

ANA PAULA CARDOSO GOMIDE

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR GLICERINA BRUTA EM DIETAS PARA  
SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título  
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

G633s  
2010

Gomide, Ana Paula Cardoso, 1981-

Substituição do milho por glicerina bruta em dietas para  
suínos em terminação / Ana Paula Cardoso Gomide.

– Viçosa, MG, 2010.

ix, 35f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Paulo César Brustolini.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 29-35.

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Suíno - Carcaças.  
3. Glicerina. 4. Alimentos alternativos. 5. Carne de porco -  
Qualidade. 6. Suíno - Registros de desempenho.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.


CDD 22. ed. 636.40855


ANA PAULA CARDOSO GOMIDE


**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR GLICERINA BRUTA EM DIETAS  
PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**


Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título  
de *Magister Scientiae*.

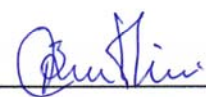
Aprovada em: 05 de novembro de 2010

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino  
(Co-Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Cristina Mattos Veloso

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna

  
\_\_\_\_\_  
D.Sc. Antônio Marcos Souto Moita

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Paulo César Brustolini  
(Orientador)

*A vida é como uma peça de teatro,  
que não nos permite ensaios.*

*Por isso, cante, dance, ria,  
chore e viva intensamente*

*Antes que as cortinas se fechem  
e a peça termine sem aplausos!*

*E quando o dia não passar de um retrato  
Colorindo de saudade a parede do quarto  
Aí vou ter certeza de fato  
Que eu fui feliz*

*O que vai ficar na fotografia  
São os laços invisíveis que havia*

*As cores, figuras, motivos  
Os casos e lembranças dos amigos  
Histórias, bebidas, sorrisos  
E tudo mais aqui vivido.*

*“Um sonho sonhado sozinho é um sonho.  
Um sonho sonhado junto é realidade”.*

*(Raul Seixas)*

*Aos meus amados pais, Joel e Eliana  
Às minhas irmãs e companheiras, Joelma e Liliâne  
À minha querida Vovó Ninita.*

*“A vocês que sonharam comigo,  
dedico de coração a realização deste sonho”.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida, possibilitando mais esta vitória.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado e possibilidade de desenvolvimento da pesquisa no Setor de Suinocultura.

Em especial ao professor/orientador, Paulo César Brustolini, e aos professores/co-orientadores, Aloízio Soares Ferreira e Pedro Veiga Rodrigues Paulino, pela confiança, incentivo e orientação.

Aos membros da Banca Examinadora, Antônio Marcos Souto Moita, Eduardo Arruda Teixeira Lanna e Cristina Mattos Veloso, pelas sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Ao Anderson Lazarini Lima, meu “Irmão de Coração”, pela amizade, apoio e ajuda na formulação das dietas experimentais e análises estatísticas.

Aos funcionários e amigos da Suinocultura, Vitor, Marreco, Raimundo, Tãozinho, Bié, Chico, Alessandro e em especial ao Dedeco, pela ajuda indispensável.

Às alunas de graduação, Roberta e Érika, e aos “irmãos” de orientação Bruno, Valéria, Gregório, Andressa, Celso, Joseane e Priscila, pela amizade, companheirismo, conselhos e ajuda durante o experimento.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial à Celeste, Fernanda e tio Marcelo, pela disponibilidade e carinho.

Aos mestres, pelos ensinamentos e exemplos de dedicação e competência.

Aos meus amados pais, Joel e Eliana, pelo amor, dedicação, renúncias que fizeram para me proporcionar uma oportunidade tão grandiosa e pelos exemplos que me fizeram ser a pessoa que sou hoje.

Às minhas queridas irmãs, Joelma e Liliane, pela amizade, companheirismo e cumplicidade.

À amada Vovó Ninita, pelo amor e apoio incondicional. Meu orgulho, gratidão e admiração.

Aos padrinhos, tios, primos por compartilharem dos meus ideais.

Ao padrinho Marcos, por ser meu espelho, me incentivando a aperfeiçoar cada vez mais na profissão.

A todos os meus amigos, pelo apoio, carinho e alegria de inúmeros momentos vividos juntos, vocês sabem da importância de cada um na minha vida.

Aos amigos das repúblicas Vaca Véia, Toca do Tatu e Os Cavalos Deitados, pelas festas e companheirismo.

Enfim, a todos que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

*A cada um de vocês o meu sincero  
MUITO OBRIGADA!!!*

## **BIOGRAFIA**

ANA PAULA CARDOSO GOMIDE, filha de Joel de Freitas Gomide e Maria Eliana Cardoso Gomide, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 29 de julho de 1981.

Em agosto de 2000, iniciou na Universidade Federal de Lavras (UFLA), o Curso de Graduação em Zootecnia, concluindo-o em fevereiro de 2008.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), nível de Mestrado, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 05 de novembro de 2010.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	<b>iiiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 – BIODIESEL E GLICERINA BRUTA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 – GLICEROL: CARACTERIZAÇÃO E METABOLISMO EM ANIMAIS NÃO RUMINANTES</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 – VALOR ENERGÉTICO DA GLICERINA BRUTA</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4 – UTILIZAÇÃO DA GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS NÃO RUMINANTES</b> .....	<b>12</b>
<b>2.5 – REGISTRO DA GLICERINA BRUTA E COMPOSIÇÃO DA GLICERINA BRUTA UTILIZADA NO EXPERIMENTO</b> .....	<b>15</b>
<b>3 – MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>5 – CONCLUSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>29</b>

## RESUMO

GOMIDE, Ana Paula Cardoso, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2010. **Substituição do milho por glicerina bruta em dietas para suínos em terminação.** Orientador: Paulo César Brustolini. Co-Orientadores: Aloízio Soares Ferreira e Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

Objetivando-se avaliar o efeito da substituição do milho por glicerina bruta em dietas para suínos em terminação, foram utilizados 80 suínos, machos castrados, híbridos comerciais, com peso médio inicial de 67 kg, em um experimento com delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições, com dois animais por unidade experimental. Os tratamentos usados foram 0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0% de glicerina bruta em substituição ao milho nas dietas de suínos em terminação. Os parâmetros avaliados foram: ganho médio diário de peso, consumo médio diário de alimento, conversão alimentar, rendimento de carcaça, espessura de toucinho, área de olho de lombo, profundidade de músculo, espessura de toucinho no ponto P2, rendimento de carne na carcaça resfriada, perdas do músculo ao descongelamento, perdas à cocção, força de cisalhamento, pH inicial e final. Os níveis de substituição do milho por glicerina bruta não afetaram os parâmetros de desempenho ( $P \geq 0,05$ ). Observaram-se efeito linear crescente dos tratamentos ( $P \leq 0,05$ ) sobre o parâmetro espessura de toucinho na carcaça e efeitos lineares decrescentes dos tratamentos ( $P \leq 0,05$ ) sobre os parâmetros perda de líquido no descongelamento e força de cisalhamento. A glicerina bruta pode substituir até 16,0% do milho das dietas para suínos em terminação, sem prejuízos sobre o desempenho e rendimento de carcaça com melhorias na qualidade da carne.

## ABSTRACT

GOMIDE, Ana Paula Cardoso, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, in november 2010. **Replacement for maize in diets crude glycerin for finishing swine.** Advisor: Paulo César Brustolini. Co-Advisors: Aloízio Soares Ferreira and Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

Aiming to evaluate the effect of replacing corn with crude glycerin in diets for finishing pigs were used 80 pigs, steers, commercial hybrids with average initial weight of 67 kg, in an experiment with completely randomized design with five treatments and eight replicates of two animals each. Treatments were 0.0, 4.0, 8.0, 12.0 and 16.0% crude glycerin to replace corn in diets for finishing pigs. The parameters evaluated were: average daily gain of weight, average daily feed intake, feed conversion, carcass yield, backfat thickness, loin eye area, muscle depth, backfat thickness at P2, yield of carcass meat cooled, loss of muscle while thawing to cooking losses, shear force, initial and final pH. The replacement levels of corn by crude glycerin did not affect the performance parameters ( $P \geq 0.05$ ). We observed an increasing linear effect of treatments ( $P \leq 0.05$ ) on the parameter backfat thickness and decreasing linear effects of the treatments ( $P \leq 0.05$ ) on the parameters of fluid loss, thawing and shearing force. The crude glycerin can replace up to 16.0% of corn diets for finishing pigs without loss on performance and carcass yield with improved meat quality.

## 1- INTRODUÇÃO

Os suínos têm a sua alimentação baseada no consumo de milho e farelo de soja, suplementados com ingredientes que fornecem minerais, vitaminas e aminoácidos, para compor as dietas para cada fase produtiva dos animais, conforme suas necessidades nutricionais.

A suinocultura brasileira tem passado por constantes períodos de instabilidade, principalmente devido ao baixo preço da carcaça de suínos, associado aos custos elevados de produção. O milho, que é considerado o principal componente energético das rações para os suínos, onera substancialmente o custo da alimentação dos mesmos. Por isso, tem sido constante a busca por alimentos alternativos ao milho e também de alternativas de alimentação que reduzam o custo de produção. Face ao uso de grãos oleaginosos para a produção de etanol e biodiesel no Brasil, tem ocorrido excedente de um subproduto, em especial da produção de biodiesel, denominado glicerina bruta.

