

LETÍCIA SILVA DE FREITAS

**AVALIAÇÃO DE SUBPRODUTO DOS GRÃOS DE MILHO  
OBTIDO DA PRODUÇÃO DE ETANOL EM RAÇÃO  
PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

LETÍCIA SILVA DE FREITAS

**AVALIAÇÃO DE SUBPRODUTO DOS GRÃOS DE MILHO  
OBTIDO DA PRODUÇÃO DE ETANOL EM RAÇÃO PARA  
SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

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

APROVADA: 11 de fevereiro de 2009.

---

Prof. Juarez Lopes Donzele  
(Co-orientador)

---

Dr. Ary Ferreira de Freitas  
(Co-orientador)

---

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

---

Prof. Paulo César Brustolini

---

Prof. Darci Clementino Lopes  
(Orientador)

*A Deus.*

*Aos meus pais maravilhosos, Ary e Vera.*

*Aos meus irmãos, Marcelo e Priscilla.*

*Ao Glenn, meu amor, meu amigo e meu  
companheiro.*

*Aos meus familiares, e aos meus “pais  
americanos”, Paula e Sam.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e pelo programa de estágio de doutorando no exterior (PDEE).

Ao Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da UFV, pelo apoio.

À Universidade da Georgia (UGA), de Athens, GA, EUA, por tornar possível a execução deste trabalho.

Aos professores Darci Clementino Lopes e Michael J. Azain, pela orientação na execução dos trabalhos.

Ao Thomas Glaze e à Sherie Hulsey, e aos funcionários do Centro de Suínos do Departamento de Zootecnia da UGA, pelo auxílio na conclusão do trabalho.

Aos colegas de trabalho Tsung Cheng Tsai, Paul Cline e Chris Stevens, pela ajuda na condução do experimento.

Aos suínos, que apesar do estresse causado pela pesquisa contribuíram para uma fase muito importante na minha vida profissional.

Ao meu pai, Ary Ferreira de Freitas, e aos professores Juarez Lopes Donzele e Rita Flávia Miranda de Oliveira, pelo apoio e incentivo acadêmico desde os trabalhos de graduação.

Aos membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões, que muito contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Ao Glenn Cowan, pelo seu amor, pelas mudanças maravilhosas na minha vida e pelo suporte nas horas difíceis.

À Leslie, pela companhia na primeira etapa do doutorado e por trazer alegria no dia-a-dia.

Ao Duncan, pela companhia na segunda etapa do doutorado, pelas bagunças no dia-a-dia e por ter aprendido mais comigo do que com o Glenn.

Aos meus amigos da Pós-Graduação e dos Estados Unidos, pelo apoio e pelas sugestões.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

LETÍCIA SILVA DE FREITAS, filha de Ary Ferreira de Freitas e de Vera Lúcia Silva de Freitas, nasceu em Juiz de Fora-MG, em 12 de novembro de 1979.

Em março de 1999, iniciou o Curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa (UFV), graduando-se em janeiro de 2004.

Em março de 2004, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, da UFV, submetendo-se à defesa de tese em julho de 2005.

Em agosto desse mesmo ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, também em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, na UFV.

De fevereiro de 2007 a janeiro de 2008, realizou o estágio de doutorando na Universidade da Geórgia, nos Estados Unidos.

Em 11 de fevereiro de 2009, submeteu-se à defesa de tese, obtendo o título de *Doctor Scientiae* em março de 2009.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
Efeito do subproduto dos grãos de milho obtido da produção de etanol em ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação .....	14
Resumo.....	14
Abstract .....	15
1. Introdução .....	16
2. Material e métodos.....	17
3. Resultados e discussão .....	21
4. Conclusões.....	28
5. Referências bibliográficas .....	28
Efeito da gordura hidrogenada e do subproduto dos grãos de milho obtido da produção de etanol em ração sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação .....	31
Resumo.....	31
Abstract .....	32

	<b>Página</b>
1. Introdução .....	33
2. Material e métodos.....	34
3. Material e métodos.....	37
4. Conclusões.....	48
5. Referências bibliográficas .....	48

## RESUMO

SILVA, Leticia Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009.  
**Avaliação de subproduto dos grãos de milho obtido da produção de etanol em ração para suínos em terminação.** Orientador: Darci Clementino Lopes. Co-orientadores: Juarez Lopes Donzele e Ary Ferreira de Freitas.

Foram conduzidos dois experimentos para avaliar o efeito da inclusão de DDGS de milho na ração de suínos na fase de terminação sobre o desempenho e características de carcaça. No experimento I, foram utilizados 72 animais, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, em um arranjo fatorial 3 x 2 (0, 10 e 20 % de DDGS x suínos machos castrados e fêmeas), com três repetições e quatro animais do mesmo sexo por unidade experimental. Os machos castrados alimentados com 0% de DDGS apresentaram maior ganho de peso diário médio do que com DDGS. O consumo de ração diário médio e a conversão alimentar não variaram entre os tratamentos. A taxa de marmoreio do lombo foi maior nos animais com 20% de DDGS do que com 0 %. As fêmeas que receberam ração contendo 10 % de DDGS apresentaram espessura de toucinho da barriga maior na região ventral do que aquelas com 0%. A inclusão de até 20 % de DDGS de milho na ração não é viável para machos castrados, pois piora o desempenho dos animais, no entanto não afeta o desempenho e as características de carcaça de fêmeas na fase de terminação. No experimento II, foram utilizados 80 animais, distribuídos em blocos ao acaso, em um arranjo fatorial 2 x 2 x 2 (0 e 30 % de DDGS x 0 e 4 % de gordura hidrogenada x machos castrados e fêmeas), com duas

repetições e cinco animais do mesmo sexo por unidade experimental. O ganho de peso diário e o consumo de ração foram menores para os animais que receberam as rações com 30 % de DDGS, e não foram influenciados pela inclusão de gordura. A conversão alimentar piorou nos animais que receberam DDGS, no período de 1 a 14 dias, mas não foi influenciada pela adição de gordura ou pelo sexo. A área de olho de lombo foi menor para os machos castrados que receberam DDGS e gordura na ração. Os teores de ácido linoléico e eicosadienóico aumentaram nos tecidos dos animais que receberam DDGS na ração, exceto no lombo, e de ácido oléico reduziu, com exceção na gordura da barriga, independente da adição de gordura hidrogenada. Conclui-se que a inclusão de 30 % de DDGS na ração, independente do nível de gordura hidrogenada, reduz o desempenho e não melhora a qualidade de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas.

## ABSTRACT

SILVA, Leticia Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2009.  
**Evaluation of subproduct of corn grains obtained from ethanol production in ration for finishing pigs.** Adviser: Darci Clementino Lopes. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Ary Ferreira de Freitas.

Two experiments were conducted to evaluate the effect of the inclusion of corn DDGS in the ration for finishing pigs on the growth performance and carcass characteristics. In the experiment I, 72 animals were used, assigned in a randomized block design, in a 3 x 2 factorial arrangement (0, 10 and 20 % of DDGS x barrows and gilts), with three replicates and four animals of the same gender per experimental unit. The barrows fed with 0 % of DDGS had higher average daily weight gain than with DDGS. The average daily feed intake and feed conversion ratio did not vary between the treatments. The marbling of the loin was higher in the animals with 20 % of DDGS than with 0 %. The gilts that received ration containing 10 % of DDGS had a higher belly thickness in the ventral region than those with 0 %. The inclusion of up to 20 % of corn DDGS in the ration it's not viable for barrows due to the worsening of the growth performance, nevertheless, it does not affect the growth performance and the carcass characteristics of gilts in the finishing phase. In the experiment II, 80 animals were used, assigned in a randomized block design, in a 2 x 2 x 2 factorial arrangement (0 and 30 % of DDGS x 0 and 4 % of hydrogenated fat x barrows and gilts), with two replicates and five animals of the same gender per experimental unit. The daily weight

gain and feed intake were lower for the animals that received rations with 30 % of DDGS, and were not influenced by the fat. The feed conversion ratio got worse in the animals that received DDGS in the 1 to 14 days period, but was not influenced by the fat addition or the gender. The loin eye area was smaller for the barrows that received DDGS and fat in the ration. The linoleic and eicosadienoic acid contents increased in the tissues of the animals that received DDGS in the ration, except in the loin, and the oleic acid reduced, except in the belly fat, independent of the hydrogenated fat addition. It was concluded that the inclusion of 30 % of DDGS in the ration, independent of the hydrogenated fat level, reduces the performance and does not improve the carcass characteristics of barrows and gilts.

## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

Nos Estados Unidos o milho é utilizado na alimentação humana e animal, como também na produção do combustível etanol. O consumo de etanol aumentou significativamente nos últimos anos, entretanto a produção de milho não acompanhou o aumento da produção do etanol, gerando preocupações em relação à demanda do milho.

O subproduto dos grãos de milho obtido da fabricação de etanol, o DDGS, é produzido através da moagem do milho, de seu cozimento, fermentação e destilação. Adicionalmente, esse processo envolve a centrifugação do destilado para separação da porção líquida, que é submetida ao processo de evaporação e, então, reinserida ao destilado, para finalmente realizar sua secagem.

O DDGS possui alto teor de fibra, por isso foi um alimento utilizado principalmente na dieta de ruminantes. No entanto, o desenvolvimento de novas tecnologias de obtenção de etanol a partir do milho tem proporcionado um subproduto de melhor valor nutricional, com maior digestibilidade de aminoácidos e disponibilidade de fósforo, podendo ser adicionado às dietas de animais monogástricos e, possivelmente, propiciar bom desempenho.

O conteúdo de proteína e de lipídeo do DDGS é aproximadamente três vezes maior que o do milho, pelo fato de a maior parte do amido ser utilizada no processo de fermentação na produção do etanol, concentrando os demais nutrientes restantes.

A inclusão de DDGS na dieta para suínos permite a redução do milho, do farelo de soja e do fosfato bicálcico, porém exige o aumento da fonte de cálcio na ração.

A preocupação com o fornecimento de DDGS na dieta de suínos está relacionada aos efeitos que este alimento possa ter sobre a carcaça dos animais, devido à sua composição em termos de lipídeo, que pode afetar o perfil da gordura, especialmente da barriga, elevando o conteúdo de ácidos graxos insaturados.

Neste sentido, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de DDGS de milho na dieta para suínos na fase de terminação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A crescente demanda de etanol nos Estados Unidos tem resultado em aumento significativo na utilização de milho para sua produção (SHAPOURI *et al.*, 2002), o que aumenta a demanda pelo milho no país e causa elevação de seu preço não somente nos EUA, mas também em países exportadores como o Brasil, tornando-se um problema para a alimentação animal (NEVES, 2006).

O custo dos alimentos energéticos em geral, além do milho, provavelmente irá aumentar nos próximos anos, enquanto para os alimentos proteicos estima-se redução nos preços (HICKLING, 2006), devido à utilização de grãos para produção de combustível e, conseqüentemente, ao aumento da oferta dos subprodutos desse processo, como o DDGS (STEIN e LANGE, 2007).

O DDGS, de acordo com a definição oficial da *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO), é o subproduto obtido após a remoção de álcool etílico por destilação, a partir da fermentação de um grão ou uma mistura de um grão por uma levedura, secando e concentrando três quartos dos sólidos de uma vinhaça por métodos empregados na indústria de destilaria de grãos (AAFCO, 1995).

O milho tem sido o grão predominantemente utilizado na produção do etanol e do DDGS, apesar de estes também serem produzidos a partir do sorgo, do trigo e da cevada (STEIN *et al.*, 2006). Após a extração do etanol, resulta do processo um subproduto de composição variável (CROMWELL *et al.*, 1993; SPIEHS *et al.*, 2002).

Aproximadamente 40 % do etanol fabricado nos Estados Unidos é produzido por moagem a seco, resultando na produção do DDGS, e 60 % é obtido por moagem do

grão úmido, resultando em um subproduto diferente (RENDLEMAN e HOHMANN, 1993).

A vantagem dos grãos úmidos em relação aos grãos secos ocorre em razão do melhor valor nutricional do alimento, devido à não-exposição ao calor, a qual os grãos secos ficam sujeitos durante a secagem, entretanto são alimentos que, no verão, devem ser consumidos pelos animais em até uma semana, diferentemente do DDGS (ELLIOTT *et al.*, 2006).

Na produção de etanol a partir de 100 kg de milho, usando o método de moagem a seco, obtêm-se cerca de 34 kg de etanol, 34 kg de dióxido de carbono e 32 kg de DDGS (FASTINGER e MAHAN, 2006).

A fermentação do amido que ocorre no processo de produção do etanol se dá à temperatura em torno de 33° C (THOMAS *et al.*, 1996), em pH de aproximadamente 4,0 (NEISH e BLACKWOOD, 1951), e tem duração de 48 a 72 horas (INGLEDEW, 1998).

O DDGS possui concentração de proteína, lipídeo e fibra aproximadamente três vezes maior que a do milho, devido ao fato de a maior parte do amido ser convertida em etanol durante a fermentação (SPIEHS *et al.*, 2002), pela levedura *Sacharomices cereviceae* (OLENTINE, 1986; DAVIS, 2001).

O alto conteúdo de fibra é o principal fator limitante à utilização do DDGS na alimentação de aves e suínos, portanto ele tem sido fornecido principalmente na alimentação de ruminantes (CROMWELL *et al.*, 1993).

De acordo com SRINIVASAN *et al.* (2006), no entanto, processos de peneiramento e elutriação podem ser utilizados para separar a fibra do DDGS, resultando em um produto de melhor valor nutricional e taxa de retorno de 20,5 a 39,5 %, porém, devido aos gastos com equipamentos, estima-se de 2,5 a 4,6 anos para o produtor começar a obter o retorno financeiro.

