.900	Valores obtidos neste trabalho Cerrate et al. (2006)
Glicerol bruto	Inicial / Engorda	3.196 / 3.251	-	
Glicerol bruto	Inicial / Engorda	-	3.331 / 3.349	Dozier et al. (2008)
Glicerina de óleo de soja	Engorda	4.908	-	Lima et al. (2012)
Glicerina semipurificada	Engorda	3.595	-	Lima et al. (2012)

Neste ensaio, não foi observado aumento de EMA e EMAn à medida que as aves tornaram-se mais velhas, diferentemente de Dozier et al. (2008) que verificaram os valores de EMAn do glicerol bruto (86,95% de glicerol, 0,028% de

metanol, 1,26% de sódio e energia bruta de 3625 kcal kg⁻¹) para frangos de corte com idades de 4 a 11, 17 a 25 e 37 a 45 dias, de 3.621; 3.331 e 3.349 kcal kg⁻¹, respectivamente. Lima et al. (2012), utilizaram 10% de gliceras de óleo de

soja e semipurificada oriundas da produção de biodiesel observaram decréscimo na EMAn destes coprodutos entre 10 e 30 dias de idade em frangos de corte, mantendo-se constante a partir dessa fase.

Segundo as normas da Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (1999), há um aumento da EMAn dos alimentos de aves mais velhas em relação às aves de 20 dias de idade, sinalizando uma elevação nos valores de EM, proporcionalmente à idade da ave a partir desta fase. Entretanto, em nossa pesquisa não foi observado este comportamento.

Batista (2010) encontrou valores de EMAn de 4.564 e 3.069 kcal kg⁻¹, respectivamente, para glicerol bruto e glicerol vegetal semipurificado em codornas de corte com proporção 1:10 de glicerol.

Fernandes et al. (2010), utilizando o GENPA[®] com inclusão de 4:100, 6:100 e 8:100 em frangos de corte em diferentes idades, verificaram maiores peso vivo dos animais aos sete dias de idade e consumo da dieta aos sete e 42 dias de idade, no grupo com 4% de inclusão em relação ao grupo controle.

Bernardino (2012) concluíram que a inclusão de 7% de glicerina bruta de soja e glicerina semi-purificada em dietas de frangos de corte, não geraram diferenças de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne, quando comparadas às dietas sem inclusão de fontes de glicerol.

CONCLUSÃO

Por meio dos ensaios realizados é possível verificar que o glicerol desmetanolizado purificado possui capacidade de disponibilização energética superior ao de grande parte das demais formas do glicerol para frangos de corte em diferentes fases da vida. Além disso, não houve interferência da fase de criação das aves nos valores das EMA e EMAn do ingrediente.

Determination of the metabolizable energy of free methanol glycerol for broilers at different development phases

ABSTRACT

Nutrition represents a significant portion of the total cost in the production of broiler chickens, and it is increased by the current competition between generating food and producing biofuels from raw plant materials. The experiment aimed to determine the apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn) of free methanol glycerol for broilers at initial and fattening phases. The method of total excreta collection was used in two metabolic tests with broilers: the first with birds aged 15 to 19 days using a controlled diet and a controlled diet with added glycerol at a 1:9 ratio, each treatment containing four replicates; the second was with birds between 30 and 34 days old using the same treatments as the first experimental period, but containing five repetitions, using 52 birds. AME and AMEn of 4,108 and 3,832 kcal kg⁻¹ for glycerol were obtained between 15 and 19 days and 4,121 and 3,900 kcal kg⁻¹ between 30 and 34 days, respectively.

Keywords: biodiesel, coproducts, energy value, poultry production

REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B.; TORRES, R.A. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG, v.21, n.6, p.1037-1046, nov./dez., 1992. Disponível em: <www.revista.sbz.org.br/artigos/download.php?file=757.pdf> Acesso em: 25 fev. 2014.

BATISTA, E. **Avaliação Nutricional do Glicerol para Codornas de Corte**. 2010. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR, 2010. Disponível em: <www.ppz.uem.br/producao/getdoc.php?id=221>. Acesso em: 22 dez. 2013.