O aumento de produção de biodiesel pode ser economicamente viabilizado, se forem encontradas novas aplicações para os subprodutos gerados, pois as atuais utilizações possivelmente não serão suficientes para consumir a glicerina bruta e, se forem, podem não ser economicamente viáveis. Tem-se constatado que para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel produzido pela reação de transesterificação, são gerados 10 m<sup>3</sup> de glicerina bruta (GONÇALVES, 2006).

Segundo a AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (2010), em 2009, a produção de biodiesel no Brasil foi de aproximadamente 1,6 bilhões de litros, com a geração de 160 milhões de litros de glicerina bruta como subproduto. A glicerina bruta, quando purificada, pode ser usada na produção de tabacos, na indústria alimentícia, em bebidas e para produção de cosméticos (PERES et al., 2005). No entanto, são necessários processos complexos e de alto custo para que essa matéria-prima alcance as exigências em grau de pureza necessárias para estes fins (DINIZ, 2005), visto que a glicerina bruta apresenta impurezas, como água, catalisador (alcalino ou ácido), impurezas provindas dos reagentes, ácidos graxos, ésteres, etanol ou metanol, propanodiol, monoéteres e oligômeros de glicerina.

Devido ao excedente de glicerina no mercado brasileiro, tem havido interesse de seu uso em rações para animais. Há estudos cujos resultados indicam a possibilidade de uso deste subproduto como fonte de energia para suínos, pois possui em torno de 4.320 kcal de energia bruta por kg para o glicerol puro (MOURROT et al., 1994; KIJORA et

al., 1995; LAMMERS et al., 2007b). Porém, a glicerina bruta possui entre 80,0 e 95,0% de glicerol (RAMOS et al., 2000).

Além de servir como fonte de energia, o glicerol também pode ter efeito positivo sobre a retenção de aminoácidos ou nitrogênio. O glicerol pode inibir a atividade das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase e, por conseguinte, resultar em economia dos aminoácidos gliconeogênicos e, concomitantemente, favorecer a deposição de proteína corporal (CERRATE et al., 2006).

Há, evidências de que a glicerina bruta pode se constituir em um ingrediente energético com potencial para substituir parte do milho nas dietas de suínos em crescimento e em terminação (BERENCHTEIN, 2008). Entretanto, existem dúvidas quanto ao nível mais adequado a ser usado, em especial nas dietas para suínos em terminação.

Pelo exposto, verifica-se a necessidade de avaliar qual o nível de substituição ideal do milho por glicerina bruta em dietas para suínos em terminação, valendo-se de parâmetros de desempenho, qualidade de carcaça e qualidade de carne dos animais.

## **2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - BIODIESEL E GLICERINA BRUTA**

A energia é um fator fundamental para o desenvolvimento dos países, tendo-se em vista a dependência no emprego de tecnologias promotoras do desenvolvimento socioeconômico. Cerca de 90% da energia consumida em todo mundo é proveniente de fonte fóssil, sendo esta não renovável. Assim, vislumbra-se cada vez mais a necessidade em se pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energia, como forma de ampliar e diversificar a oferta energética, de maneira ambientalmente sustentável (SOUSA et al., 2006).

A utilização de fontes alternativas de energia é uma das prioridades atuais, que vem contribuir significativamente para contornar os graves problemas ocasionados pelo desenvolvimento tecnológico. A preocupação atual pela redução da poluição e a crise energética têm estimulado o mercado mundial de biocombustíveis. A economia global mantém-se em crescimento e a demanda por energia limpa e recursos renováveis encontra-se em contínuo aumento (BILGEN et al., 2006).

Neste sentido, a busca intensiva por combustíveis alternativos ao petróleo, como o biodiesel, apresenta grande importância principalmente para os países emergentes, uma vez que sua produção auxilia na conservação do meio ambiente, mediante a redução dos gases responsáveis pelo aquecimento global, e contribui para o desenvolvimento social mediante a geração de empregos (OLIVEIRA et al., 2006).

HILL et al. (2006) destacaram que os biocombustíveis para serem viáveis, devem fornecer benefícios ambientais, serem economicamente competitivos e ainda serem produzidos em larga escala, sem comprometer a produção de alimentos.

EXPEDITO (2003) definiu biodiesel como um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto. Sua constituição é uma mistura de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos, obtidos pela transesterificação de quaisquer triglicerídeos com álcool de cadeia curta, metanol ou etanol. O tipo de óleo para produção do biodiesel pode ser obtido de vegetais, gorduras animais e resíduos domésticos, de restaurante industrial e de rede de “fast food”. Na área vegetal, as principais fontes de óleo são: soja, girassol, amendoim, canola, palma (dendê), algodão e mamona. Na área animal, o sebo de boi, a gordura de frango e dos suínos são as principais fontes de óleo para produção do biodiesel.

A mistura de uma fonte de óleo com um álcool (normalmente metanol) e um catalisador (hidróxido de sódio ou potássio) possibilita a ruptura das moléculas de triglicerídios em metil ésteres, chamados de biodiesel, e glicerol (propano-1,2,3-triol). Para cada litro de biodiesel produzido, aproximadamente 80 g de glicerol são obtidos (KERR et al., 2008).

Em linhas gerais, no processo industrial de produção do biodiesel, é utilizada uma quantidade de álcool em excesso para a ocorrência da reação. Ao final do processo ocorre a separação entre a fase dos ésteres de ácidos graxos, que constitui o biodiesel, e a fase aquosa, que consiste da glicerina bruta, contendo o excesso de álcool não reagido, assim como água e outras impurezas. Parte deste álcool não reagido é recuperado ao final do processo e reutilizado, havendo a sobra de um resíduo de álcool na glicerina bruta (Figura 1). O resultado dessa reação química é a obtenção do biodiesel e tendo como subproduto a glicerina bruta, com teores de glicerol variando de 80 a 95% (RAMOS et al., 2000)

Nas plantas de produção de biodiesel no Brasil, o álcool utilizado é o metanol, assim como o catalisador mais utilizado é o hidróxido de sódio. Desta forma, existe também um resíduo de sódio na glicerina bruta gerada neste processo.

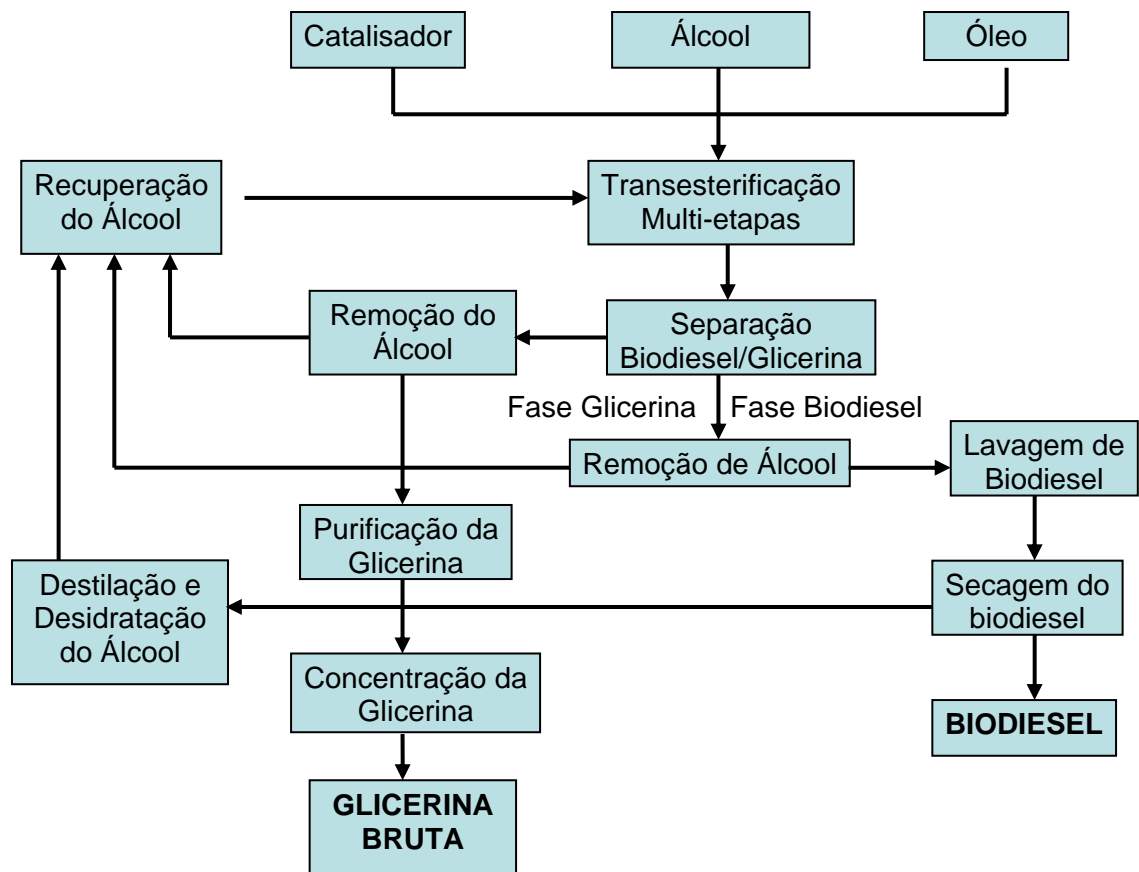


Figura 1: Processo de obtenção do Biodiesel e do Glicerol.