Outro fator limitante na utilização do DDGS para suínos é a variação na composição nutricional entre as fontes (CROMWELL *et al.*, 1993; FASTINGER e MAHAN, 2006; STEIN *et al.*, 2006; WHITNEY *et al.*, 2006a), por isto tem sido recomendado analisar a composição do DDGS antes de seu fornecimento na alimentação animal, quando adquirido de um novo fornecedor (BATAL e DALE, 2006).

A variação na composição do DDGS ocorre devido à variação genética do milho utilizado (FASTINGER e MAHAN, 2006), à proporção de solúveis adicionados antes

da secagem (OLENTINE, 1986) e ao processamento por calor, à temperatura de aproximadamente 315°C (LUMPKINS e BATAL, 2005), resultando na reação de Maillard (CROMWELL *et al.*, 1993; FASTINGER *et al.*, 2006).

A exposição excessiva do DDGS ao calor leva à redução da disponibilidade de aminoácidos, como a lisina (McGINNIS e EVANS, 1947; WARNICK e ANDERSON, 1968; FRIEDMAN, 1992; FINOT, 2005), como acontece com a exposição do farelo de soja ao calor (PARSONS *et al.*, 1992; LUMPKINS e BATAL, 2005).

O odor e a cor do DDGS são fatores determinantes na predição do valor nutricional deste alimento, especialmente na digestibilidade da lisina (CROMWELL *et al.*, 1993; PENDERSON *et al.*, 2005). O DDGS, segundo SHURSON *et al.* (2004), deve ter coloração dourada ou marrom bem clara e ter cheiro característico de um alimento fermentado e doce.

O DDGS possui maior conteúdo de lipídeo, de energia metabolizável, de lisina e de outros aminoácidos digestíveis do que o milho (WHITNEY *et al.*, 2000; SPIEHS *et al.*, 2002), e também maior disponibilidade de fósforo (WHITNEY e SHURSON, 2001; SHURSON *et al.*, 2004), o que pode torná-lo economicamente vantajoso em substituição ao milho (WHITNEY *et al.*, 2006a).

O DDGS tem se tornado mais disponível no mercado, embora ainda seja um produto de composição variável (BELYEA *et al.*, 1989), o que reflete negativamente em seu valor de mercado (BELYEA *et al.*, 2004).

O conteúdo de proteína do DDGS disponível no mercado tem variado de 27 a 35% (BELYEA *et al.*, 1989). A variação na composição da proteína, nutriente este mais caro da dieta do animal, pode afetar o desempenho dos suínos, e o seu excesso é preocupante em relação ao meio ambiente (BELYEA *et al.*, 2004).

O fornecimento de DDGS na dieta para suínos, devido ao alto conteúdo de proteína presente, eleva a excreção de nitrogênio através das fezes e urina (DE LANGE, 2004), e resulta no aumento da exigência de energia para o catabolismo de aminoácidos e para a síntese de ureia, reduzindo a quantidade de energia que é utilizada para funções produtivas, como verificado por SPIEHS *et al.* (2000), ao alimentar os animais com 20 % de DDGS.

Os altos valores de energia bruta e digestível encontrados no DDGS são devido ao alto teor de lipídeo presente nesse alimento, contudo, também podem variar muito entre as diferentes fontes de DDGS (SPIEHS *et al.*, 2002).

O teor de fósforo disponível no DDGS, de acordo com o NRC (1998), é de 77 %, diferente do encontrado em estudos realizados na Universidade de Minnesota, com 90 % do fósforo disponível (WHITNEY e SHURSON, 2001; SHURSON *et al.*, 2004).

A alta disponibilidade do fósforo no DDGS é resultado da fermentação no processo da produção do etanol (MAHGOUB e EL HAG, 1997; EL HAG *et al.*, 2002) pela levedura *Saccharomices cereviceae* (CARLSON e POULSEN, 2003), sendo um dos fatores mais importantes que caracterizam o DDGS, o que permite a redução da suplementação de fósforo inorgânico e a excreção de fósforo no meio ambiente (SPIEHS *et al.*, 2000), podendo diminuir o custo da alimentação dos animais (SPIEHS *et al.*, 2002).

O DDGS pode ser utilizado na dieta para suínos nas fases de crescimento e terminação, com inclusão de 10 % (CROMWELL *et al.*, 1984; HARPER e FORSYTH, 1998; WHITNEY *et al.*, 2006a) e 20 % (CROMWELL *et al.*, 1983) ou mais, e pode propiciar desempenho equivalente ao de animais alimentados com dietas com milho e farelo de soja (HANSEN *et al.*, 1997; WHITNEY e SHURSON, 2001; DEDECKER *et al.*, 2005).

O DDGS pode ser fornecido na dieta de animais mais jovens (WHITNEY e SHURSON, 2004), no entanto, devido ao alto teor de fibra, a sua utilização em animais na fase de terminação pode propiciar melhor desempenho, pois, de acordo com NOBLET *et al.* (1994), esses animais têm maior habilidade de digerir e metabolizar a energia da dieta, devido à maior população microbiana presente no cólon dos animais.

O índice de iodo, utilizado como indicador do teor de ácidos graxos insaturados, pode aumentar com a inclusão de DDGS na dieta dos animais para 70,6 e 72 g I<sub>2</sub>/100 g de lipídeo quando se inclui 20 e 30 % de DDGS, respectivamente (WHITNEY *et al.*, 2006a), valor este um pouco acima do caracterizado por Lea *et al.* (1970) para lipídeo de suíno de qualidade (70).

O aumento do índice de iodo ocorre devido à elevação do teor de ácido graxo insaturado na carcaça, que resulta na redução da firmeza da gordura abdominal (WHITNEY *et al.*, 2006a) e na redução da relação ácido graxo saturado: insaturado da carcaça (WHITNEY *et al.*, 2007), refletindo negativamente sobre o preço da carcaça (IRIE e SAKINOTO, 1992), especialmente com a inclusão de mais de 20 % de DDGS na dieta de suínos na fase de terminação (STEIN e LANGE, 2007).

Por outro lado, a inclusão de DDGS na dieta dos animais pode resultar na redução do consumo, como observado por vários autores (HENRY *et al.*, 1992; HAHN *et al.*, 1995; HENRY, 1995; FU *et al.*, 2004; WHITNEY e SHURSON, 2004; WHITNEY *et al.*, 2006a). De acordo com HASTAD *et al.* (2005), esse fato ocorre devido à baixa palatabilidade do DDGS, que pode ser contornada com a adição de flavorizante. A redução do consumo de ração dos animais também pode ser devido ao aumento da densidade energética da dieta, segundo Azain (2001), com o aumento do teor de lipídeo do DDGS.

A inclusão de DDGS na dieta de suínos na fase de terminação não influencia o sabor da carne, segundo Stein (2007), portanto não se diferencia o sabor da carne suína de um animal alimentado com DDGS ou somente com milho e farelo de soja.

O DDGS pode influenciar a saúde do intestino de suínos na fase de terminação, em casos de inflamação no íleo causada pela *Lawsonia intracellularis*, (WHITNEY *et al.*, 2003), reduzindo a mortalidade dos animais (COOK *et al.*, 2005).

A *Lawsonia intracellularis* é uma bactéria microaerófila que atua sobre os enterócitos, principalmente na região da cripta, gerando hemorragia e redução da espessura da mucosa intestinal (WHITNEY *et al.*, 2006b).

A ação do DDGS sobre a saúde intestinal pode ser devido ao alto seu teor de fibra insolúvel (SHURSON *et al.*, 2000). O fornecimento de maior teor de fibra insolúvel na dieta dos animais aumenta o fluxo intestinal, disponibilizando menos substratos para os micro-organismos presentes no trato gastrointestinal, causando redução de patógenos (HAMPSON, 1999) e, conseqüentemente, lesão intestinal e ileíte causada por eles (Whitney *et al.*, 2003).

O DDGS também possui leveduras que permanecem no produto após o processo de fermentação na produção de etanol, e estas são excelentes fontes de mananoliogossacarídeos (MOS), que atuam como sítios de ligação para essas bactérias, evitando a adesão desses patógenos na mucosa intestinal (ROPPA, 2006).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF AMERICAN OF FEED CONTROL OFFICIALS. **Official Publication**. Atlanta, Georgia, USA. 1995.

AZAIN, M. J. Fat in swine nutrition. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. (Ed.). **Swine nutrition**. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. p. 95-105.

BATAL, A. B.; DALE, N. M. True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 15, p. 89-93, 2006.

BELYEA, R. L.; STEEVENS, B. J.; RESTREPO, R. R. et al. Variation in composition of by-product feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 2339-2345, 1989.

BELYEA, R. L.; RAUSCH, K. D.; TUMBLESÓN, M. E. Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. **Bioresource Technology**, v. 94, p. 293-298, 2004.

CARLSON, D.; POULSEN, D. Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed-effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature. **Animal Feed Science and Technology**, v. 103, p. 141-154, 2003.

COOK, D.; PATON, N.; GIBSON, M. Effect of dietary level of distillers dried grains with solubles (DDGS) on growth performance, mortality, and carcass characteristics of Grow-finish barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 83 (S-1), p. 335, 2005.

CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S.; MONEGUE, H. J. et al. Distillers dried grains with solubles for growing-finishing swine. **Research Report**, n. 274, Kentucky Agric. Exp. Sta., Lexington, 1983. p. 30-32,

CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S.; MONEGUE, H. J. et al. Distillers dried grains with solubles for growing-finishing swine. **Research Report**, n. 284, Kentucky Agric. Exp. Sta., Lexington, 1984. p. 15-16.

CROMWELL, G. L.; HERKELMAN, K. L.; STAHLY, T. S. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 679- 686, 1993.

DAVIS, K. Corn milling, processing and generation of coproducts. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE AND MINNESOTA CORN GROWERS ASSOCIATION TECHNICAL SYMPOSIUM, 2001. **Proceedings...** Bloomington, MN, 2001. p. 1-7.

DE LANGE, C.F.M. A systems approach to optimizing phosphorus and nitrogen utilization in the growing pig. In: WESTERN NUTRITION CONFERENCE, 25., 2004. **Proceedings...** Saskatoon, SK, 2004. p. 226-246.

DEDECKER, J. M.; ELLIS, M.; WOLTER, B. F. *et al.* Effects of dietary level of distillers dried grains with solubles and fat on the growth performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83 (S-2), p. 79, 2005.

EL HAG, M. E.; EL TINAY, A. H., YOUSIF, N. E. Effect of fermentation and dehulling on starch, total polyphenols, phytic acid content and in vitro protein digestibility of pearl millet. **Food Chemistry**, v.77, p. 193-196, 2002.

ELLIOTT, D. C.; MAGNUSON, J. K.; WEND, C. F. Quantifying biomass resources for hydrothermal processing. **Battelle memorial institute**, p. 1-16, 2005.

FASTINGER, N. D.; MAHAN, D. C. Apparent and true ileal amino acid and energy digestibility and weanling pig performance of five sources of distillers dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v.83 (S-2), p.54, 2005.

FASTINGER, N.D., MAHAN, D.C.. Determination of the ileal amino acid and energy digestibilities of corn distillers dried grains with solubles using grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1722-1728, 2006.

FASTINGER, N. D.; LATSHAW, J. D.; MAHAN, D. C. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles in adult cecectomized roosters. **Poultry Science**, v. 85, p. 1212-1216, 2006.

FINOT, P. A. The absorption and metabolism of modified amino acids in processed foods. **Journal of AOAC International**, v. 88, p. 894-903, 2005.

FRIEDMAN, M. Dietary impact of food processing. **Annual Reviews in Nutrition**. v. 12, p. 119-137, 1992.

FU, S. X.; JOHNSTON, M.; FENT, R. W. et al. Effect of corn distiller's grains with solubles (DDGS) on growth, carcass characteristics, and fecal volume in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82 (S-2), p. 50, 2004.

- HAHN, J. D., BIEHL, R. R., BAKER, D. H. Ideal digestible lysine level for early- and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 773-784, 1995.
- HAMPSON, D. J.; MCDONALD, D. E.; PETHICK, D. W. et al. Adverse effects of soluble non-starch polysaccharide (guar gum) on piglet growth and experimental colibacillosis immediately after weaning. **Research in Veterinary Science**, v. 67, p. 245-250, 1999.
- HANSEN, E. L.; LIBAL, G. W.; PETERS, D. N. et al. Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in phase fed growing and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 75 (S-1), p. 194, 1997.
- HARPER, A.; FORSYTH, D. Relative value of feedstuffs for swine. In: **Pork industry handbook**. Ames: Iowa State University Extension, 1998. 143 p.
- HASTAD, W.; NELSSSEN, J. L.; GOODBAND, R. D. et al. Effects of dried distillers grains with solubles on feed preferences in growing pigs. **Journal of Animal Science (ASAS/ADSA Midwest Meeting)**, v. 83 (S-2), p. 73, 2005.
- HENRY, Y. Effects of dietary tryptophan deficiency in finishing pigs, according to age or weight at slaughter or live weight gain. **Livestock Production Science**, v. 41, p. 63, 1995.
- HENRY, Y.; COLLEAUX, Y.; SEVE, B. Effects of dietary level of lysine and of level and source of protein on feed intake, growth performance, and plasma amino acid pattern in the finishing pig. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 188, 1992.
- HICKLING, D. What impact will the biodiesel initiative have on the Prairie Feed Industry. In: PRE-CONFERENCE SYMPOSIUM OF THE WESTERN NUTRITION CONFERENCE, 27., 2006. **Proceedings...** Winnipeg, MB, Canada, 2006. CDROM.
- INGLEDEW, W. M. Alcohol production by *Saccharomyces cerevisiae*: A yeast primer. In: JACQUES, K. A.; LYONS, T. P.; KELSALL, D. R. (Ed.). **The alcohol textbook**. 3. ed. Nottingham, UK: Nottingham University Press. 1998, p. 49-87.
- IRIE, M.; SAKIMOTO, M. Fat characteristics of pigs fed fish oil containing eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 470-477, 1992.
- LEA, C. H.; SWOBODA, P. A. T.; GATHERUM, D. P. A chemical study of soft fat in crossbred pigs. **Journal of Agricultural Science Camb.**, v. 74, p. 1-11, 1970.
- LUMPKINS, B. S.; BATAL, A. B. The bioavailability of lysine and phosphorus in distillers dried grains with solubles. **Poultry Science**, v. 84, p. 581-586, 2005.
- MAHGOUB, S. E. O.; EL HAG, S. A. Effect of milling, soaking, malting, heat-treatment and fermentation on phytase level of four Sudanese sorghum cultivars. **Food Chemistry**, v. 61, p. 77-80, 2001.