BERNARDINO, V.M.P. **Fontes e níveis de glicerina na alimentação de frangos**

de corte em diferentes fases de criação. 2012. 200f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2012.

CERRATE, S., YAN, F., WANG, Z., COTO, C., SACAKLI, P., WALDROUP, P.W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, Paquistão, v.5, n.11, p. 1001-1007. Nov., 2006. Disponível em: <[http://www.pjbs.org/ijps/5\(11\).htm](http://www.pjbs.org/ijps/5(11).htm)> Acesso em: 28 nov. 2010.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R.; SUPPES, G.J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, Amsterdam, Holanda, v.281, n.1 p.225-231, mar., 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0926860X/281/1-2>>. Acesso em: 12 out. 2010.

DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A.; KIDD, M.T.; WEBER, T.E.; BREGENDAHL, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**. Champaign, EUA, v. 87, n.2, p. 317-322, fev., 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18212375>>. Acesso em: 13 nov. 2010.

FEDERACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. **Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos**. Madrid: Peninsular, 1999. 496p.

FERNANDES, E.A.; MACHADO, C.A.; FAGUNDES, N.S.; FRANÇA, A.M.S.; RAMOS, G.C. Inclusão de glicerol purificado em dietas de frango de corte. In: PRÊMIO LAMAS, 2010. Campinas. **Anais...** Campinas, 2010. 1CD-ROM.

HILL, F.W.; ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. **Poultry Science**, Champaign, EUA, v.64, n.4, p.587-603, abr., 1958. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13549992>>. Acesso em: 03 out. 2010.

LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S.; STALDER, K.; DOZIER, W.A.; WEBER, T.E.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K. Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy Value of Crude Glycerol for Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, EUA, v.87, n.1, p.104-107, jan., 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18079458>> Acesso em: 20 dez. 2013.

LIMA, E.M.C.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R.; BERNARDINO, V.M.; MAKIYAMA, L.; LIMA, R.R.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G. The energy value of biodiesel glycerine products fed to broilers at different age. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. Berlin, Alemanha, v.5, n.10, p.1515-1520, ago. 2012. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22882138> . Acesso em: 10 out. 2010.

MATTERSON, L.B.; POTTER, L.M.; STURTZ, N.W. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs, EUA. The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965, 11p.

MAZZUCO, H.; LORINI, I.; BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; BARIONI JUNIOR, W.; AVILA, V.S. Composição química e energética do milho com diversos níveis de unidade na colheita e diferentes temperaturas de secagem para franos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2216-2220, dez., 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n6/a09v31n6.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2013.

MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.; BERENCHTEIN, B. **Glicerol na Alimentação Animal**. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/img/20090313_glicerol.pdf> Acesso em: 31 jul. 2013.

MIN, Y.N., LIU, F.Z.; WANG, Z.; COTO, C.; CERRATE, S.; COSTA, F.P.; YAN, F.; WALDROUP. Evaluation of distillers dried grains with solubles in combination with glycerin in broilers diets. **International Journal of Poultry Sciences**. Faisalabad, Paquistão, v.7, n.7, p.646-654, 2008.

Disponível em: <
<http://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2008.646.654>> Acesso em: 03 nov. 2010.

PENZ JUNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**. v.36, n.14, suplemento 1, p.107-117, out. 2008. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/36-suple-1/036-s1.htm>. Acesso em: 20 out. 2010.

RABER, M.R. **Eficiência do óleo ácido e do óleo degomado de soja empregados em dietas de frangos de corte, suplementadas ou não com glicerol e lecitina**. 2007. 124f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade

Federal de Santa Maria, Santa Maria RS, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. 377 Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SIMON, A., BERGNER H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**. New Jersey, EUA, v.49, n.2, p.103-112, fev., 1996. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8767059>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

União Brasileira de Avicultura <http://www.ubabef.com.br/a_avicultura_brasileira/historia_da_avicultura_no_brasil> Acessado em: 30 jul. 2013.