PARENTE, E.J. de S., 2003

No Brasil, a produção e comercialização de biodiesel possuem importantes vantagens devido à grande disponibilidade de matéria-prima para sua produção e ao crescimento contínuo da indústria de óleos vegetais e etanol (OLIVEIRA et al. 2006, OISTI, 2007).

Há de se destacar que o Brasil conta com o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), segundo a AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (2010), desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 26 de outubro de 2009, que aumentou de 4% para 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2010). A adição de até 5% de biodiesel ao diesel de petróleo foi amplamente testada, dentro do Programa de Testes coordenado pelo Ministério de

Ciência e Tecnologia, que contou com a participação da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2010). Os resultados demonstraram, até o momento, não haver a necessidade de qualquer ajuste ou alteração nos motores e veículos que utilizem essa mistura.

A lei que regulamenta o biodiesel no Brasil é a lei nº. 11.097, de janeiro de 2005 (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, 2010), nela estão especificadas todas as regras de produção e comercialização de Biodiesel.

Por outro lado, a produção do biodiesel a partir do óleo extraído de frutos e sementes oleaginosos deverá aumentar a oferta de subprodutos (farelos e tortas), cuja utilização é limitada na alimentação de suínos e de aves. Já a glicerina bruta é aparentemente o único subproduto associado à cadeia produtiva do biodiesel que tem maior valor energético, podendo contribuir favoravelmente em dietas para suínos e aves, neste panorama de aumento do custo alimentar da energia.

A utilização da glicerina bruta na formulação de rações para aves e suínos desperta interesse imediato por se constituir em um produto rico em energia (4.320 kcal de energia bruta por kg para o glicerol puro) e com alta eficiência de utilização pelos animais. Outro aspecto que justifica a aplicação desse subproduto da indústria do biodiesel na produção de alimentos para animais é que parte das matérias primas renováveis produzidas para atender finalidades energéticas retornarão à cadeia alimentar para gerar produtos de alto valor nutricional (MENTEN et al., 2009).

A diferença de valores de energia bruta do subproduto do biodiesel (glicerina bruta) é uma maneira indireta de estabelecer a eficiência do processo de produção de biodiesel. KERR et al. (2008) mencionaram que a qualidade da glicerina bruta obtida da reação química depende do equipamento empregado. Quanto menor o valor de energia, mais eficiente é a transformação, ficando como produto final somente glicerol e não parte de glicerol e parte de triglicerídios intactos. Também o nível de sódio da glicerina bruta deve ser avaliado para incluí-lo como nutriente na formulação de dietas para os animais. Sob o ponto de vista da formulação, as variações de energia e de sódio, associadas à variação do metanol, podem restringir a utilização da glicerina bruta como fonte alternativa de energia para a alimentação animal.

Recentemente no Brasil, os estudos de MENTEN et al. (2008) e BERENCHTEIN (2008) demonstraram que a glicerina pode se constituir em um ingrediente energético com potencial para uso em dietas de frangos de corte e suínos em crescimento e terminação, respectivamente.

## 2.2- GLICEROL: CARACTERIZAÇÃO E METABOLISMO EM ANIMAIS NÃO RUMINANTES

O glicerol ou propano-1,2,3-triol (Figura 2) é um composto orgânico pertencente à função álcool, líquido à temperatura ambiente (25°C), solúvel em água, de aspecto viscoso, sem odor e com sabor adocicado (IUPAC, 1993).

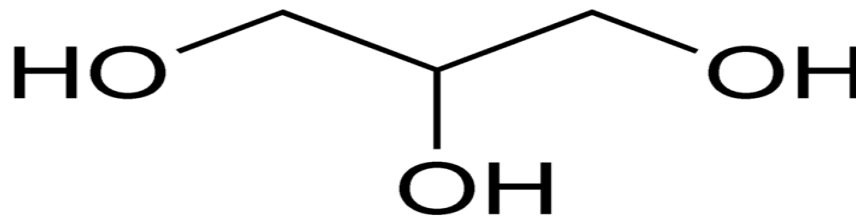


Figura 2: Fórmula estrutural plana do glicerol

É derivado tanto de fontes naturais, das gorduras animais e dos óleos vegetais, quanto da indústria petroquímica. É obtido de triglicerídeos a partir do processo de produção de sabões, do isolamento dos ácidos graxos e, atualmente, pela transesterificação, durante a obtenção do biodiesel.

O glicerol tem mais de 1500 aplicações, desde cosméticos e produtos farmacêuticos até alimentos e outros (PIESKER & DERSJANT-LI, 2006). Na Comunidade Européia, o glicerol está registrado como aditivo de alimento, sem limite de inclusão (PIESKER & DERSJANT-LI, 2006). A legislação Norte-americana atribui ao glicerol o status GRAS (geralmente reconhecido como seguro), quando usado como aditivo alimentar segundo as boas normas de fabricação e alimentação inclusive na alimentação humana (MENTEN et al., 2008).

No entanto, os processos necessários para que a glicerina bruta atinja um grau de pureza necessária para a sua utilização em fins alimentícios e farmacêuticos são complexos e de alto custo (DINIZ, 2005), tendo em vista que a glicerina bruta possui impurezas como água, catalisador (ácido ou alcalino), álcool (não reagido), impurezas provindas dos reagentes, ácidos graxos, ésteres, etanol ou metanol, propanodióis, monoésteres, oligômeros de glicerina e polímeros (PINTO et al., 2008).

Sendo assim, uma alternativa viável e de baixo custo seria a utilização do glicerina bruta na alimentação de suínos (MOUROT et al., 1994; KIJORA et al., 1995; LAMMERS et al., 2007b).

O glicerol é um componente do metabolismo normal dos animais, sendo encontrado na circulação e nas células. Ele é derivado da lipólise no tecido adiposo, da hidrólise dos triglicerídeos das lipoproteínas do sangue e da gordura dietética (LIN, 1977). Entretanto, existem poucas informações sobre as implicações metabólicas da suplementação exógena de glicerol na dieta, especialmente quando a suplementação atinge grandes proporções como um ingrediente energético das rações. De acordo com LIN (1977), o glicerol é bem absorvido no intestino de ratos, porém menos rapidamente do que a glicose. Além disso, o glicerol também é absorvido no estômago de ratos, porém menos rapidamente do que no intestino.

Segundo BERGMAN (1968), tem-se observado em animais em jejum que as concentrações de ácidos graxos e glicerol são similares na corrente sanguínea associando que ambos têm distribuição similar.

Uma vez absorvido, o glicerol pode ser convertido em glicose, via gliconeogênese, ou oxidado, para a produção de energia, via glicólise e Ciclo de Krebs (ROBERGS E GRIFFIN, 1998). A quantidade de glicose gerada depende do estado metabólico e do nível de glicerol consumido (PLUSKE, 2007).

No fígado e no tecido adiposo, o glicerol é um precursor para a síntese de triacilgliceróis e de fosfolipídios, sendo liberado do catabolismo do triacilglicerol, convertido à glicose via fosforilação do glicerol-3-fosfato e catalisado pela glicerol quinase, e então participa da gliconeogênese ou é oxidado via glicólise e Ciclo de Krebs, promovendo energia prontamente disponível (Figura 3), sendo em média responsável pela produção de 22 mols de ATP por mol de glicerol (MOUROT et al., 1994; BEST, 2006).

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).