- MCGINNIS, J.; EVANS, R. J. Amino acid deficiencies of raw and over-heated soybean oil meal for chicks. **Journal of Nutrition**, v. 34, p. 725-732, 1947.
- NEISH, A. C.; BLACKWOOD, A. C. Dissimilation of glucose by yeast at poised hydrogen ion concentrations. **Canadian Journal of Technology**, v. 29, p. 123-129, 1951.
- NEVES, T. “Efeito etanol” ja turbina o Mercado brasileiro de milho. **Diario da Serra**. Tangara da Serra, p. 10, 2006.
- NOBLET, J.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Effect of body weight on net energy value of 402 feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 648-657, 1994.
- NRC. Nutrient Requirements of Swine. 10<sup>th</sup> revised edition. Washington, DC: National Academy Press, 1998.
- OLENTINE, C. G. Ingredients profile: Distillers feeds. In: DISTILLERS FEED CONFERENCE, 41., 1986. Distillers Feed Research Council. **Proceedings...** Cincinnati, OH, 1986. p. 12-24.
- PARSONS, C. M.; HASHIMOTO, K.; WEDEKIND, K. J. et al. Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. **Poultry Science**, v. 71, p. 133-140, 1992.
- PENDERSON, C.; PAHM, A.; STEIN, H. H. Effectiveness of *in vitro* procedures to estimate CP and amino acid digestibility coefficients in dried distillers grain with solubles by growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83 (S-2), p. 39, 2005.
- RENDLEMAN, C. M.; HOHMANN, N. The impact of production innovations in the fuel ethanol industry. **Agribusiness New York**, v. 9, p. 217-231, 1993.
- ROPPA. Promotores naturais de crescimento. **Especial ave world. A Revista do Avicultor Moderno**, São Paulo, p. 1-16, 2006 (ed. Especial).
- SHAPOURI, H.; DUFFIELD, J. A.; WANG, M. The energy balance of corn ethanol: an update. **Agricultural Economic Report**, Washington, v. 813, 2002.
- SHURSON, G. C.; WHITNEY, M. H.; SPIEHS, M. J. et al. The value of distiller's dried grains with solubles produced from newer ethanol plants in Minnesota and South Dakota. In: LYONS, T. P.; COLE, D. J. A. (Ed.). **Concepts in pig science**, Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2000. p. 47-62.
- SHURSON, G.; SPIEHS, M.; WHITNEY, M. The use of maize distillers dried grains with solubles in pig diets. **Pig News and Information**, v. 25, p. 75N-83N, 2004.
- SPIEHS, M. J.; WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. et al. Odor characteristics of swine manure and nutrient balance of grow-finish pigs fed diets with and without distillers dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v. 78 (S-2), p. 69, 2000.

SPIEHS, M. J.; WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2639-2645, 2002.

SRINIVASAN, R.; SINGH, V.; BELYEA, R. L. et al. Economics of fiber separation from distillers dried grains with solubles (DDGS) using sieving and elutriation. **Cereal Chemistry**, v. 83, n. 4, p. 324-330, 2006.

STEIN, H. H.; GIBSON, M. L.; PENDERSEN, C. et al. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 853-860, 2006.

STEIN, H. Feeding DDGS to pigs: what is new. In: SWINE NUTRITION CONFERENCE, 2007. Indianapolis, Indiana. **Proceedings...** Indianapolis, Indiana: 2007, p. 37-41.

THOMAS, K. C.; HYNES, S. H.; INGLEDEW, W. M. Practical and theoretical considerations in the production of high concentrations of alcohol by fermentation. **Process Biochemistry**, v. 31, p. 321-331, 1996.

WARNICK, R. E.; ANDERSON, J. O. Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and effects of heat upon availability of essential amino acids. **Poultry Science**, v. 47, p. 281-287, 1968.

WHITNEY, M. H.; SPIEHS, M. J.; SHURSON, G. C. et al. Apparent ileal amino acid digestibilities of corn distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v. 78 (S-1), p. 185, 2000.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Availability of phosphorus in distillers dried grains with solubles for growing swine. **Journal of Animal Science**, v. 79 (S-1), p. 108, 2001.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; JOHNSTON, L. J. et al. Growth performance and carcass characteristics of grow-finish pigs fed increasing levels of distiller's dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 108, 2001.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; GUEDES, R. M. et al. Effect of corn distillers dried grains with solubles (DDGS) and/or antimicrobial regimen on the ability of growing pigs to resist a *Lawsonia intracellularis* challenge. **Journal of Animal Science**, v. 81(S-2), p. 44, 2003.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Growth performance of nursery pigs fed diets containing increasing levels of corn distillers dried grains with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 122-128, 2004.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C., JOHNSTON, L. J. et al. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain

with solubles originating from a modern Midwest ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3356-3363, 2006a.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; GUEDES, R. C. Effect of dietary inclusion of distillers dried grains with solubles on the ability of growing pigs to resist a *Lawsonia intracellularis* challenge. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1860-1869, 2006b.

WHITNEY, M. H.; DONKIN, S. S.; LATOUR, M. A. Effects of dried distillers grains and conjugated linoleic acid on gene expression for key enzymes in fatty acid synthesis. In: ADSA/ASAS/AMPA/PSA JOINT ANNUAL MEETING, 2007, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio, TX, 2007, p. 620.

## **Efeito do subproduto dos grãos de milho obtido da produção de etanol em ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação**

**Resumo:** O estudo foi conduzido para avaliar o efeito da adição de 0, 10 e 20 % de DDGS na ração de suínos machos castrados e fêmeas sobre o desempenho e as características de carcaça. Foram utilizados 72 animais, com três repetições e quatro animais do mesmo sexo por unidade experimental. O peso e o consumo de ração foram medidos semanalmente. No final do experimento, um animal por baía foi abatido para coleta de amostras de gordura perirenal, da barriga, do dorso e do lombo, para determinação do teor de lipídeo, e de gordura da barriga e do lombo, para perfil de ácidos graxos. Foram avaliados pH, cor, marmoreio e firmeza do lombo, espessura de toucinho e área de olho de lombo, e rigidez e espessura de toucinho da barriga. Os machos castrados alimentados com 0 % de DDGS apresentaram maior ganho de peso diário médio do que com DDGS. O consumo de ração diário médio e a conversão alimentar não variaram entre os tratamentos. O DDGS não afetou a área do olho do lombo e a espessura de toucinho. O pH do lombo foi menor para os machos castrados sem o DDGS do que com 10 % de DDGS, mas maior do que com 20 % de DDGS. Não foi observada diferença na cor do lombo entre os tratamentos. A taxa de marmoreio do lombo foi maior nos animais com 20% de DDGS do que com 0 %. Os níveis de DDGS da ração não influenciaram a firmeza e o escore L do lombo, porém a firmeza foi maior para as fêmeas do que para machos castrados e o L foi maior para os machos. As fêmeas que receberam ração com 10 % de DDGS apresentaram  $ET_b$  maior na região ventral do que aquelas com 0%. A rigidez e a espessura de toucinho da barriga e o teor de lipídeo e a umidade da carcaça não variaram entre os tratamentos. Os teores dos ácidos graxos palmitoleico e linolênico diminuíram no lombo, nos níveis correspondentes de 10 e 20 % de DDGS, e o ácido graxo esteárico foi maior nos machos. A inclusão de até 20 % de DDGS de milho na ração não é viável para machos castrados, pois piora o desempenho dos animais, no entanto não afeta o desempenho e as características de carcaça de fêmeas na fase de terminação.

**Palavras-chave:** ácido graxo insaturado, etanol, lipídeo.

## **Effect of subproduct of corn grains obtained from ethanol production in ration on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs**

**Abstract:** The study was conducted to evaluate the effect of the addition of 0, 10 and 20 % of DDGS in the ration for barrows and gilts on the performance and carcass characteristics. Seventy two animals were used, with three replicates and four animals of the same gender per experimental unit. Weight and feed consumption were measured weekly. In the end of the experiment, one pig per pen was slaughtered to collect samples of leaf fat, belly fat, backfat and the loin for determination of lipid content, and belly fat and the loin for fatty acid profile. pH, color, marbling and firmness of the loin, fat depth and loin eye area, and belly flop and thickness were evaluated. The barrows fed with 0 % of DDGS had higher average daily weight gain than with DDGS. The average daily feed intake and feed conversion ratio did not vary between the treatments. The DDGS did not affect the loin eye area and the fat depth. The pH of the loin was lower for the barrows without DDGS than with 10 % of DDGS, but higher than with 20 % of DDGS. No difference in the color of the loin was observed between the treatments. The marbling of the loin was higher in the animals with 20 % of DDGS than with 0 %. The level of DDGS in the ration did not influence the loin firmness and the L score, however, the firmness was higher to the gilts than to the barrows, and the L was higher for the barrows. The gilts that received ration containing 10 % of DDGS had a higher belly thickness in the ventral region than those with 0 %. The belly thickness and belly flop, and the lipid content and moisture of the carcass did not vary between the treatments. The palmitoleic and the linolenic acid contents decreased in the loin, for the respective levels of 10 and 20 % of DDGS, and the stearic acid was higher for the barrows. The inclusion of up to 20 % of corn DDGS in the ration it's not viable for barrows due to the worsening of the growth performance, nevertheless, it does not affect the growth performance and the carcass characteristics of gilts in the finishing phase.

**Key words:** ethanol, lipid, unsaturated fatty acid.

## 1. Introdução

A crescente demanda de etanol, combustível renovável e muito usado principalmente nos Estados Unidos, tem resultado em aumento significativo na utilização de milho para a sua produção (Shapouri et al., 2002), elevando a demanda do milho e, conseqüentemente, o seu preço.

O DDGS, subproduto dos grãos de milho obtido da produção de etanol pode ser adicionado na ração de suínos, substituindo parcialmente o milho, mas também a soja e o fosfato bicálcico, podendo ser custo-efetivo, de acordo com Whitney et al. (2006).

O DDGS possui maior conteúdo de lipídeo, de energia metabolizável, de lisina e outros aminoácidos digestíveis do que o milho (Whitney et al., 2000; Spiels et al., 2002), e também maior disponibilidade de fósforo (Whitney e Shurson, 2001).

O alto valor de energia bruta e digestível encontrado no DDGS é devido ao alto teor de lipídeo presente nesse alimento (Spiels et al., 2002), e a sua alta disponibilidade do fósforo é resultado da fermentação no processo da produção do etanol (Mahgoub e El Hag, 1997; El Hag et al., 2002), sendo um dos fatores mais importantes que caracterizam o DDGS.

O fornecimento de DDGS na ração de suínos na fase de terminação pode resultar em ganho de peso equivalente ao de animais alimentados com milho e farelo de soja, como verificado por alguns autores (Harmon, 1975; Cromwell et al., 1983; Whitney e Shurson, 2004; Dedecker et al., 2005). Por outro lado, vários autores observaram redução do consumo dos suínos com a inclusão de DDGS na ração (Henry et al., 1992; Henry, 1995; Hahn et al., 1995; Fu et al., 2004; Whitney e Shurson, 2004; Whitney et al., 2006), o que pode resultar na piora do ganho de peso e da conversão alimentar dos animais.

Em relação à carcaça, o DDGS parece não afetar a qualidade da carne, no entanto pode aumentar ácidos graxos insaturados no tecido adiposo, o que influencia a firmeza da gordura abdominal (Whitney et al., 2006).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da inclusão de DDGS de milho em rações sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação.

## 2. Material e métodos

O estudo foi conduzido no Centro de Suínos da Universidade da Geórgia, nos Estados Unidos, em delineamento em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 2 x 3 (machos castrados e fêmeas x 0, 10 e 20 % de DDGS), com três repetições e quatro animais do mesmo sexo por unidade experimental, totalizando 72 animais, avaliando-se o desempenho e a carcaça dos animais. Os animais eram de linhagem *PIC*, com peso médio inicial de 70,81±6,7 kg. O experimento teve duração de 28 dias.

As rações, isoproteicas e isoenergéticas, foram formuladas à base de milho e farelo de soja, com base em aminoácidos totais (Tabela 1), de acordo com as recomendações do NRC (1998) para suínos na fase de terminação.

A composição química do DDGS de milho encontra-se na Tabela 2.