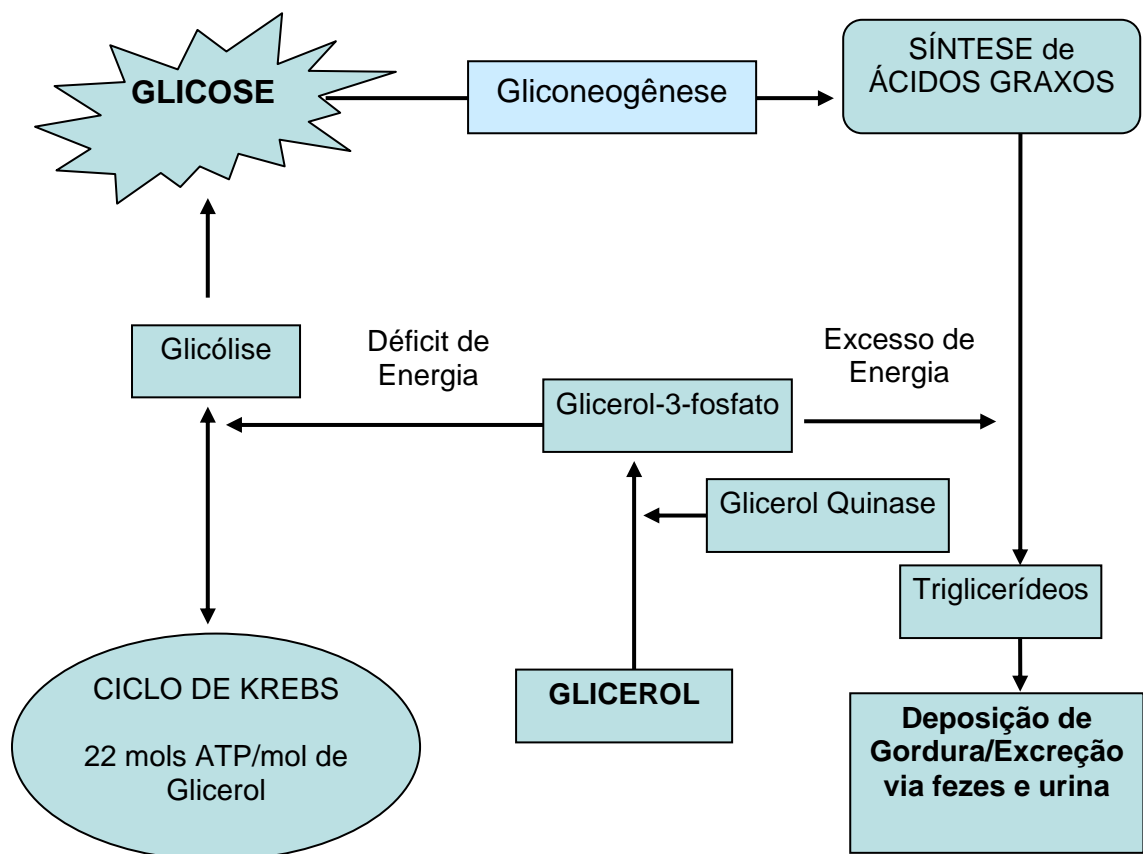


Figura 3: Ilustração do Metabolismo do Glicerol.

Adaptado de BEST, 2006

CHAMBERS e DEUEL (1925) demonstraram o potencial gliconeogênico do glicerol. Após fornecerem 8,5 g de glicerol a dois cachorros por via estomacal, obtiveram recuperação quase total de glicose adicional na urina dos animais.

LIN (1977) indicou níveis normais de glicerol plasmático como sendo de 0,1 mM em ratos e 0,05-0,1 mM em humanos. Em frangos, SIMON et al. (1996) encontraram nível semelhante de 0,65 mM de glicerol plasmático, entretanto a concentração aumentou para 4,36 mM com o fornecimento de 5% de glicerol na dieta e variou de 11 a 54 mM com a suplementação de 10% de glicerol na dieta. SIMON et al. (1997) determinaram também que, em frangos recebendo 10% de glicerol na dieta, a concentração de glicerol no músculo do peito aumentou de 0,4  $\mu\text{mol/g}$  para 7,7  $\mu\text{mol/g}$ , enquanto no fígado dessas aves aumentou de 18  $\mu\text{mol/g}$  para 40  $\mu\text{mol/g}$ .

O efeito do glicerol dietético na atividade lipogênica foi estudado de forma comparativa em ratos e frangos (LIN et al., 1976). A adição de 20% de glicerol na dieta

de ratos por 3 semanas causou aumento do peso do fígado e um aumento marcante na atividade de enzimas lipogênicas no fígado (sintetase de ácidos graxos, enzima málica e enzima da clivagem do citrato), entretanto sem um aumento concomitante na síntese de ácidos graxos *in vivo* no fígado. Por outro lado, em frangos alimentados por 3 semanas com dieta contendo 20% de glicerol, não houve alteração no peso do fígado e ocorreu uma queda na atividade de enzimas lipogênicas no fígado, assim como na taxa de síntese de ácidos graxos. No tecido adiposo de ratos, não houve alteração na atividade das enzimas lipogênicas nem na síntese de ácidos graxos com a dieta rica em glicerol. Ficou evidente que a alimentação de animais não ruminantes com glicerol provoca respostas espécie-específicas e também órgão-específicas.

Além de servir como fonte de energia, o glicerol também pode ter efeitos positivos sobre a retenção de aminoácidos ou nitrogênio, conforme sumarizado por CERRATE et al. (2006); a ação do glicerol inibindo a atividade das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase pode resultar em economia dos aminoácidos gliconeogênicos e favorecer a deposição de proteína corporal.

### **2.3- VALOR ENERGÉTICO DA GLICERINA BRUTA**

O grande interesse na utilização da glicerina bruta na alimentação animal é devido ao seu valor energético. Na realidade, o valor energético da glicerina bruta, resultante de cada processo industrial, deve ser determinado em função de sua pureza em glicerol, resíduos de ácidos graxos e, diversas impurezas que podem estar presentes no produto.

DOZIER et al. (2008), através do método de coleta total de excretas, determinaram os valores de energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta (86,95% de glicerol, 280 ppm de metanol, 1,26% de sódio e energia bruta de 3.625 kcal/kg) para frangos de corte de diferentes idades. Utilizando dietas não corrigidas para o teor de sódio, em aves de 4 a 11, 17 a 25 e 37 a 45 dias de idade, foram observados, respectivamente, os valores de EMAn de 3.621, 3.331 e 3.349 kcal/kg. Os autores reportaram, pela avaliação conjunta de todas as fase de criação, o valor de EMAn de 3.434 kcal/kg, o que corresponde a 95% da energia bruta da glicerina. Isto indica que a glicerina bruta é utilizada eficientemente por frangos de corte.

LAMMERS et al. (2008), pelo método do indicador indigestível (1% de celite como cinza insolúvel), determinaram os valores de energia metabolizável corrigida para o nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta (86,95% de glicerol, 280 ppm de metanol, 1,26% de sódio) para galinhas poedeiras. Analisando os dados por regressão polinomial, foi encontrado o valor de 3.805 kcal/kg para energia bruta na glicerina bruta para galinhas poedeiras, sendo este semelhante ao valor de energia metabolizável da glicerina utilizada no estudo (3.625 kcal/kg), novamente demonstrando o alto grau de aproveitamento energético por galinhas poedeiras.

Para suínos na fase de crescimento o valor de energia metabolizável para glicerina bruta é de 3.207 kcal/kg (LAMMERS et al., 2008a) e para suínos na fase de terminação é de 3.772 kcal/kg (LAMMERS et al., 2007c).

LAMMERS et al. (2008b), através do método de coleta total de fezes e urina, mediram os valores de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) da glicerina bruta (86,95% de glicerol, 280 ppm de metanol, 1,26% de sódio e energia bruta de 3.625 kcal/kg) para leitões na fase de creche (três experimentos) e suínos em terminação (dois experimentos). Para os cinco experimentos, foi calculado que a ED da glicerina bruta correspondeu, em média, a 92% da energia bruta e que a razão EM:ED foi de 96%. Na avaliação global, a ED da glicerina bruta para suínos foi de 3.344 kcal/kg e a EM foi de 3.207 kcal/kg. Entretanto, os autores relataram que houve um declínio na estimativa da EM da glicerina com níveis crescentes de inclusão na ração para leitões na fase de creche (3.601, 3.329 e 2.579 kcal/kg de glicerina bruta para 5, 10, e 20% de inclusão, respectivamente); esse declínio não ocorreu para animais em terminação.

É importante ressaltar que ao formular rações para aves e suínos, o valor de energia metabolizável da glicerina bruta será proporcional ao seu nível de glicerol, ou seja, deve ser considerado o teor de glicerol e a energia bruta do glicerol como sendo de 4.320 kcal/kg conforme sugerido por LAMMERS et al. (2008b).

Ao se comparar os valores da energia metabolizável aparente da glicerina bruta com os valores da energia metabolizável aparente do milho que para aves é de 3.381 kcal/kg e para suínos é de 3.340 kcal/kg, segundo ROSTAGNO et al. (2005), verifica-se o potencial da utilização da glicerina bruta como ingrediente energético em ração para estes animais.

## **2.4- UTILIZAÇÃO DA GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS NÃO RUMINANTES**

A utilização da glicerina bruta na alimentação animal já foi, no passado, alvo de estudo (BERNAL et al., 1978; WAGNER, 1994; SIMON et al., 1997) e, com o recente estímulo à produção de biodiesel, atualmente na literatura, encontramos alguns trabalhos desenvolvidos com o objetivo de determinar o efeito da glicerina bruta, proveniente de diferentes fontes e características, sobre o desempenho, características de carcaça e de qualidade de carne de suínos e aves, bem como sobre características químicas e valores energéticos do glicerol.

HOLTKAMP et al. (2007) relataram que a glicerina bruta, proveniente da produção de biodiesel, contém aproximadamente 85% de glicerol, 10% de água e 3-7% de sais. Possui energia bruta na faixa de 3.600 a 3.850 kcal/kg, dependendo de sua pureza (glicerol puro contém 4305 kcal/kg de energia bruta).

Em frangos, SIMON et al. (1996) avaliando 5, 10, 15, 20 e 25% de inclusão de glicerina bruta na dieta, e concluíram que até 10% deste subproduto pode promover resultados benéficos no desempenho dos animais. Entretanto, os mesmos autores, em 1997, ao utilizarem 10% de glicerina bruta em dietas suplementadas com aminoácidos industriais e baixos níveis de proteína bruta, não observaram efeitos da adição da glicerina no desempenho dos animais. WALDROUP (2006) demonstrou que em animais com até 16 dias de idade, a glicerina bruta pode ser usada em até 10%. Entretanto, quando a glicerina for usada em todas as dietas, até o abate, este nível não deverá ultrapassar 5% pois afeta o consumo da dieta. Já o nível de 10% na dieta comprometeu a qualidade da carcaça. CERRATE et al. (2006) confirmaram as observações de WALDROUP (2006) quando verificaram que a inclusão de 10% de glicerina bruta comprometeu o desempenho, afetando negativamente o consumo de ração, o peso final e conseqüentemente a conversão alimentar dos frangos. Quanto às características de carcaça, o mesmo tratamento reduziu o peso (absoluto e relativo da carcaça) do peito, de asas e de coxa. Entretanto, em um segundo experimento, para aves na mesma categoria, os mesmos autores, testando a inclusão de 0, 2,5 e 5% de glicerina bruta na dieta, não observaram perda de desempenho dos frangos. No entanto, encontraram um aumento na porcentagem de peito das aves.

Avaliando o farelo de soja enriquecido com 10% de glicerina bruta na dieta de frangos de corte, MENTEN et al. (2008), concluíram que o mesmo pode ser utilizado

durante todo o período de criação, sem afetar o desempenho das aves, desde que sejam feitos os devidos ajustes nutricionais, em termos, de energia, aminoácidos e sódio.

Em poedeiras, LAMMERS et al. (2008), trabalhando com a inclusão de glicerina bruta em até 15%, identificaram que aves com 40 semanas de idade, não tiveram suas características produtivas afetadas (produção de ovo, massa de ovo, consumo de alimento).

Avaliando até 10% de inclusão de glicerina bruta proveniente da produção do biodiesel, na dieta de leitões na fase de creche, LAMMERS et al. (2007a) não observaram qualquer efeito no desempenho dos animais.

GROESBECK et al. (2008), utilizando inclusão de 3,0; 6,0 e 12,0% deste subproduto, associados ou não com óleo de soja, em dietas para suínos na fase de creche, observaram um efeito linear positivo no ganho diário de peso dos leitões que receberam glicerina bruta na dieta, sem, no entanto, afetar o consumo diário de ração e a conversão alimentar. A glicerina bruta, devido ao sabor adocicado, pode ter influenciado melhorando a palatabilidade da dieta, atuando positivamente no desempenho destes animais, PIESKER & DERSJANT-LI (2006) também relataram que o sabor adocicado pode contribuir para esta melhoria.

A glicerina bruta, além de ser uma fonte energética, pode ser empregada nas dietas para melhorar a qualidade dos peletes (granulado) das rações. GROESBECK (2002), trabalhando com dietas de suínos, demonstrou que a inclusão de glicerina bruta melhorou a qualidade dos peletes e diminuiu o custo energético da peletização, obtendo os melhores resultados com 3 e 6% de glicerina bruta adicionada. A glicerina bruta também pode reduzir o pó das dietas e dos suplementos minerais e vitamínicos.

MOUROT et al. (1994), avaliando inclusão de 5% de glicerina bruta, proveniente de sebo ou óleo vegetal, não relataram efeito no desempenho dos animais, suínos em crescimento e terminação, porém observaram maior capacidade de retenção de água no músculo *Longissimus dorsi*, resultando em uma carne de melhor qualidade.

KIJORA et al. (1995), avaliando a inclusão de até 30% de glicerina bruta de fonte vegetal para suínos em crescimento e terminação, observaram menores ganhos diários de peso e piores conversões alimentares, para o maior nível de inclusão, sem, no entanto, afetar as características de carcaça e qualidade de carne destes animais.

KIJORA & KUPSCH (1996) utilizando glicerina bruta ou purificada, em até 10% de inclusão em dietas de suínos em crescimento e terminação, observaram que quando comparado ao tratamento controle, na fase de crescimento, 10% de inclusão de

glicerina bruta, proporcionou melhor conversão alimentar. Já nos períodos de terminação e total do experimento não observaram qualquer efeito na adição de glicerina bruta nas características de carcaça e qualidade de carne.

Segundo KIJORA et al. (1997) a inclusão da glicerina proporcionou melhores consumos diários de ração e conseqüentemente melhores ganhos diários de peso, quando comparado a outros ingredientes energéticos (óleos vegetais e ácidos graxos) nas dietas para a mesma categoria de suínos.

BERENCHTEIN (2008) verificou que a glicerina bruta pode ser utilizada como ingrediente energético nas rações de suínos em crescimento e terminação até o nível de 9%, sem afetar sensivelmente o desempenho, as características de carcaça e a qualidade da carne dos animais.

## 2.5- REGISTRO DA GLICERINA BRUTA E COMPOSIÇÃO DA GLICERINA BRUTA UTILIZADA NO EXPERIMENTO

A disponibilidade da glicerina bruta no Brasil aumentou consideravelmente nos últimos anos, com o aumento na produção de biocombustíveis e a incorporação obrigatória de 5% destes no diesel de petróleo, mas só recentemente, em setembro de 2010, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010) aprovou a inclusão do glicerol como ingrediente para ração animal, reconhecendo que o produto apresenta um ótimo potencial nutritivo para a nutrição animal.

As empresas, a partir de agora, têm que registrar o produto no Mapa e garantir a qualidade dentro dos padrões que o ministério estabeleceu que é de, no mínimo, 80% de glicerol na glicerina bruta, no máximo 12% de umidade e no máximo 150 ppm de metanol, sendo que os níveis de sódio e cloro no produto ficam em aberto, devendo ser informado pelo fabricante.

A composição da glicerina bruta utilizada no experimento encontra-se descrita na Tabela 1 e está de acordo com os padrões que o ministério estabeleceu para a comercialização desta como ingrediente para ração animal.

**Tabela 1 – Composição da Glicerina Bruta utilizada no experimento**

Características	Níveis
Aspecto	Líquido viscoso
Glicerol (%)	85,00
Cloreto de Sódio (%)	8,00
Densidade (g/mL)	1,29
Energia Bruta (kcal/kg)	3.868,75
Metanol (%)	0,16
Umidade (%)	8,82
Cinzas (%)	8,36
Matéria Orgânica (%)	2,27

### 3- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a junho de 2010 no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Minas Gerais, localizado a 20° 45' 45" de latitude sul e 42° 52' 04" de longitude oeste, com 657 metros de altitude. O clima da região, segundo a classificação de KÖPPEN (1948) é Cwa (quente, temperado, chuvoso e com estação seca no inverno e verão quente).

Foram utilizados 80 suínos machos castrados híbridos comerciais, com peso médio de 67 kg ( $\pm$  2 kg), distribuídos em experimento com delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições com dois animais por unidade experimental.

Os tratamentos usados foram 0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0% de glicerina em substituição ao milho das dietas. As dietas utilizadas no experimento foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementada com vitaminas e minerais para atender as necessidades nutricionais dos animais em terminação (70 aos 100 kg) de acordo com o que consta nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (ROSTAGNO et al., 2005), exceto com relação à proteína bruta que variou em função da redução do teor de milho e aumento dos aminoácidos industriais em relação à lisina, formuladas no conceito de proteína ideal. As rações são iso sódicas e iso aminoacídicas. As composições centesimais e calculadas das dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

- MANEJO DIÁRIO

Os animais receberam dieta e água à vontade durante o período experimental, que teve duração de 35 dias. As respectivas sobras de ração foram coletadas diariamente, sendo somadas às sobras do comedouro no final do período experimental.

As rações fornecidas diariamente foram pesadas durante todo período experimental e os animais foram pesados individualmente, no início e no final deste período (35 dias), permitindo desta forma, determinar o ganho de peso médio diário, o consumo de ração médio diário e a conversão alimentar.

**Tabela 2 – Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais**

<b>Ingredientes</b>	<b>Glicerol em Substituição ao Milho</b>				
	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>16%</b>
Milho Grão	75,92	72,91	69,85	66,81	63,78
Farelo de Soja	19,88	19,88	19,88	19,88	19,88
Glicerina Bruta	0,00	3,01	6,07	9,11	12,15
Fosfato Bicálcico	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Calcário	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Óleo de Soja	0,69	0,56	0,43	0,30	0,18
Inerte (areia)	0,60	0,94	1,28	1,63	1,96
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sal comum	0,98	0,74	0,50	0,25	0,01
Min-suíno <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Vit-suíno <sup>2</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina HCL	0,211	0,218	0,226	0,233	0,241
DL-Metionina	0,029	0,039	0,049	0,059	0,069
L-Treonina	0,042	0,050	0,059	0,068	0,077
L- Triptofano	0,000	0,001	0,003	0,005	0,007
<b>Total</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.023
Proteína bruta (%)	15,53	15,30	15,07	14,84	14,61
Cálcio (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo disponível (%)	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25
Fósforo total (%)	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47
Sódio (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Met + Cis digestível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina digestível	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28
Triptofano digestível (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Treonina digestível (%)	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Arginina digestível (%)	0,91	0,92	0,89	0,87	0,86
Valina digestível (%)	0,65	0,64	0,63	0,62	0,60
Isoleucina digestível (%)	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53

<sup>1</sup>Fornece por kg de dieta: 100 mg de ferro; 10 mg de cobre; 1 mg de cobalto; 40 mg de manganês; 100 mg de zinco e 1,5 mg de iodo.