Os aminoácidos totais foram determinados pelas equações de predição realizadas a partir de dados da literatura, enquanto o fósforo disponível foi determinado através da média aritmética de diferentes amostras de DDGS encontradas na literatura. A energia metabolizável foi calculada com as equações de Spiehs et al. (2002) para DDGS de milho.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouro automático e dois bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e cobertura de telhas de metal e forro de madeira. Os animais receberam água e alimentação à vontade.

Os animais foram pesados e o consumo monitorado semanalmente, às 8 horas da manhã. Um animal por baia, com taxa de ganho próximo da média da baia, foi abatido após 24 horas de jejum, no Centro de Ciência da Carne e Tecnologia da Universidade da Geórgia.

Foram retiradas da carcaça de cada animal amostras da gordura perirenal, da barriga, do dorso e do lombo, para as análises do teor de lipídeo, e a gordura da barriga e do lombo, para perfil de ácidos graxos, conforme técnicas descritas por Folch et al. (1957) e Ramsay et al. (2001), respectivamente.

As carcaças foram colocadas em freezer (-20 °C), e após 24 horas foram avaliados, entre a décima e a 11<sup>a</sup> costela, o pH, a cor e as características de cor, o marmoreio e a firmeza do lombo. Foi avaliada a rigidez da barriga e a espessura de toucinho da barriga, medindo-se com a utilização de régua.

As características de cor foram determinadas por colorímetro, que mede os escores L, a e b (Figura 1).

Tabela 1 – Composição das rações experimentais

<b>DDGS (%)</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>
<b>Ingredientes (%)</b>			
Milho	77,345	73,488	69,632
Farelo de soja 48%	17,885	12,784	7,679
DDGS	0,000	10,000	20,000
Óleo de soja	2,200	1,100	0,000
Fosfato bicálcico	1,049	0,780	0,522
Calcário	0,819	1,020	1,212
Sal	0,350	0,350	0,350
L-lisina HCl (%)	0,052	0,148	0,244
DL-metionina (%)	-	-	-
L-treonina (%)	-	0,012	0,025
L-triptofano (%)	-	0,018	0,036
Premix vitamínico <sup>a</sup>	0,150	0,150	0,150
Premix mineral <sup>b</sup>	0,150	0,150	0,150
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3350	3350	3350
Proteína Bruta (%)	15,000	15,000	15,000
Extrato etéreo (%)	3,891	4,115	4,280
Fibra em detergente neutro (%)	8,276	10,620	11,754
Fibra em detergente ácido (%)	1,966	2,237	2,250
Lisina total (%)	0,759	0,759	0,759
Met. + cist. total (%)	0,523	0,544	0,565
Treonina total (%)	0,580	0,580	0,580
Triptofano total (%)	0,169	0,169	0,169
Fósforo total (%)	0,496	0,470	0,446
Fósforo disponível (%)	0,247	0,247	0,247
Ca (%)	0,650	0,650	0,650

<sup>a</sup> Conteúdo por kg de ração: vit A: 6.600 IU; vit D<sub>3</sub>: 990 IU; vit E: 26,4 IU; menadiona: 26,4 mg; riboflavina: 5,9 mg; niacina: 33 mg; ácido pantotênico: 19,8 mg; vit B12: 26,4 mg.

<sup>b</sup> Conteúdo por kg de ração: Fe: 165 mg; Cu: 16,5 mg; Mn: 40 mg; Zn: 165 mg; I: 0,3 mg; Se: 0,3.

Tabela 2 – Composição química do DDGS de milho\*

Nutriente	DDGS
Matéria seca	89,45
Energia metabolizável (kcal/kg <sup>a</sup> )	3.802,00
Proteína bruta (%)	26,55
Extrato etéreo (%)	10,76
Fibra em detergente neutro (%)	34,72
Fibra em detergente ácido (%)	9,19
Cinza (%)	4,84
Fósforo total (%)	0,66
Fósforo disponível (%)	0,51
Lisina total (%) <sup>b</sup>	0,63
Met. + cist. total (%) <sup>c</sup>	1,04
Treonina total (%) <sup>d</sup>	0,95
Triptofano total (%) <sup>e</sup>	0,18

\* Composição com base na matéria seca.

<sup>a</sup> ED kcal/kg = 4151 – (122 x % MN) + (23 x % PB) + (38 x % EE) – (64 x FB) e EM kcal/kg = ED x (1,003 – (0,0021 x % PB)) (Spiehs et al., 2002).

<sup>b</sup> Lis total = -41,95262 + (4,55688 x PB) - (0,16273 x PB<sup>2</sup>) + (0,00194 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,35.

<sup>c</sup> Met total = -32,97154 + (3,66316 x PB) - (0,13349 x PB<sup>2</sup>) + (0,00162 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,30.

Cis total = -1,32321 + (0,07644 x PB) + (0,00188 x PB<sup>2</sup>) - (0,00007985 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,37.

<sup>d</sup> Treo total = 20,93244 - (2,21796 x PB) + (0,08059 x PB<sup>2</sup>) - (0,00095681 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,46.

<sup>e</sup> Trip total = 16,41966 - (1,77216 x PB) + (0,0638 x PB<sup>2</sup>) - (0,00075698 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,46.

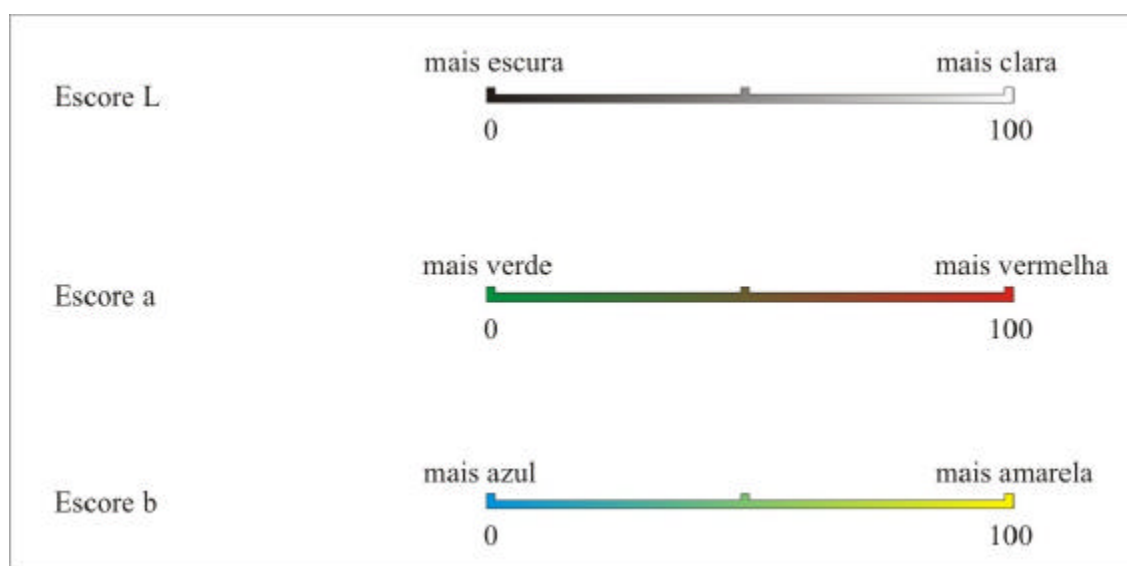


Figura 1 – Características de cor da carne determinadas com colorímetro.

O escore “L” foi utilizado para determinar se a carne possui tonalidade mais clara ou mais escura. Os valores variam de 0 a 100, sendo: 0 = carne mais escura e 100 = carne mais branca. O escore “a” determinou se a coloração da carne foi mais vermelha ou verde, em que maior valor indicava carne mais vermelha e menos verde. O escore “b” determinou a coloração amarela e azul, em que maior valor indica carne mais amarela e menos azul.

Para determinação da rigidez da barriga, esta foi removida após a separação da carcaça ao meio. Foi realizado, primeiramente, um corte entre as duas primeiras costelas, para remoção do ombro, e outro feito a aproximadamente 3,8 cm na frente do osso pélvico, para remoção do pernil, obtendo-se, dessa forma, a porção central contendo o lombo e a barriga, que foram separados. Foi considerada como barriga cerca de 4 a 5 cm da região de contato da costela e a vértebra na extremidade anterior e terminando no ponto imediatamente ventral ao músculo *m. psoas major*.

Após a remoção da barriga, retiraram-se as costelas e a pele da barriga, e posteriormente a barriga foi cortada a um tamanho de 46 x 22 cm. A barriga foi colocada em freezer (1°C), em uma superfície plana, onde permaneceu por 24 horas, e então foram medidas sua espessura e sua rigidez.

Foram medidas ainda a espessura de toucinho na primeira, décima e última costela e a área de olho de lombo entre a décima e a 11ª costela.

Os dados foram analisados pelo programa SAS (*Statistical Analysis System*, 1990). O peso inicial foi utilizado como co-variável, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O modelo matemático adotado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + B_j + S_k + (D_i \times S_k) + \beta_1 (P_{ijkl} - P) + \varepsilon_{ijkl}$$

em que

$Y_{ijkl}$  = observação das características estudadas relativas à dieta i no bloco j e sexo k;

$\mu$  = média geral;

$D_i$  = efeito do DDGS;

$B_j$  = efeito do bloco;

$S_k$  = efeito do sexo;

$D_i \times S_k$  = efeito da interação DDGS x sexo;

$P_{ijkl}$  = efeito do peso inicial;

$\beta_l$  = coeficientes de regressão linear da variável  $Y_{ijkl}$ , em função do peso inicial dos suínos; e

$\varepsilon_{ijkl}$  = erro experimental.

### 3. Resultados e discussão

O ganho de peso diário médio (GPDM) de fêmeas e machos castrados está na Tabela 3.

Tabela 3 – Ganho de peso diário médio (GPDM) de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Significância	CV (%)
	0	10	20		
<b>GPDM (kg)</b>					
F	0,89	0,93	0,81	NS	9,30
M	1,26 a	1,06 b	1,12 b	S	4,85

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de DDGS da ração e o sexo para o GPDM. Ao desdobrar a interação foi possível verificar que os machos castrados alimentados com 0 % de DDGS apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) GPDM do que com DDGS, enquanto nas fêmeas o nível de DDGS não influenciou ( $P < 0,05$ ) o GPDM.

Esses resultados confirmam os encontrados por Whitney et al. (2001) e Linneen et al. (2008), que verificaram que com a inclusão de 20 % de DDGS na ração de suínos machos castrados nas fases de crescimento e terminação há redução no ganho de peso dos animais.

No entanto, diversos autores (Hansen et al., 1997; Whitney e Shurson, 2001; Whitney e Shurson, 2004; Dedecker et al., 2005; Whitney et al., 2006; Widmer et al., 2008), ao utilizarem 10 ou 20 % de DDGS, observaram desempenho equivalente com o fornecimento de rações à base de milho e farelo de soja para suínos nas fases de crescimento e terminação.

O consumo de ração diário médio (CRDM) e a conversão alimentar (CA) de machos castrados e fêmeas, assim como o peso corporal, estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Consumo de ração diário médio (CRDM) e conversão alimentar (CA) de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Sexo		Significância	CV (%)
	0	10	20	F	M		
CRDM (kg)	2,88	2,93	2,74	2,56	3,14	NS	6,05
CA (kg:kg)	2,79	2,94	2,95	2,93	2,86	NS	4,40

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não ocorreu interação ( $P > 0,05$ ) entre sexo e níveis de DDGS da ração para o CRDM e a CA dos animais, cujos valores não variaram significativamente entre os tratamentos, independentemente do sexo do animal. Embora não tenha ocorrido efeito dos níveis de DDGS da ração sobre a CA dos animais, foi verificada piora de 5,3 % na CA quando o DDGS foi incluído na ração, o que está de acordo com os resultados obtidos por Whitney et al. (2001), que observaram redução da CA dos suínos em terminação alimentados com 30 % de DDGS.

A área de olho de lombo (AOL) e a espessura de toucinho na primeira (ET 1<sup>a</sup>), décima (ET 10<sup>a</sup>) e última (ETu) costela dos animais estão na Tabela 5.

Tabela 5 – Área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho na primeira (ET 1<sup>a</sup>), décima (ET 10<sup>a</sup>) e última (ETu) costela de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Sexo		Significância	CV (%)
	0	10	20	F	M		
AOL (cm <sup>2</sup> )	33,51	33,92	34,56	33,68	34,31	NS	12,24
ET 1 <sup>a</sup> (cm)	3,22	3,08	3,33	2,93	3,49	NS	16,80
ET 10 <sup>a</sup> (cm)	1,80	1,75	1,67	1,43	2,04	NS	9,36
EtU (cm)	1,80	1,85	1,68	1,49	2,07	NS	13,18

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não foi observada interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de DDGS da ração e o sexo dos animais para os parâmetros de carcaça AOL e a ET avaliados.

Os níveis de DDGS da ração e o sexo não influenciaram ( $P > 0,05$ ) nenhum dos parâmetros de carcaça avaliados. Com relação à espessura de toucinho, os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos obtidos por Whitney et al. (2001, 2006) e Shurson et al. (2007), que também não observaram alteração da espessura de toucinho

dos suínos, nas fases de crescimento e terminação, alimentados com rações com 20 ou 30 % de DDGS.

O pH do lombo de machos castrados e fêmeas está na Tabela 6.

Houve interação entre os níveis de DDGS da ração e o sexo ( $P < 0,05$ ) para o pH do lombo. Os machos castrados sem o DDGS apresentaram pH menor ( $P < 0,05$ ) do que com 10 % de DDGS, mas maior ( $P < 0,05$ ) do que com 20 % de DDGS.

Tabela 6 – pH do lombo de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Significância	CV (%)
	0	10	20		
pH					
F	5,49	5,46	5,46	NS	0,33
M	5,44 b	5,53 a	5,38 c	S	0,49

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

As características qualitativas do lombo de machos castrados e fêmeas estão na Tabela 7.

Tabela 7 – Características qualitativas do lombo da carcaça de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Sexo		Signifância	CV (%)
	0	10	20	F	M		
Cor	2,50	2,50	2,50	2,56	2,44	NS	21,19
Marmoreio	1,35 b	1,80 ab	2,18 a	1,79	1,77	S	25,49
Firmeza	2,83	3,33	3,00	3,11 A	3,00 B	S	18,79
L	56,47	55,98	55,45	54,07 B	57,86 A	S	6,03
a	9,99	9,71	9,52	9,98	9,50	NS	14,23
b	17,60	17,20	17,28	17,11	17,62	NS	5,73

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de DDGS da ração e o sexo para as características do lombo. Não foi observada diferença na cor do lombo entre os tratamentos. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) na taxa de marmoreio do lombo entre os tratamentos, que foi maior ( $P < 0,05$ ) nos animais com 20 % de DDGS do que nos animais com 0 % de DDGS.

Esses resultados divergem dos obtidos por Whitney et al. (2006), que não verificaram diferença na taxa de marmoreio do lombo de suínos, nas fases de crescimento e terminação, que receberam até 30 % de DDGS na ração, e contradizem também os resultados de Shurson et al. (2007), que encontraram menor taxa de marmoreio do lombo dos animais que receberam DDGS na ração.

Os níveis de DDGS da ração não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a firmeza e o escore L do lombo, no entanto foram influenciados pelo sexo ( $P < 0,05$ ). A firmeza foi maior para as fêmeas do que para machos castrados, porém o L foi maior para os machos, indicando que esses animais apresentaram carne mais clara do que as fêmeas. Os escores a e b não variaram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

A espessura de toucinho da barriga ( $ET_b$ ) na região ventral de machos castrados e fêmeas está na Tabela 8.

Tabela 8 – Espessura de toucinho da barriga ( $ET_b$ ) na região ventral de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Significância	CV (%)
	0	10	20		
<b>Espessura de toucinho (cm)</b>					
F	2,86 b	3,38 a	2,91 ab	S	13,39
M	2,75	2,31	2,72	NS	6,19

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de DDGS da ração e o sexo para a  $ET_b$  medida na região ventral. As fêmeas que receberam ração com 10 % de DDGS apresentaram  $ET_b$  maior ( $P < 0,05$ ) na região ventral do que aquelas com 0% de DDGS, enquanto os machos castrados não apresentaram variação significativa nesta medida entre os tratamentos.

A  $ET_b$  nas regiões anterior, dorsal e posterior e a rigidez da barriga nas regiões dorsal e ventral de machos castrados e fêmeas estão na Tabela 9.

Não foi verificada interação ( $P > 0,05$ ) entre o sexo e os níveis de DDGS da ração para as medidas de espessura de toucinho da barriga tomadas nas regiões anterior, dorsal e posterior e para as medidas de rigidez da barriga nas regiões dorsal e ventral. Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) nem dos níveis de DDGS e nem do sexo dos animais sobre as variáveis analisadas.

Tabela 9 – Espessura de toucinho da barriga ( $ET_b$ ) nas regiões anterior, dorsal e posterior e a rigidez da barriga nas regiões dorsal e ventral de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Sexo		Signif.	CV (%)
	0	10	20	F	M		
<b>Espessura de toucinho (cm)</b>							
Anterior	3,09	3,18	2,62	2,60	3,33	NS	16,69
Dorsal	2,56	2,62	2,39	2,10	2,95	NS	9,65
Posterior	3,13	2,50	2,54	2,68	2,77	NS	28,01
<b>Rigidez da barriga (cm)</b>							
Dorsal	13,22	16,02	15,10	8,47	21,09	NS	25,47
Ventral	18,77	21,33	20,75	18,16	22,41	NS	25,90

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os resultados de rigidez e espessura de toucinho da barriga obtidos neste estudo não confirmam os resultados de alguns autores como Whitney et al. (2006), Shurson et al. (2007) e Widmer et al. (2008), que relataram diminuição da rigidez e da espessura de toucinho da barriga de suínos, nas fases de crescimento e terminação, alimentados com até 30 % de DDGS na ração.

Os teores de lipídeo e de umidade no lombo, na gordura do dorso, na barriga e perirenal dos animais estão na Tabela 10.

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de DDGS da ração e o sexo para o teor de lipídeo e de umidade do lombo e da gordura de diferentes regiões da carcaça dos animais. A inclusão de DDGS e o sexo não afetaram ( $P > 0,05$ ) os teores de lipídeo e de umidade da carcaça. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa foi observado aumento de até 11,4 % no valor da porcentagem de lipídeo no lombo com a inclusão de DDGS na ração, o que está coerente com o aumento verificado no marmoreio do lombo dos animais em razão do uso de DDGS na ração.

Os dados de perfil de ácidos graxos da gordura do lombo dos animais que receberam diferentes níveis de DDGS na ração encontram-se na Tabela 11.

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre o sexo e os níveis de DDGS da ração para o teor de ácidos graxos da gordura do lombo dos suínos. Com exceção dos ácidos graxos palmitoleico (16:1) e linolênico (18:3), que diminuíram ( $P < 0,05$ ) nos níveis correspondentes a 10 e 20 % de DDGS, e do nível do ácido graxo esteárico (18:0), que foi maior ( $P < 0,05$ ) no lombo dos suínos machos que nas fêmeas, os níveis dos demais ácidos graxos encontrados na gordura do lombo dos animais não variaram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Tabela 10 – Teor de lipídeo e de umidade na carcaça de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Sexo		Signif.	CV (%)
	0	10	20	F	M		
<b>Lombo</b>							
Umidade (%)	70,69	71,68	71,40	71,14	71,37	NS	1,61
Lipídeo (%)	2,62	2,92	2,89	2,88	2,74	NS	33,08
<b>Gordura do dorso - camada interna</b>							
Umidade (%)	11,67	11,02	9,84	12,31	9,37	NS	24,03
Lipídeo (%)	72,18	72,96	77,39	75,12	73,23	NS	10,57
<b>Gordura do dorso - camada externa</b>							
Umidade (%)	28,26	24,67	25,25	27,81	24,31	NS	31,32
Lipídeo (%)	46,12	47,81	53,73	47,55	50,89	NS	30,41
<b>Gordura da barriga</b>							
Umidade (%)	14,38	15,66	16,42	17,01	13,95	NS	23,28
Lipídeo (%)	66,02	69,54	73,46	67,35	72,00	NS	14,52
<b>Gordura perirenal</b>							
Umidade (%)	9,43	11,70	10,30	11,10	9,85	NS	31,21
Lipídeo (%)	78,85	79,30	85,69	80,40	82,17	NS	11,78

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Tabela 11 – Perfil de ácidos graxos da gordura no lombo de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

Ácido graxo	DDGS (%)			Sexo		Signif.	CV (%)
	0%	10%	20%	F	M		
Total (mg)	19,03	14,08	21,40	17,98	18,36	NS	56,01
Monoinsaturado (%)	49,69	49,36	51,55	50,57	49,84	NS	4,32
Poliinsaturados (%)	18,08	16,54	16,04	17,66	16,11	NS	18,04
Saturado (%)	32,23	34,10	32,41	31,78	34,05	NS	6,76
14:0	0,97	1,10	1,10	0,99	1,12	NS	17,07
16:0	20,99	22,74	21,53	21,07	22,44	NS	6,79
16:1	5,36 ab	5,00 b	6,55 a	5,41	5,87	S	17,00
18:0	10,26	10,27	9,78	9,72 B	10,49 A	S	7,97
18:1	44,05	44,10	44,73	44,87	43,72	NS	4,58
18:2	15,60	14,01	14,08	15,07	14,06	NS	16,74
18:3	0,25a	0,17ab	0,10b	0,19	0,16	S	36,68
20:1	0,28	0,26	0,27	0,29	0,25	NS	49,31
20:4	2,22	2,36	1,86	2,40	1,90	NS	35,36

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

De forma contrária, Shurson et al. (2007), trabalhando com suínos que receberam dietas com 30 % de DDGS, não verificaram diferença ( $P < 0,05$ ) no perfil de ácidos graxos da gordura do lombo, entretanto não houve coerência entre os valores obtidos neste estudo, indicando que essas variações podem ter outras causas.

O teor de ácido eicosadienoico da gordura da barriga de machos castrados e fêmeas alimentados com rações com níveis de DDGS está apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 – Teor de ácido eicosadienoico da gordura da barriga de machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

	DDGS (%)			Significância	CV (%)
	0	10	20		
<b>20:2 (%)</b>					
F	0,45 a	0,32 b	0,33 ab	S	22,16
M	0,19	0,30	0,26	NS	9,21

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de DDGS da ração e o sexo para o teor de ácido eicosadienoico (20:2) na gordura da barriga. As fêmeas alimentadas com 0 % de DDGS apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) teor de ácido eicosadienoico do que as com 10 % de DDGS na ração, e maior ( $P < 0,05$ ) teor de ácido eicosadienoico do que os machos castrados alimentados também com 0 % DDGS.

O perfil de ácidos graxos na gordura da barriga de fêmeas e machos castrados alimentados com rações com níveis de DDGS encontra-se na Tabela 13.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) do DDGS e nem do sexo sobre o perfil de ácidos graxos da gordura da barriga dos animais. Este resultado difere dos encontrados por alguns autores como Whitney et al. (2006), White et al. (2007) e Moreno et al. (2008), que constataram que a inclusão de DDGS aumenta o teor de ácidos graxos insaturados principalmente na gordura da barriga dos suínos.

Tabela 13 – Perfil de ácidos graxos na gordura da barriga de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS

Ácido graxo	DDGS (%)			Sexo		Significância	CV (%)
	0	10	20	F	M		
Total (mg)	566,58	520,26	576,89	552,68	553,78	NS	8,92
Monoinsaturado (%)	49,68	49,57	51,26	51,14	49,19	NS	6,29
Poli-insaturado (%)	21,68	20,50	22,04	20,22	22,39	NS	9,16
Saturado (%)	28,65	29,93	26,70	28,64	28,42	NS	8,29
14:0	1,36	1,23	1,34	1,35	1,27	NS	11,24
16:0	19,19	19,27	18,19	19,13	18,74	NS	6,27
16:1	6,32	5,72	6,75	6,49	6,00	NS	11,25
18:0	8,01	9,34	7,07	8,08	8,31	NS	15,45
18:1	42,86	43,33	43,95	44,12	42,66	NS	6,45
18:2	20,69	19,59	21,15	19,43	21,33	NS	9,40
18:3	0,45	0,42	0,41	0,34	0,51	NS	25,70
20:0	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	NS	32,39
20:1	0,50	0,53	0,56	0,52	0,54	NS	18,39
20:3	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	NS	44,85
20:4	0,16	0,18	0,14	0,14	0,18	NS	19,65

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### 4. Conclusão

Conclui-se que a inclusão de até 20 % de subproduto dos grãos de milho obtidos na produção de etanol na ração não é viável para machos castrados, pois piora o desempenho dos animais, no entanto não afeta o desempenho e as características de carcaça de fêmeas na fase de terminação.

#### 5. Referências bibliográficas

CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S.; MONEGUE, H. J. et al. Distillers dried grains with solubles for growing-finishing swine. **Research Report**, n. 274, Kentucky Agric. Exp. Sta., Lexington, p. 30-32, 1983.

DEDECKER, J. M.; ELLIS, M.; WOLTER, B. F. et al. Effects of dietary level of distillers dried grains with solubles and fat on the growth performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.83 (S-2), p. 79, 2005. Abstract.

EL HAG, M. E.; EL TINAY, A. H.; YOUSIF, N. E. Effect of fermentation and dehulling on starch, total polyphenols, phytic acid content and in vitro protein digestibility of pearl millet. **Food Chemistry**, v. 77, p. 193-196, 2002.

- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.
- FU, S. X.; JOHNSTON, M.; FENT, R. W. et al. Effect of corn distiller's grains with solubles (DDGS) on growth, carcass characteristics, and fecal volume in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82 (S-2), p. 50, 2004.
- HAHN, J. D.; BIEHL, R. R.; BAKER, D. H. Ideal digestible lysine level for early- and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 773-784, 1995.
- HANSEN, E. L.; LIBAL, G. W.; PETERS, D. N. et al. Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in phase fed growing and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 75 (S-1), p. 194, 1997. Abstract.
- HARMON, B. G. The use of distillers dried grain with solubles as a source of lysine for swine. In: DISTILLERS FEED CONFERENCE, 30<sup>th</sup>. **Proceedings...** 1975. p. 23-28.
- HENRY, Y. Effects of dietary tryptophan deficiency in finishing pigs, according to age or weight at slaughter or live weight gain. **Livestock Production Science**, v. 41, p. 63, 1995.
- HENRY, Y.; COLLEAUX, Y.; SEVE, B. Effects of dietary level of lysine and of level and source of protein on feed intake, growth performance, and plasma amino acid pattern in the finishing pig. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 188, 1992.
- LINNEEN, S. K.; DEROCHEY, J. M.; DRITZ, S. S. et al. Effects of dried distillers grains with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1579-1587, 2008.
- MAHGOUB, S. E. O.; EL HAG, S. A. Effect of milling, soaking, malting, heat-treatment and fermentation on phytase level of four Sudanese sorghum cultivars. **Food Chemistry**, v. 61, p. 77-80, 2001.
- MORENO, R.; MILLER, P. S.; BURKEY, T. E. et al. The effect of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) on carcass characteristics and pork quality. **Nebraska Swine Reports**, p. 8-11, 2008.
- NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10<sup>th</sup> revised edition. Washington, DC: National Academy Press, 1998.
- PIAO, J. R.; TIAN, J. Z.; KIM, B. G. et al. Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 17, p. 1452-1458, 2004.
- RAMSAY, T. G.; EVOCK-CLOVER, C. M.; STEELE, N.C. et al. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2152-2161, 2001.