<sup>2</sup>Fornece por kg de dieta: 8.000 UI de vit. A; 1.200 UI de vit. D<sub>3</sub>; 20 UI de vit. E; 2 mg de vit. K<sub>3</sub>; 1 mg de vit. B<sub>1</sub>; 4 mg de vit. B<sub>2</sub>; 22 mg de ácido nicotínico; 16 mg de ácido pantotênico; 0,50 mg de vit. B<sub>6</sub>; 0,020 mg de vit B<sub>12</sub>; 0,4 mg de ácido fólico; 0,120 mg de biotina; 400 mg de colina e 30 mg de antioxidante.

As temperaturas máximas e mínimas foram monitoradas diariamente às 9 horas por meio de termômetro de máxima e mínima que foi colocado no interior do galpão à altura do corpo dos animais.

Para os parâmetros de desempenho foi considerado o tempo e, para as características de carcaça e qualidade de carne, considerou-se o peso do animal.

- DESEMPENHO

Os parâmetros de desempenho medidos foram:

- Ganho de peso médio diário

Os animais foram pesados no início e no final do experimento. Seu peso mensurado e por diferença entre o peso final e inicial dividido pelo período experimental de 35 dias obtivemos o parâmetro de ganho de peso médio diário.

- Consumo de ração médio diário

A quantidade de ração fornecida diariamente aos animais foi mensurada e o total do consumo (quantidade fornecida menos sobra) dividido pelo número de dias do período experimental que foi de 35 dias.

- Conversão alimentar

Foi calculada dividindo o consumo de ração médio diário por ganho de peso médio diário.

- CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA

Ao final do período experimental (35 dias), os animais foram pesados e a média de peso do lote foi de 108 kg, adotando-se este peso  $\pm 1$  kg como referência peso de abate. Sendo assim o animal de cada baia abatido foi aquele com o peso mais próximo de  $108,0 \pm 1,0$  kg. Nas baias em que, ao final do experimento, os animais não atenderam a condição pré-estabelecida de peso foram mantidos o animal com peso inferior mais próximo de 108,0 kg recebendo a mesma dieta experimental até que este atingisse o peso pré-estabelecido.

O período de jejum adotado neste experimento foi de 24 horas. Após este período os animais foram abatidos por insensibilização e sangramento, segundo INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 3, DE 17 DE JANEIRO DE 2000 (MAPA, 2010).

As carcaças foram avaliadas seguindo-se o que preconiza o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973).

- Comprimento de carcaça

O comprimento de carcaça foi medido a partir do bordo cranial da sínfise púbiana até o bordo crânio ventral do Atlas e o resultado expresso em centímetros.

- Peso da carcaça quente e resfriada

O peso da carcaça foi obtido ao término imediato do abate, definindo-se peso de carcaça quente e após o resfriamento por 24 horas a  $2 \pm 1^\circ \text{C}$ , representando o peso da carcaça resfriada. A medida do peso da carcaça quente e resfriada permitiu estimar o rendimento da carcaça e as perdas ocorridas durante o período de resfriamento.

- Rendimento de carcaça (RC)

$$\text{RC (\%)} = \frac{\text{Peso da carcaça quente} \times 100}{\text{Peso vivo ao abate}}$$

- Perda de carcaça no resfriamento (PCR)

$$\text{PCR (\%)} = \frac{100 - \text{peso da carcaça resfriada} \times 100}{\text{Peso da carcaça quente}}$$

- Espessura de toucinho (gordura subcutânea)

Foi medida em três pontos da carcaça: na altura da primeira costela, na altura da última costela e na altura da última vértebra lombar; perpendicularmente à linha dorso-lombar, com auxílio de um paquímetro. As três medidas realizadas no animal foram somadas e dividida por três, obtendo-se assim a espessura de toucinho expressa em milímetros.

- Área de olho de lombo

A medida da área de olho de lombo (*Longissimos dorsi*) foi realizada na altura da última costela (na região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar).

Também foi medida a espessura de toucinho e profundidade do músculo *Longissimos dorsi* no ponto P2 seguindo-se a técnica descrita por BRIDI & SILVA (2007).

- Espessura de toucinho no ponto P2

A espessura de toucinho no ponto P2 foi medida na altura da última costela, na região da inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar a seis centímetros da linha média de corte da carcaça (ponto P2). Os valores foram obtidos com o auxílio de um paquímetro e expressos em milímetros.

- Profundidade do músculo

O paquímetro foi orientado a partir do ponto P2 perpendicularmente até o limite extremo oposto do músculo.

Com os valores obtidos das medidas mensuradas no ponto P2 (espessura de toucinho e profundidade do músculo) e o peso da carcaça quente foi possível estimar o rendimento de carne e a quantidade de carne na carcaça resfriada, segundo fórmulas descritas por GUIDONI (2000).

- Rendimento de carne na carcaça resfriada (RCCR)

$$\text{RCCR (\%)} = 65,92 - (0,685 \times \text{espessura de toucinho}) + (0,094 \times \text{profundidade do músculo}) - (0,026 \times \text{peso da carcaça quente})$$

- Quantidade de carne na carcaça resfriada (QCCR)

$$\text{QCCR (kg)} = 7,38 - (0,48 \times \text{espessura de toucinho}) + (0,059 \times \text{profundidade do músculo}) + (0,525 \times \text{peso da carcaça quente})$$

- QUALIDADE DE CARNE

- pH

As medidas de pH foram realizadas no músculo *Longissimus dorsi*, na altura da última costela, 45 minutos após abate e na carcaça resfriada, 24 horas após o abate. O pH foi medido com auxílio de um pHmetro portátil, com eletrodo de inserção. Previamente, com a faca, furou-se a pele, a manta de gordura e a carne, antes de inserir o eletrodo no músculo para realização da leitura (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* e levadas para o Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para posteriores análises.

o Perda de líquido no descongelamento (PLD)

Uma amostra de carne de cada carcaça, bife do *Longissimus dorsi* com 2,54 centímetros de espessura (mais ou menos 130 gramas), foi utilizada para a mensuração de perda de líquido no descongelamento e na cocção. A amostra de carne congelada foi pesada, identificada e colocada sobre a grade de uma geladeira doméstica por 24 horas, a 4°C, para descongelar. Após 24 horas, a amostra foi retirada da geladeira, enxugada levemente com papel toalha e pesada novamente.

$$\text{PLD (\%)} = \frac{(\text{Peso da amostra congelada} - \text{Peso da amostra descongelada}) \times 100}{\text{Peso da amostra congelada}}$$

o Perda de líquido na cocção

Para perda de líquido por cocção, esta mesma amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente, sendo, em seguida, assada em forma com grelha. O forno foi previamente aquecido por 20 minutos a 150°C, foi utilizado sempre um mesmo número de amostras e uma amostra representando cada um dos cinco tratamentos por fornada.

As amostras foram assadas sem adição de qualquer condimento, até atingirem a temperatura interna de 71°C. O monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico de um dos bifes. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifes foram retirados do forno e mantidos à temperatura ambiente para resfriarem. A seguir, foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após este período.

$$\text{PLC (\%)} = \frac{(\text{Peso da amostra descongelada} - \text{Peso da amostra assada}) \times 100}{\text{Peso da amostra descongelada}}$$

o Força de cisalhamento

As mesmas amostras (bifes assados) utilizadas anteriormente foram usadas para análise de força de cisalhamento. Sete subamostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, foram removidas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado. As subamostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em “V” invertido, com angulação de 60° e espessura de

1,06 mm de espessura e velocidade fica de 25 mm/segundo, acoplada ao aparelho de Warner-Bratzler.

- ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística do parâmetro força de cisalhamento, o animal foi considerado a unidade experimental, usando-se a média aritmética da força de cisalhamento obtida das sete subamostras de um bife como valor da repetição (BRIDI & SILVA, 2007).

Os parâmetros de desempenho, características de carcaça e qualidade de carne foram analisados pelo Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2000), utilizando-se os procedimentos para análises de variância e regressão em nível de 5,0% de probabilidade. O peso inicial dos animais que compuseram cada unidade experimental foi usado como co-variável para o parâmetro ganho de peso médio diário.

#### 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da temperatura máxima registrada foi de 25,6°C e da temperatura mínima de 19,1°C, durante o período experimental, o que demonstra que os animais permaneceram durante todo tempo dentro da zona termoneutra, pois a temperatura do ar não atingiu a temperatura crítica máxima de 27°C para esta categoria segundo LEAL & NÃÃS (1992).

Tabela 1. Desempenho dos suínos em terminação em função dos tratamentos usados

Parâmetros	Percentagem de substituição de milho por glicerina bruta						
	0%	4%	8%	12%	16%	CV (%)	F
Peso inicial (kg)	67,56	66,75	67,00	67,13	66,75	2,2	NS
Peso Final (kg)	107,75	105,88	106,20	105,52	108,08	2,7	NS
Consumo de ração (kg/dia)	3,08	2,83	3,09	3,03	3,07	8,4	NS
Ganho de peso (kg/dia)	1,15	1,12	1,12	1,08	1,18	8,8	NS
Conversão alimentar (kg/kg)	2,69	2,53	2,76	2,79	2,60	7,5	NS

NS: não significativo.

Não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) dos níveis de substituição do milho da dieta de suínos em terminação por glicerina bruta em nenhuma das características de desempenho analisadas (Tabela 1). Estes resultados estão de acordo com outros pesquisadores que analisando níveis de inclusão de glicerina bruta na ração relataram que a sua utilização na ração não afetou o desempenho de suínos na fase de creche (LAMMERS et al., 2007b), crescimento e terminação (MOURROT et al., 1994;; BERENCHTEIN, 2008).

Já GROESBECK et al. (2008), avaliando os efeitos da inclusão de 3 e 6% de glicerina bruta e 6 e 12% de glicerina bruta associada com óleo de soja sobre o desempenho de leitões na fase de creche, observaram um efeito linear positivo no ganho diário de peso dos leitões que receberam glicerina bruta na dieta, sem, no entanto, afetar o consumo diário de ração e a conversão alimentar.

Analisando a inclusão de até 30% de glicerol bruto na dieta de suínos em crescimento e terminação KIJORA et al. (1995) relataram menores ganhos diários de

peso e piores conversão alimentar sem, no entanto, afetar o consumo diário de ração para o maior nível.

Em estudos realizados com frangos de corte (MENTEN; PEREIRA; RACANICCI, 2008) avaliando dietas com farelo de soja suplementadas com 10% de glicerina bruta concluíram que esta pode ser utilizada durante todo o período de criação sem afetar o desempenho das aves. Resultado semelhante foi encontrado por SIMON et al. (1996) que avaliando 5, 10, 15, 20 e 25% de glicerina pura na dieta, concluíram que a inclusão de até 10% deste produto pode ser utilizado sem afetar o desempenho dos animais.

Em galinhas poedeiras LAMMERS et al. (2008b) testando a inclusão de até 15% de glicerina bruta na dieta não observaram qualquer efeito sobre o desempenho e produção, peso e massa dos ovos produzidos.

Tabela 2. Parâmetros de carcaça dos suínos em função do tratamento

Parâmetros	Percentagem de substituição de milho por glicerina bruta						CV (%)	F
	0%	4%	8%	12%	16%			
Comprimento de carcaça (cm)	96,83	97,33	97,00	94,67	98,50	3,2	NS	
Peso de carcaça quente (kg)	85,32	83,98	84,54	84,72	85,17	1,9	NS	
Peso de carcaça resfriada (kg)	83,45	82,03	82,54	82,92	83,36	2,0	NS	
Rendimento estimado de carcaça (%)	81,68	81,26	81,74	81,77	82,23	1,7	NS	
Perda estimada de carcaça no resfriamento	19,47	21,61	20,68	20,08	19,46	11,8	NS	
Espessura de toucinho (mm) <sup>1</sup>	14,60	14,30	14,50	16,00	15,40	8,3	0,05	
Área de olho de lombo (cm <sup>2</sup> )	48,08	47,64	44,96	46,73	45,85	15,3	NS	
Espessura de toucinho P2 (mm)	12,20	13,50	14,30	15,30	15,20	21,7	NS	
Profundidade de músculo (cm)	6,43	6,15	6,08	6,26	6,30	10,1	NS	
Rendimento estimado de carne na carcaça resfriada (%)	63,41	63,34	63,32	63,23	63,26	0,3	NS	
Quantidade estimada de carne na carcaça resfriada (kg)	51,96	51,17	51,14	51,53	51,71	1,9	NS	

<sup>1</sup> Efeito linear; NS: não significativo.

A análise de variância não detectou influência ( $P \geq 0,05$ ) da glicerina bruta em substituição ao milho nas dietas de suínos em terminação sobre os parâmetros de características de carcaça: comprimento de carcaça, rendimento de carcaça, espessura de toucinho no ponto P2 e área de olho de lombo. Estes resultados estão de acordo com os relatados por MOUROT et al. (1994), LAMMERS et al. (2007b), KIJORA et al. (1995) e BERENCHTEIN (2008) que também não observaram efeito do uso da glicerina bruta em dietas de suínos em crescimento e terminação sobre as características de carcaça.

No entanto foi observado efeito ( $P \leq 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta em substituição ao milho sobre a espessura de toucinho de forma linear crescente segundo a equação:  $\hat{Y} = 14,3655 + 81,6646Gli$  ( $r^2 = 0,53$ ) de acordo com o aumento dos níveis de substituição de milho por glicerina bruta nas dietas de suínos em terminação. Este acréscimo na espessura de toucinho pode ser devido ao destino metabólico do glicerol durante a gliconeogênese, podendo este ser dirigido, dependendo do tecido e do estado nutricional do animal, para o fornecimento de esqueleto carbônico para a gliconeogênese, para a transferência de equivalentes redutores do citosol para a mitocôndria – com geração de 22 ATP, ou como precursor da síntese de triglicerídeos – síntese de novo de ácidos graxos ou como constituinte da molécula do triglicerol. Quando há aumento da concentração de glicose no sangue ocorre à liberação, pelo pâncreas, do hormônio insulina que “sinaliza” as células para que direcione seu metabolismo para síntese de glicogênio e gordura. Sendo assim, o excesso de glicose é transformado em ácidos graxos e estes são armazenados no tecido adiposo na forma de triglicerídeos.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade de carne de suínos machos castrados alimentados com rações contendo glicerina bruta em substituição ao milho

Variável	Porcentagem de milho substituído por glicerol						CV (%)	F
	Controle	4%	8%	12%	16%			
pH inicial	6,42	6,26	6,32	6,29	6,39	3,6	NS	
pH final	5,74	5,74	5,79	5,77	5,72	0,8	NS	
Perda de líquido no descongelamento (g) <sup>1</sup>	12,88	11,26	10,98	10,78	10,11	20,5	0,05	
Perda de líquido por cocção (g)	17,83	17,48	16,94	16,12	15,81	24,2	NS	
Força de cisalhamento (kgf) <sup>1</sup>	3,17	3,07	2,79	2,80	2,77	9,5	0,01	

<sup>1</sup> Efeito linear; NS: não significativo.

Nas análises de qualidade de carne, a análise de variância não detectou ( $P \geq 0,05$ ) qualquer influência da substituição de milho por glicerina bruta nas dietas de suínos em terminação sobre os parâmetros pH inicial, pH final, profundidade de músculo, rendimento de carne na carcaça resfriada e perda de líquido por cocção. Estes resultados são semelhantes aos relatados em outros trabalhos na literatura, (KIJORA et al., 1995; KIJORA; KUPSCH, 1996; BERENCHTEIN, 2008) em que também não foram verificados efeitos negativos sobre os parâmetros de qualidade de carne para os níveis de glicerina nas dietas.

Porém, observou-se efeito ( $P \leq 0,05$ ) dos níveis de substituição de milho por glicerina bruta, sobre os parâmetros perda de líquido no descongelamento de forma linear decrescente, segundo a equação:  $\hat{Y} = 12,4047 - 15,0542G_{li}$  ( $r^2 = 0,86$ ) e força de cisalhamento, de forma linear decrescente, segundo a equação:  $\hat{Y} = 3,13433 - 2,67917G_{li}$  ( $r^2 = 0,84$ ). Estes efeitos são positivos para a qualidade de carne.

O aumento da capacidade de retenção de água proporciona aumento da suculência da carne depois de processada, sendo esta uma propriedade de fundamental importância em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização, podendo ser definida como a capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas como corte, aquecimento, trituração e prensagem. Esta capacidade tem grande importância durante o armazenamento. Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, as perdas de umidade e conseqüentemente de peso durante o armazenamento é grande, ocorrendo geralmente nas superfícies musculares da carcaça exposta à atmosfera durante a estocagem. Uma vez realizado os cortes para a venda, existe uma maior

oportunidade de perda de água em consequência do aumento de superfície muscular exposta à atmosfera.

MOUROT et. al (1994) utilizando 5% de inclusão glicerina bruta oriunda de sebo ou óleo vegetal em dietas para suínos também observaram uma menor perda de água por gotejamento do músculo *Longissimus dorsi*, sugerindo que a inclusão de glicerina bruta na dieta aumenta a capacidade de retenção de água nos músculos, proporcionando uma carne de melhor qualidade.

Efeito positivo para qualidade de carne também é observado no decréscimo da força de cisalhamento com a substituição de milho por glicerina bruta, pois esta é utilizada para avaliar a maciez da carne, sendo este o parâmetro mais importante para o consumidor para julgar a qualidade da carne. Uma força maior para o cisalhamento indica maior dureza da carne. De maneira geral, os valores médios de força de cisalhamento determinados neste trabalho foram menores que 3,2 kgf, valor considerado como o limite entre a maciez e a dureza em carne suína, segundo o NPPC (1999).