SAS. **SAS users guide**: Statistics. Statistical Analysis Systems Institute. Cary, NC: SAS Inst. Inc., 1990.

SHAPOURI, H.; DUFFIELD, J. A.; WANG, M. The energy balance of corn ethanol: an update. **Agricultural Economic Report**, v. 813, Washington, DC: USDA/OCE, 2002.  
SPIEHS, M. J.; WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2639-2645, 2002.

SHURSON, J.; XU, G.; BAIDOO, S. et al. Effects of feeding dried distillers grains with solubles (DDGS) on pork fat quality. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 68<sup>th</sup>, 2007. **Proceedings...** Minneapolis, MN: 2007. p. 18-19.

WHITE, H. M.; DONKIN, S. S.; LATOUR, M. A. et al. Effects of dried distillers grains and conjugated linoleic acid on gene expression for key enzymes in fatty acid synthesis. In: ADSA/ASAS/AMPA/PSA JOINT ANNUAL MEETING, 2007. **Proceedings...** San Antonio, TX: 2007. p. 620. Abstract.

WHITNEY, M. H.; SPIEHS, M. J.; SHURSON, G. C. et al. Apparent ileal amino acid digestibilities of corn distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v. 78 (S-1), p. 185, 2000. Abstract.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Availability of phosphorus in distillers dried grains with solubles for growing swine. **Journal of Animal Science**, v. 79 (S-1), p. 108, 2001. Abstract.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; JOHNSTON, L. J. et al. Growth performance and carcass characteristics of grow-finish pigs fed increasing levels of distiller's dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 108, 2001. Abstract.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Growth performance of nursery pigs fed diets containing increasing levels of corn distillers dried grains with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 122-128, 2004.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; JOHNSTON, L. J. et al. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwest ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3356-3363, 2006.

WIDMER, M. R.; MCGINNIS, L. M.; WULF, D. M. et al. Effects of feeding distillers dried grains with solubles, high-protein distillers dried grains, and corn germ to growing-finishing pigs on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1819-1831, 2008.

## **Efeito da gordura hidrogenada e do subproduto dos grãos de milho obtido da produção de etanol em ração sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação**

**Resumo:** Foi avaliado o efeito da inclusão de DDGS e de gordura hidrogenada em rações à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação. Oitenta animais foram distribuídos em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2 x 2 x 2 (0 e 30 % de DDGS x 0 e 4 % de gordura hidrogenada x machos castrados e fêmeas), com duas repetições e cinco animais do mesmo sexo por unidade experimental. O peso e o consumo de ração foram medidos a cada 14 dias. No final do experimento, dois animais por baía foram abatidos para coleta de amostras de gordura perirenal, da barriga, do dorso e do lombo, para determinação do teor de lipídeo e do perfil de ácidos graxos. Foram avaliados o pH, a cor e as características de cor, o marmoreio e a firmeza do lombo e a espessura de toucinho e área de olho de lombo. O ganho de peso diário médio e o consumo de ração diário médio foram menores para os animais que receberam as rações com 30 % de DDGS, e não foram influenciados pela inclusão de gordura. A conversão alimentar piorou nos animais que receberam DDGS no período de um a 14 dias, mas não foi influenciada pela adição de gordura ou pelo sexo. A área de olho de lombo foi menor para os machos castrados que receberam DDGS e gordura na ração. A espessura de toucinho, as características de lombo e o teor de lipídeo não foram influenciados pela inclusão de DDGS e de gordura. Os teores de ácido linoleico e eicosadienoico aumentaram nos tecidos dos animais que receberam DDGS na ração, exceto no lombo, e o de ácido oleico reduziu, com exceção na gordura da barriga, independentemente da adição de gordura hidrogenada. Os machos castrados apresentaram maior teor de ácido araquídico do que as fêmeas, enquanto nas fêmeas o ácido araquidônico foi maior do que nos machos, na gordura do dorso, da barriga e perirenal. Conclui-se que a inclusão de 30 % de DDGS na ração, independentemente do nível de gordura hidrogenada, reduz o desempenho e não melhora a qualidade de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas.

**Palavras-chave:** ácido graxo insaturado, lipídeo, qualidade de carcaça.

**Effect of hydrogenated fat and of subproduct of corn obtained from ethanol production in ration on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs**

**Abstract:** The effect of DDGS and hydrogenated fat inclusion in a corn and soybean meal based rations on the performance and carcass characteristics of finishing pigs was evaluated. Eighty animals were assigned in a randomized block design in a factorial arrangement 2 x 2 x 2 (0 and 30 % of DDGS x 0 and 4 % of hydrogenated fat x barrows and gilts) with 2 replicates and five animals of the same gender per experimental unit. Weight and feed consumption were measured every 14 days. At the end of the trial, two pigs per pen were slaughtered to collect samples of leaf fat, belly fat, backfat and the loin to determine fatty acid profile and lipid content of the carcass. The pH, color and color characteristics, marbling and firmness of the loin, and fat depth and loin eye area were evaluated. The average daily weight gain and average daily feed intake were lower for the animals that received rations with 30 % of DDGS, and were not influenced by the fat. The feed conversion ratio got worse in the animals that received DDGS in the 1 to 14 days period, but was not influenced by the fat addition or the gender. The loin eye area was smaller for the barrows that received DDGS and fat in the ration. The fat depth, the loin characteristics and the lipid content were not influenced by the DDGS and fat inclusion. The linoleic and eicosadienoic acid contents increased in the tissues of the animals that received DDGS in the ration, except in the loin, and the oleic acid reduced, except in the belly fat, independent of the hydrogenated fat addition. The barrows had higher araquidic acid content than the gilts, while in the gilts, the araquidonic acid was higher than in the barrows, in the backfat, belly and leaf fat. It was concluded that the inclusion of 30 % of DDGS in the ration, independent of the hydrogenated fat level, reduces the performance and does not improve the carcass characteristics of barrows and gilts.

**Key words:** carcass quality, lipid, unsaturated fatty acid

## 1. Introdução

A pesquisa sobre a utilização de DDGS tem aumentado nos Estados Unidos devido ao crescimento da produção de etanol, que tem resultado em maior interesse dos produtores por este subproduto.

O DDGS, subproduto dos grãos de milho obtido da produção de etanol, é um alimento que tem sido predominantemente fornecido na alimentação de ruminantes, devido ao seu alto conteúdo de fibra (Cromwell et al., 1993).

O DDGS possui maior conteúdo de lipídeo, de energia metabolizável, de lisina e de outros aminoácidos digestíveis do que o milho (Whitney et al., 2000; Spiels et al., 2002), e também maior disponibilidade de fósforo (Whitney e Shurson, 2001; Shurson et al., 2004), podendo ser economicamente vantajoso em substituição ao milho (Whitney et al., 2006).

Diversos autores (Harmon, 1975; Cromwell et al., 1983; Hansen et al., 1997; Whitney e Shurson, 2004; Dedecker et al., 2005) constataram que o fornecimento de DDGS na ração de suínos na fase de terminação não influencia o desempenho dos animais. Por outro lado, alguns autores encontraram redução do consumo (Henry et al., 1992; Hahn et al., 1995; Henry, 1995; Fu et al., 2004; Whitney e Shurson, 2004; Whitney et al., 2006) e da conversão alimentar (Whitney et al., 2001) com a inclusão de DDGS na ração.

A inclusão de altos níveis de DDGS na dieta de suínos também pode elevar o teor de ácido graxo insaturado na carcaça e reduzir a firmeza da gordura corporal, especialmente a abdominal (Whitney et al., 2006).

A redução da firmeza da gordura abdominal (Whitney et al., 2007) e a redução da relação ácido graxo saturado: insaturado da carcaça (White et al., 2007) não são benéficas para a carne suína, pois reflete negativamente no preço da carcaça (Irie e Sakimoto, 1992), devido à redução do tempo de prateleira do produto, pois os ácidos graxos insaturados são mais suscetíveis à oxidação (Dutson, 1983).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da adição de gordura hidrogenada e de DDGS de milho em rações sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação.

## 2. Material e métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Suínos da Universidade da Geórgia, nos EUA, de setembro a novembro de 2007, e teve duração de seis semanas. Foram utilizados 80 animais, da linhagem *PIC*, com peso médio inicial de  $76,15 \pm 5,07$  kg, em delineamento em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 2 x 2 x 2 (machos castrados e fêmeas x 0 e 4 % de gordura hidrogenada x 0 e 30 % de DDGS), com duas repetições e cinco animais do mesmo sexo por unidade experimental.

As rações, à base de milho e farelo de soja, foram formuladas para atender às exigências nutricionais recomendadas no NRC (1998) para suínos na fase de terminação, mantendo-se constante a relação caloria:proteína e aminoácidos:caloria. As rações experimentais estão na Tabela 1.

A composição química do DDGS de milho encontra-se na Tabela 2.

Os aminoácidos totais foram determinados pelas equações de predição realizadas a partir de dados da literatura, enquanto o fósforo disponível foi determinado pela média aritmética de diferentes amostras de DDGS encontradas na literatura. A energia metabolizável foi calculada com as equações de Spiehs et al. (2002) para DDGS.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouros automáticos e dois bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e cobertura de telhas de metal e forro de madeira. Os animais receberam água e alimentação à vontade.

O peso e o consumo de ração dos animais foram monitorados a cada 14 dias, às 8 horas da manhã. Dois animais por baia, com taxa de ganho próxima da média da baia, foram abatidos no Centro de Ciência da Carne e Tecnologia da Universidade da Geórgia.

Foram retiradas da carcaça de cada animal amostras da gordura perirenal, da barriga, do dorso e do lombo, para análise do teor de lipídeo e perfil de ácidos graxos, conforme técnicas descritas por Folch et al. (1957) e Ramsay et al. (2001), respectivamente.

As carcaças foram colocadas em freezer ( $-20^{\circ}\text{C}$ ), e após 24 horas foram medidos o pH, a cor e as características de cor, o marmoreio e a firmeza do lombo entre a décima e a 11<sup>a</sup> costela. As medidas de carcaça incluíram a espessura de toucinho na primeira, décima e última costela, e a área de olho de lombo entre a décima e a 11<sup>a</sup> costela. As características de cor foram determinadas por meio de colorímetro, que mede os escores L, a e b (Figura 1).

Tabela 1 – Composição das rações experimentais

<b>DDGS (%)</b>	<b>0</b>		<b>30</b>	
<b>Gordura hidrogenada (%)</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>Ingredientes (%)</b>				
Milho	80,631	73,759	63,202	56,333
Farelo de soja 48%	16,681	19,594	3,892	6,806
DDGS	-	-	30,000	30,000
Gordura hidrogenada <sup>a</sup>	-	4,000	-	4,000
Fosfato bicálcico	1,053	1,049	0,254	0,250
Calcário	0,822	0,808	1,403	1,387
Sal	0,350	0,350	0,350	0,350
L-Lisina HCl (%)	0,085	0,056	0,370	0,339
DL-metionina (%)	0,032	0,044	0,042	0,054
L-treonina (%)	0,032	0,030	0,123	0,121
L-triptofano (%)	0,014	0,010	0,064	0,060
Premix vitamínico <sup>b</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150
Premix mineral <sup>c</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150
<b>Total</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
<b>Composição calculada</b>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,243	3,415	3,406	3,578
Proteína bruta (%)	14,779	15,584	15,543	16,347
Fibra em detergente neutro (%)	40,57	38,09	44,24	45,22
Fibra em detergente ácido (%)	8,67	10,78	10,36	10,14
Lisina total (%)	0,765	0,805	0,821	0,859
Lisina digestível (%)	0,680	0,716	0,716	0,750
Met. + cist. digestíveis (%)	0,495	0,521	0,520	0,546
Treonina digestível (%)	0,511	0,538	0,537	0,564
Triptofano digestível (%)	0,157	0,166	0,165	0,174
Fósforo total (%)	0,497	0,498	0,422	0,425
Fósforo disponível (%)	0,248	0,248	0,248	0,248
Ca (%)	0,650	0,650	0,650	0,650

<sup>a</sup> Conteúdo por kg de ração: vit A: 6.600 IU; vit D<sub>3</sub>: 990 IU; vit E: 26,4 IU; menadiona: 26,4 mg; riboflavina: 5,9 mg; niacina: 33 mg; ácido pantotênico: 19,8 mg; vit B12: 26,4 mg.

<sup>b</sup> Conteúdo por kg de ração: Fe: 165 mg; Cu: 16,5 mg; Mn: 40 mg; Zn: 165 mg; I: 0,3 mg; Se: 0,3.

Tabela 2 – Composição química do DDGS de milho\*

Nutriente	DDGS
Matéria seca	89,45
Energia metabolizável (kcal/kg) <sup>a</sup>	3.802
Proteína bruta (%)	26,55
Extrato etéreo (%)	10,76
Fibra em detergente neutro (%)	34,72
Fibra em detergente ácido (%)	9,19
Cinza (%)	4,84
Fósforo total (%)	0,66
Fósforo disponível (%)	0,51
Lisina total (%) <sup>b</sup>	0,63
Met. + cist. total (%) <sup>c</sup>	1,04
Treonina total (%) <sup>d</sup>	0,95
Triptofano total (%) <sup>e</sup>	0,18
Lisina digestível (%)	0,43
Met. + cist. digestíveis (%)	0,76
Treonina digestível (%)	0,63
Triptofano digestível (%)	0,14

\* Composição com base na matéria seca.

<sup>a</sup> ED kcal/kg = 4151 – (122 x % MN) + (23 x % PB) + (38 x % EE) – (64 x FB) e  
EM kcal/kg = ED x (1,003 – (0,0021 x % PB)); Spiels et al. (2002).

<sup>b</sup> Lis. total = -41,95262 + (4,55688 x PB) - (0,16273 x PB<sup>2</sup>) + (0,00194 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,35.

<sup>c</sup> Met. total = -32,97154 + (3,66316 x PB) - (0,13349 x PB<sup>2</sup>) + (0,00162 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,30.

Cis total = -1,32321 + (0,07644 x PB) + (0,00188 x PB<sup>2</sup>) - (0,00007985 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,37.

<sup>d</sup> Treo. total = 20,93244 - (2,21796 x PB) + (0,08059 x PB<sup>2</sup>) - (0,00095681 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,46.

<sup>e</sup> Trip. total = 16,41966 - (1,77216 x PB) + (0,0638 x PB<sup>2</sup>) - (0,00075698 x PB<sup>3</sup>); R<sup>2</sup> = 0,46.

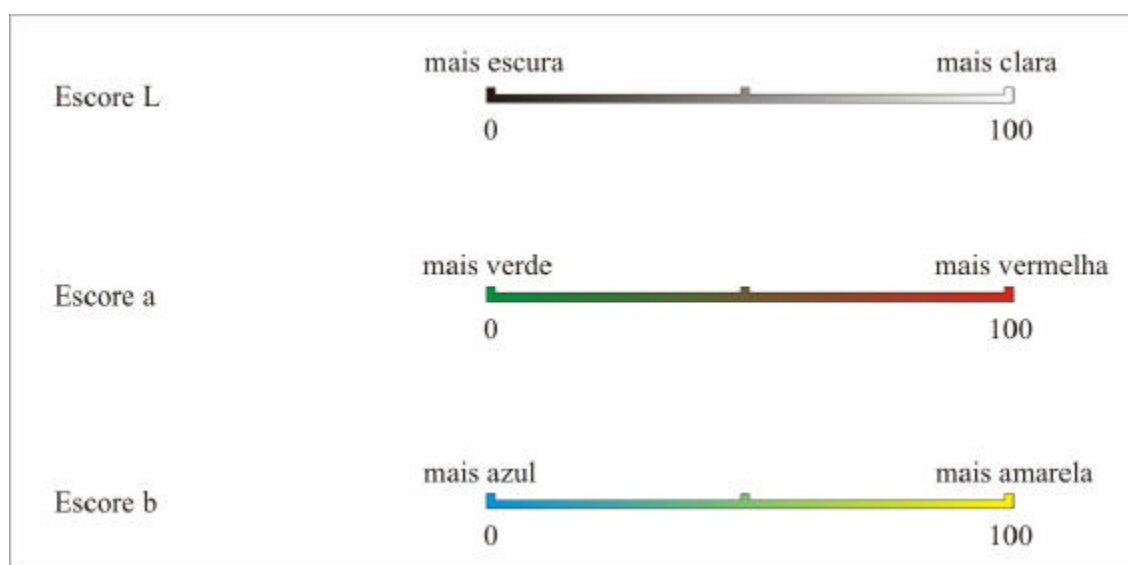


Figura 1 – Características de cor da carne determinadas com colorímetro.

O escore “L” foi utilizado para determinar se a carne possui tonalidade mais clara ou mais escura. Os valores variam de 0 a 100, em que: 0 = carne mais escura e 100 = carne mais branca. O escore “a” determinou se a coloração da carne foi mais vermelha ou verde, em que maior valor indicava carne mais vermelha e menos verde. O escore “b” determinou a coloração amarela e azul, sendo que maior valor indica carne mais amarela e menos azul.

Os dados foram analisados pelo programa SAS (*Statistical Analysis System*, 1990). O peso inicial foi utilizado como co-variável, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O modelo matemático adotado foi:

$$Y_{ijklm} = \mu + D_i + G_j + S_k + B_l + (D_i \times G_j \times S_k) + \beta_l (P_{ijklm} - P) + \varepsilon_{ijklm}$$

em que

$Y_{ijklm}$  = observação das características estudadas relativas à dieta i no bloco j e sexo k;

$\mu$  = média geral;

$D_i$  = efeito do DDGS;

$G_j$  = efeito da gordura

$B_j$  = efeito do bloco;

$S_k$  = efeito do sexo;

$D_i \times G_j \times S_k$  = efeito da interação DDGS x sexo x gordura hidrogenada;

$P_{ijklm}$  = efeito do peso inicial;

$\beta_l$  = coeficientes de regressão linear da variável  $Y_{ijklm}$ , em função do peso inicial dos suínos; e

$\varepsilon_{ijklm}$  = erro experimental.

### 3. Resultados e discussão

O ganho de peso de ração diário médio (GPDM) no período de um a 14 dias de suínos machos castrados e fêmeas, recebendo rações com DDGS e gordura hidrogenada, estão na Tabela 3.

Não houve interação DDGS x gordura x sexo ( $P > 0,05$ ) para nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas neste estudo ( $P < 0,05$ ), exceto para o GPDM no período de um a 14 dias. Verificou-se, com o desdobramento, que o GPDM foi maior

Tabela 3 – Ganho de peso diário médio (GPDM) no período de 1 a 14 dias de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

DDGS (%)	0		30		Signif.	CV (%)	
	Gordura hidrogenada (%)	0	4	0			4
<b>GPDM (kg)</b>							
F		0,69 ab	0,80 a	0,60 bc	0,49 c	S	4,37
M		1,24 a	1,21 a	0,60 b	0,76 b	S	4,10

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

( $P < 0,05$ ) para as fêmeas alimentadas com a ração com 0 % de DDGS e suplementação de gordura do que com DDGS, e para os machos castrados o GPDM foi maior ( $P < 0,05$ ) para aqueles alimentados com 0 % de DDGS do que os que receberam 30 % de DDGS na ração.

O consumo de ração diário médio (CRDM), o ganho de peso diário médio (GPDM) e a conversão alimentar (CA) de fêmeas e machos castrados que receberam DDGS e gordura estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Consumo de ração diário médio (CRDM), ganho de peso diário médio (GPDM) e conversão alimentar (CA) de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
<b>CRDM (kg)</b>								
1 a 14 dias	2,77 a	2,08 b	2,43	2,41	2,16 B	2,68 A	S	3,37
14 a 28 dias	3,10 a	2,47 b	2,75	2,82	2,54 B	3,03 A	S	9,54
28 a 42 dias	3,37 a	2,94 b	3,17	3,13	2,84 B	3,46 A	S	7,78
1 a 42 dias	3,08 a	2,50 b	2,78	2,79	2,51 B	3,06 A	S	5,95
<b>GPDM (kg)</b>								
14 a 28 dias	1,05 a	0,86 b	0,97	0,94	0,90	1,01	S	15,88
28 a 42 dias	1,03	0,94	0,99	0,98	0,91	1,06	NS	9,86
1 a 42 dias	1,02 a	0,80 b	0,92	0,91	0,82 B	1,00 A	S	7,96
<b>CA (kg:kg)</b>								
1 a 14 dias	2,88 a	3,46 b	3,27	3,07	3,28	3,06	S	12,31
14 a 28 dias	2,96	2,89	2,81	3,03	2,82	3,03	NS	11,34
28 a 42 dias	3,27	3,14	3,20	3,21	3,14	3,27	NS	7,73
1 a 42 dias	3,02	3,09	3,05	3,07	3,05	3,06	NS	3,12

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os animais alimentados com as rações com DDGS apresentaram menor CRDM ( $P < 0,05$ ) em relação aos que receberam ração com 0 % de DDGS, em todos os períodos, independentemente da gordura hidrogenada. O CRDM também foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelo sexo, que foi maior para os machos castrados do que para as fêmeas.

Vários autores (Henry et al., 1992; Hahn et al., 1995; Henry, 1995; Fu et al., 2004; Whitney e Shurson, 2004;; Whitney et al., 2006; Shurson et al., 2007) verificaram a redução do consumo de ração com o fornecimento de altos níveis de inclusão de DDGS na ração para suínos.

A razão pela qual os animais que receberam DDGS tiveram baixo consumo de ração, comparados aos alimentados com as rações sem DDGS, provavelmente foi a baixa palatabilidade do DDGS, como observado por Hastad et al. (2005), ou possivelmente o alto teor de gordura do DDGS, pois de acordo com Azain (2001) o aumento da densidade energética da dieta afeta o consumo.

No entanto, de acordo com Hastad et al. (2005), a redução da palatabilidade da ração com a inclusão de DDGS pode ser contornada com a adição de flavorizante, e, segundo Whitney e Shurson (2004), para fornecimento de DDGS na ração de suínos, especialmente leitões, é necessário um período de adaptação a este subproduto, principalmente com a inclusão de altos níveis na ração.

O GPDM nos períodos de 14 a 28 e 1 a 42 dias foi menor ( $P < 0,05$ ) para os animais que receberam as rações com 30 % de DDGS do que com 0 % de DDGS, no entanto ele não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de gordura hidrogenada.

Com base nesse resultado, pode-se inferir que a piora do GPDM dos animais que receberam as rações com 30 % de DDGS está diretamente associada à redução na ingestão voluntária de alimento pelos animais.

Esses resultados foram similares aos encontrados por Whitney et al. (2001, 2006) e Linneen et al. (2008), que verificaram que a inclusão de DDGS na ração de suínos na fase de terminação pode reduzir o ganho de peso dos animais. Contudo, diversos autores (Hansen et al., 1997; Whitney e Shurson, 2001; Whitney e Shurson, 2004; Dedecker et al., 2005; Whitney et al., 2006; Shurson et al., 2007; Widmer et al., 2008) observaram que a inclusão de DDGS na ração de suínos nas fases de crescimento e terminação não piora o ganho de peso.

Os machos castrados apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) GPDM no período de um a 42 dias do que as fêmeas, o que foi verificado também por Piao et al. (2004).

A inclusão de DDGS influenciou ( $P < 0,05$ ) a CA dos animais no período de um a 14 dias, porém não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da adição de gordura hidrogenada ou do sexo sobre esta variável. A CA piorou significativamente nos animais alimentados com as rações com 30 % de DDGS, como foi verificado também por Whitney et al. (2001), ao utilizarem DDGS na ração de suínos na fase de terminação.

A área de olho de lombo (AOL) de suínos machos castrados e fêmeas que receberam rações com DDGS e gordura está na Tabela 5.

Tabela 5 – Área de olho de lombo (AOL) de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

DDGS (%)	0		30		Signif.	CV (%)	
	Gordura hidrogenada (%)	0	4	0			4
AOL (cm <sup>2</sup> )							
F		38,72	39,88	38,42	42,55	NS	6,33
M		45,30 a	42,46 a	42,04 ab	37,08 b	S	10,75

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

Houve interação DDGS x gordura x sexo ( $P < 0,05$ ) para a AOL, observando-se que os suínos machos castrados alimentados com as rações com 0 % de DDGS apresentaram maior AOL do que os que receberam DDGS e suplementação de gordura hidrogenada.

A espessura de toucinho de suínos machos castrados e fêmeas na primeira (ET 1<sup>a</sup>), décima (ET 10<sup>a</sup>) e última (ETu) costela está na Tabela 6.

Tabela 6 – Espessura de toucinho na primeira (ET 1<sup>a</sup>), décima (ET 10<sup>a</sup>) e última (ETu) costela de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
	ET 1 <sup>a</sup> in	1,49	1,43	1,53	1,39	1,37		
ET 10 <sup>a</sup> in	0,59	0,54	0,56	0,58	0,48 B	0,66 A	S	13,30
ETu in	0,96	0,85	0,88	0,93	0,82	0,99	NS	26,22

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa entre pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não ocorreu interação ( $P > 0,05$ ) DDGS x gordura x sexo para a espessura de toucinho nas regiões medidas. A ET 1<sup>a</sup>, ET 10<sup>a</sup> e ETu não variaram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, com exceção da ET 10<sup>a</sup>, que foi maior ( $P < 0,05$ ) para os suínos machos castrados do que para as fêmeas.

Os resultados de espessura de toucinho obtidos neste estudo confirmam os resultados de Whitney et al. (2001, 2006) e Shurson et al. (2007), que também não observaram efeito da inclusão de DDGS na ração sobre a espessura de toucinho dos suínos nas fases de crescimento e terminação.

As características qualitativas do lombo de suínos machos castrados e fêmeas que receberam rações com DDGS e gordura estão na Tabela 7.

Tabela 7 – Características qualitativas do lombo de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
Cor	2,63	2,88	2,63	2,88	2,75	2,75	NS	15,21
Marmoreio	2,10	1,91	2,07	1,94	1,96	2,04	NS	35,16
Firmeza	3,00	3,13	2,88	3,25	2,94	3,19	NS	14,57
L	55,77	52,77	55,37	53,16	53,91	54,62	NS	6,90
a	9,48	9,69	9,58	9,59	9,48	9,70	NS	13,77
b	16,46	15,97	16,25	16,18	15,98	16,45	NS	7,89
pH	5,59	5,68	5,63	5,65	5,62	5,65	NS	1,61

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) DDGS x gordura x sexo para as características qualitativas do lombo dos animais, variáveis estas que também não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos.