## **5- CONCLUSÃO**

A glicerina bruta pode ser utilizada como ingrediente energético em dietas para suínos machos castrados em terminação em substituição ao milho até o nível de 16% sem prejudicar o desempenho, as características de carcaça e melhorando a qualidade de carne.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em 18 de junho de 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaças**. Estrela, 1973. 17 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – BRASIL (ANFAVEA). Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/noticias/biodiesel.html>. Acesso em 18 de junho de 2010

BERNAL, J. Efecto de la inclusión de glicerol o aceite vegetal a dietas com melaza para suínos e aves em crecimiento. **Vet. Mex.** v. 3, p. 9194, 1978.

BERENCHTEIN, B. **Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação**. 2008. 45 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Programa Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BERGMAN, E. N.; STARR, D. J. e REULEIN, S. Glycerol metabolism and gluconeogenesis in the normal and hypoglycemic ketonic sheep. *American Journal Physiology*, v. 215. 1968. p. 874-880.

BEST, P. Increased biofuel production will grow supplies og by-products: Glycerine gives na energy option. *Feed International*, Los Gatos, v.55, n.12, p.20-21, dec. 2006.

BIODIESEL BR. Disponível em <http://www.biodieselbr.com> Acessado em 16 de maio de 2010.

BILGEN, S.; KELES, S.; KAYGUSUZ, A.; SARI, A.; KAYGUSUZ, K.; *Renew. Sust. Energ.Rev.*DOI:10.1016/j.rser.2006.07.016

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína** 1ª edição. Londrina: Midiograf, p. 97, 2007.

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

CHAMBERS, W. H.; DEUEL, H. J. **Journal of Biological Chemistry**. v. 65, p. 21-29, 1925.

DINIZ, G. De coadjuvante a protagonista: glicerina bruta obtida na produção de biodiesel pode ter muitas aplicações. **Ciência Hoje On-line**, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br?controlpanel/materia/view/3973>. Acesso em 22 de novembro de 2009.

DOZIER, W. A. et al. 2008. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin for Broiler Chickens. *Poult.Sci.* 2008. 87:317-322.

EXPEDITO, J. de S. Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado. Rede Baiana de Biocombustíveis, Salvador -BA, 2003.

GONÇALVES, V. L. C. Biogásolina: produção de éteres e ésteres de glicina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL , 1., 2006, Brasília. Anais: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2006. p. 14-19.

GROESBECK, C. N. 2002. The Effect of Feed Ingredients on Feed Manufacturing and Growth Performance of Pigs. [krex.ksu.edu/dspace/bitstream/2097/523/1/CrystalGroesbeck2007.pdf](http://krex.ksu.edu/dspace/bitstream/2097/523/1/CrystalGroesbeck2007.pdf)

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

GUIDONI, A. L. Melhoria de Processos para a Tipificação e Valorização de Carcaças Suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000. Concórdia: EMBRAPA – CNSA, 2000. p. 221 – 234.

HILL, J.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; TIFFANY, D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol: 103, Issue:30, pages 11206 – 11210. July, 2006.

HOLTKAMP, D.; ROTTO, H.; GARCIA, R. Economic cost of major health challenges in large us swine production systems - Part 2. Swine News, North Carolina State University, v. 30, n. 4, May 2007.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC) 1993. Disponível em: <http://www.iupac.org> . Acesso em 20 de junho de 2010.

IVERSEN, P. et al. Tenderisation of pork as affected by degree of cold-induced shortening. **Meat Science**, v.40, p.171-181, 1995.

KERR, B. J.; HONEYMAN, M.; LAMMERS, P. Feeding Bioenergy Coproducts to Swine. Iowa Pork Industry Center, 2008.

KIJORA, C.; BERGNER, H.; KUPSCH, R. D.; HAGEMANN, L. Glycerol as a feed component in fattening pigs. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v.47, n. 4,p. 345-360, 1995.

KIJORA, C.; KUPSCH, R. D. Evaluation of technical glycerols from “Biodiesel” production as a feed component in fattening of pigs. *Lipid-Fett*, Weinheim, v. 98, p 240-245, 1996.

KIJORA, C.; KUPSCH, R. D.; BERGNER, H.; WENK, C.; PRABUCKI, A. L. Comparative investigation on the utilization of glycerol, free fatty acids in combination with glycerol and vegetable oil in fattening of pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Foulum, v. 77, n.3, p. 127-138, 1997.

KÖPPEN, W. Climatologia com um estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.

LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B. J.; WEBER, T. E. Growth and performance of nursery pigs fed crude glycerol. Ames: Iowa State University Animal Industry Report, 2007a. (Supplement).

LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B.J.; WEBER, T.E.; BREGENDAHL, K. Growth performance and carcass characteristics of growing pigs fed crude glycerol. In: 2007 JOINT ANNUAL MEETING OF AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2007, San Antonio. **Proceedings...** Stanford: Highwire Press Stanford University, 2007b. p. 508.

LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; BREGENDAHL, K.; KERR, B. J; WEBER, T.; DOZIER, W. A.; KIDD, M. T. Energy value of crude glycerol fed to pigs. Ames: Iowa State University Animal Industry Report, 2007c. (Supplement).

LAMMERS, P. J. et al. 2008. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *Poult.Sci.* 2008 87:104-107.

LAMMERS, P.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; DOZIER, W. A.; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K; HONEYMAN, M. Diestible and metabolizable energy of crud glycerol for growing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 86, p. 602-608, 2008a.

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

LEAL, P. M.; NÃÃS I. A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L. A. B.; MAGALHÃES, P. S. G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP : Unicamp. 1992. p.121-135.

LIN, M. H.; ROMSOS, D. R.; LEVEILLE, G. A. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. **Journal of Nutrition**, v. 106, p. 1668-1677, 1976.

LIN, E. C. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. Annual Review of Biochemistry, Palo Alto, v.46, p. 465-495, 1977.

MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. Disponível em [http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol\\_2009-03-13.pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol_2009-03-13.pdf). Acesso em 15 de agosto de 2010.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (MAPA). INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 3, DE 17 DE JANEIRO DE 2000. **REGULAMENTO TÉCNICO DE MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO PARA O ABATE HUMANITÁRIO DE ANIMAIS DE AÇOUGUE**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 25 de outubro de 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (MAPA). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 28 de outubro de 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Disponível em: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br). Acesso em 15 de junho de 2010.

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.

National Pork Producers Council (NPPC). 1999. Pork Quality Targets. Disponível em: <http://www.nppc.org>. Acessado em: 30 de setembro de 2010.

OISTI Ò OFFICE OF SCIENTIFIC & TECHNICAL INFORMATION - 2007 <http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/837189-Yhbgdr/native/837189.pdf>. Acessada em abril de 2010.

OLIVEIRA, L. B.; MUYLAERT, M. S.; ROSA, L. P.; BARATA, M.; ROVERE, E.  
Renew. Sust. Energ.Rev. DOI:10.1016/j.rser.2006.10.013

PARENTE, E. J. de S. 2003. Biodiesel – Uma aventura tecnológica num país engraçado. Editora Unigráfica: Fortaleza-CE.

PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis. Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de política agrícola**, Brasília, v. 1, p. 31-41, 2005.

PIESKER, M. e Y. DERJANT-LI. 2006. Glycerol in Animal Nutrition - Versatile co-product of biodiesel production. Feedmagazine Kraftfutter.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. L. N.; REZENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A.; ANDRADE, J. B. de. Produção brasileira de biodiesel. Journal of the Brazilian Chemical Society, Campinas, v.16, p. 1313, 2008.

PLUSKE, J. Evaluation of glycerine as co-product of biodiesel production for the pig industry . Subiaco: Pork Co-operative Research Center, 2007. 200p. (Supplement).

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Textura e maciez da carne. In: RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. (Eds.) Avaliação da Qualidade de Carnes, Fundamentos e Metodologias. Viçosa: Editora UFV, 2007. v. 1, cap. 8, p. 438-444.

RAMOS, L. P. (2000). Aproveitamento integral de resíduos agrícolas e agro-industriais. Disponível em:  
[http://www.asfagro.org.br/trabalhos\\_tecnicos/biodiesel/combustível](http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/biodiesel/combustível). Acesso em 13 de junho de 2010.

ROBERGS, R. A. e GRIFFIN, S. E. 1998. Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. Sports.Med. 26:145-167.

ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos; Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2ª Edição, Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 186 p. 2005.

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.

SOUSA, G. S.; PIRES, M. M.; ALVES, J. M. Análise da potencialidade da produção de biodiesel a partir de óleos vegetais e gorduras residuais. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UESC, 11, 2006, Santa Cruz. Anais... Santa Cruz: UESC, 2006. p. 477-478.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0). 2000.

WAGNER, H. Glycerol in animal feeding – a byproduct of alternative fuel production. Muhle Mischfuttertechnik, v. 131, p. 621-622, 1994

WALDROUP, P. 2006. Glycerine, a byproduct of biodiesel production, can be used as a dietary supplement for growing broiler chickens. University of Arkansas. Arkansas Agricultural Experiment Station.