Esses resultados confirmam os obtidos por Whitney et al. (2006), que não observaram variação nas características do lombo de suínos que receberam até 30 % de DDGS, e os de Moreno et al. (2008), que não verificaram diferença nas características de cor L, a e b de suínos na fase de terminação alimentados com 15 % de DDGS.

O teor de umidade na camada interna da gordura do dorso de suínos machos castrados e fêmeas que receberam rações com DDGS e gordura hidrogenada está na Tabela 8.

Tabela 8 – Teor de umidade na camada interna da gordura do dorso de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

DDGS (%)	0		30		Signif.	CV (%)
Gordura hidrogenada (%)	0	4	0	4		
<b>Umidade (%)</b>						
F	11,98 ab	13,48 a	9,97 b	12,10 ab	S	14,80
M	10,61 ab	9,20 b	12,59 a	11,92 ab	S	17,53

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

Não ocorreu interação ( $P > 0,05$ ) DDGS x gordura x sexo para os teores de lipídeo e umidade nas regiões avaliadas, com exceção na camada interna da gordura do dorso. As fêmeas alimentadas com ração com 0 % de DDGS e gordura apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) teor de umidade na camada interna da gordura do dorso que aquelas que receberam a ração com 30 % de DDGS, enquanto os machos castrados apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) teor de umidade quando receberam a ração com 0 % de DDGS e gordura do que os que receberam 30 % de DDGS.

Os teores de lipídeo e umidade no lombo, na gordura do dorso, da barriga e perirenal de suínos machos castrados e fêmeas que receberam rações com DDGS e gordura estão na Tabela 9.

O sexo influenciou ( $P < 0,05$ ) o teor de umidade no lombo dos suínos, que foi maior para as fêmeas do que para os machos castrados, e a inclusão de DDGS afetou ( $P < 0,05$ ) o teor de lipídeo também no lombo, que reduziu para os suínos alimentados com DDGS.

Os teores de lipídeo e umidade na gordura do dorso camada interna e externa, na gordura da barriga e perirenal dos animais não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos.

O perfil de ácidos graxos no lombo de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS e gordura hidrogenada está na Tabela 10.

Não ocorreu interação ( $P > 0,05$ ) DDGS x gordura x sexo para o teor de nenhum dos ácidos graxos no lombo dos animais. A inclusão de DDGS influenciou ( $P < 0,05$ ) os teores de ácido palmitoleico (16:1) e oleico (18:1), que diminuíram na gordura do lombo dos animais que receberam DDGS na ração, e de ácido linoleico (18:2), cujo teor aumentou com a inclusão de DDGS na ração.

Tabela 9 – Teor de lipídeo e umidade na carcaça de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
<b>Lombo</b>								
Umidade %	71,58	71,86	71,94	71,50	72,45 A	70,99 B	S	2,25
Lipídeo %	1,34 a	0,90 b	1,08	1,16	1,19	1,05	S	48,10
<b>Camada interna da gordura do dorso</b>								
Lipídeo %	66,40	67,20	66,70	66,91	65,20	68,41	NS	10,65
<b>Camada externa da gordura do dorso</b>								
Umidade %	13,31	13,96	13,83	13,44	16,12	11,11	NS	66,87
Lipídeo %	60,16	60,17	60,21	60,11	58,12	62,20	NS	22,87
<b>Gordura da barriga</b>								
Umidade %	13,00	14,47	13,31	14,15	14,53	12,93	NS	29,47
Lipídeo %	64,99	64,58	66,93	62,64	66,33	66,24	NS	12,60
<b>Gordura perirenal</b>								
Umidade %	14,40	13,07	14,24	13,23	15,85	11,62	NS	77,58
Lipídeo %	77,13	73,88	75,83	75,18	75,25	75,76	NS	13,00

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Tabela 10 – Perfil de ácidos graxos no lombo de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

Ácido graxo (%)	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
14:0	1,04	0,92	0,97	0,98	0,94	1,01	NS	17,60
16:0	17,62	17,40	17,86	17,16	17,97	17,06	NS	18,49
16:1	5,83 a	5,06 b	5,35	5,55	5,36	5,54	S	15,64
18:0	7,89	9,28	9,32	7,85	7,61	9,56	NS	49,04
18:1	41,99 a	37,58 b	38,65	40,92	39,35	40,22	S	12,38
18:2	14,87 b	17,26 a	15,84	16,29	16,31	15,82	S	16,16
18:3	0,30	0,36	0,32	0,34	0,25B	0,42 A	S	52,06
20:1	0,28	0,26	0,24	0,31	0,22 B	0,33 A	S	42,13
20:2	0,10	0,13	0,10	0,13	0,09	0,13	NS	59,91
20:4	1,51	1,62	1,66	1,46	1,82	1,30	NS	47,37

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A suplementação de gordura hidrogenada não influenciou ( $P > 0,05$ ) o perfil de ácidos graxos no lombo dos suínos, porém o sexo teve efeito ( $P < 0,05$ ) sobre os teores de ácido linolênico (18:3) e gadoleico (20:1), que foram maiores para os machos castrados do que para as fêmeas.

O perfil de ácidos graxos na camada interna da gordura do dorso de suínos machos castrados e fêmeas que receberam rações com DDGS e gordura está na Tabela 11.

Tabela 11 – Perfil de ácidos graxos na camada interna da gordura do dorso de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

Ácido graxo (%)	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
14:0	1,08	0,96	0,99	1,05	0,98	1,05	NS	13,50
16:0	17,06	16,40	15,96	17,51	15,59 B	17,87 A	S	16,41
16:1	5,74 a	4,79 b	5,32	5,21	5,35	5,18	S	9,63
18:0	9,05	9,42	9,92	8,54	8,00	10,47	NS	42,83
18:1	41,93 a	38,53 b	39,78	40,68	40,64	39,82	S	4,96
18:2	21,86 b	26,46 a	24,74	23,59	26,12 A	22,21 B	S	8,36
18:3	1,18	1,24	1,26	1,26	1,24	1,18	NS	14,97
20:0	0,21	0,20	0,21	0,20	0,17 B	0,25 A	S	23,04
20:1	0,59	0,54	0,55	0,58	0,54	0,59	NS	17,49
20:2	0,39 b	0,52 a	0,47	0,43	0,49 A	0,41 B	S	17,00
20:4	0,15	0,16	0,16	0,15	0,18 A	0,13 B	S	19,93

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) DDGS x gordura x sexo para os teores de ácidos graxos na camada interna da gordura do dorso dos suínos.

Os teores de ácido palmitoleico e oleico reduziram ( $P < 0,05$ ) na camada interna da gordura do dorso dos animais alimentados com DDGS, e de ácido linoleico e eicosadienoico (20:2) aumentaram com a inclusão de DDGS.

Shurson et al. (2007) e Moreno et al. (2008) também observaram o aumento de ácido linoleico na gordura do dorso de suínos na fase de terminação que receberam ração com DDGS, porém não verificaram alterações nos teores de ácido palmitoleico e oleico.

O perfil de ácidos graxos não variou ( $P > 0,05$ ) com a suplementação de gordura, contudo foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelo sexo. Os machos castrados apresentaram maiores teores de ácido palmítico (16:0) e araquídico (20:0) do que as fêmeas, enquanto nas fêmeas os ácidos linoleico, eicosadienoico e araquidônico (20:4) foram maiores que nos machos.

O perfil de ácidos graxos na camada externa da gordura do dorso de suínos machos castrados e fêmeas que recebam rações com DDGS e gordura está na Tabela 12.

Tabela 12 – Perfil de ácidos graxos na camada externa da gordura do dorso de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

Ácido graxo (%)	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
14:0	1,10	0,97	0,98	1,09	1,00	1,07	NS	15,72
16:0	18,21 a	15,24 b	16,80	16,65	16,05	17,40	S	20,06
16:1	5,96 a	4,86 b	5,26	5,56	5,53	5,29	S	15,36
18:0	8,11	7,33	7,43	8,01	7,61	7,83	NS	18,12
18:1	40,14	39,75	40,49	39,41	38,56	41,34	NS	16,66
18:2	22,93 b	28,19 a	25,60	25,52	27,59 A	23,53 B	S	10,77
18:3	1,23	1,38	1,30	1,31	1,36	1,25	NS	11,76
20:0	0,20	0,22	0,22	0,21	0,16 B	0,26 A	S	22,74
20:1	0,61	0,58	0,58	0,61	0,55 B	0,64 A	S	16,84
20:2	0,39 b	0,54 a	0,46	0,47	0,49	0,44	S	21,68
20:4	0,16	0,18	0,17	0,18	0,19	0,16	NS	20,01

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não ocorreu interação ( $P > 0,05$ ) DDGS x gordura x sexo para os teores de ácidos graxos na camada externa da gordura do dorso. A inclusão de DDGS influenciou ( $P < 0,05$ ) os teores dos ácidos palmítico e palmitoleico, que reduziram nos suínos alimentados com DDGS, enquanto os teores dos ácidos linoleico e eicosadienoico aumentaram nesses animais, independentemente da suplementação de gordura.

Esses resultados confirmam os obtidos por Shurson et al. (2007) e Moreno et al. (2008), que verificaram o aumento de ácido linoleico na gordura do dorso dos suínos alimentados com DDGS, no entanto não observaram variação nos teores dos ácidos palmitoleico e eicosadienoico.

Os machos castrados apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) teores de ácido araquídico (20:0) e gadoleico na camada externa da gordura do dorso do que as fêmeas e menor teor de ácido linoleico. O aumento dos teores de ácido araquídico e gadoleico foram também verificados na camada interna da gordura do dorso e no lombo dos suínos, respectivamente, e a diminuição de ácido oleico foi verificada na camada interna da gordura do dorso.

O teor de ácido mirístico (14:0) na gordura da barriga de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS e gordura está na Tabela 13.

Tabela 13 – Teor de ácido mirístico (14:0) da gordura da barriga de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

DDGS (%)	0		30		Signif.	CV (%)
Gordura Hidrogenada (%)	0	4	0	4		
<b>14:0 (%)</b>						
F	1,24 a	1,00 b	1,27 a	1,24 a	S	13,08
M	1,36 a	1,32 a	1,08 b	1,27 ab	S	10,20

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de t ( $P < 0,05$ ).

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) DDGS x gordura x sexo para o teor de ácidos graxos na gordura da barriga, com exceção do teor de ácido mirístico, que foi menor ( $P < 0,05$ ) nas fêmeas alimentadas com a ração sem DDGS e com a adição de gordura. Os machos castrados, por outro lado, apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) teor de ácido mirístico quando receberam ração sem DDGS em relação àqueles com DDGS.

O perfil de ácidos graxos na gordura da barriga de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS e gordura está na Tabela 14.

Os teores dos ácidos linoleico, linolênico e eicosadienoico foram maiores ( $P < 0,05$ ) na barriga dos animais que receberam rações com DDGS. O aumento de ácido linoleico e eicosadienoico foi também observado na gordura do dorso dos suínos, e o teor de ácido linoleico foi verificado por Shurson et al. (2007) e Moreno et al. (2008).

A adição de gordura influenciou ( $P < 0,05$ ) os ácidos linolênico e araquídico, reduzindo os seus teores na gordura da barriga, no entanto essa diminuição de ácido araquídico, que é um ácido graxo saturado, não foi coerente, indicando que essa alteração pode ter outra causa.

Tabela 14 – Perfil de ácidos graxos na gordura da barriga de suínos machos castrados alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

Ácido graxo (%)	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
16:0	19,41	17,93	18,81	18,53	18,12	19,22	NS	10,41
16:1	5,91	5,31	5,70	5,52	5,65	5,57	NS	15,15
18:0	11,87	9,68	10,23	11,32	10,93	10,62	NS	76,82
18:1	38,95	36,91	37,44	38,41	37,65	38,21	NS	10,63
18:2	19,26 b	25,48 a	23,14	21,61	23,12	21,62	S	10,97
18:3	1,10 b	1,31 a	1,29 A	1,12 B	1,16	1,24	S	18,07
20:0	0,18	0,21	0,21 A	0,18 B	0,15 b	0,23 a	S	21,48
20:1	0,47	0,46	0,46	0,47	0,44	0,49	NS	19,30
20:2	0,26 b	0,36 a	0,32	0,30	0,31	0,30	S	17,41
20:4	0,15	0,16	0,17	0,15	0,18 a	0,14 b	S	22,10

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os machos castrados apresentaram maior teor de ácido araquídico na gordura da barriga do que as fêmeas, enquanto nas fêmeas, o ácido araquidônico foi maior do que nos machos, resultados estes também obtidos na gordura do dorso.

O perfil de ácidos graxos na gordura perirenal de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS e gordura está na Tabela 15.

Tabela 15 – Perfil de ácidos graxos na gordura perirenal de suínos machos castrados e fêmeas alimentados com rações com DDGS, suplementadas com gordura hidrogenada

Ácido graxo (%)	DDGS (%)		Gordura Hidrogenada (%)		Sexo		Signif.	CV (%)
	0	30	0	4	F	M		
14:0	1,26	1,25	1,26	1,25	1,23	1,27	NS	15,53
16:0	21,56	20,34	21,30	20,60	20,41	21,49	NS	12,00
16:1	5,31	4,85	5,08	5,08	5,02	5,14	NS	10,56
18:0	13,04	13,46	14,06	12,44	12,38	14,12	NS	22,77
18:1	37,31 a	32,23 b	33,32	36,22	35,31	34,23	S	14,93
18:2	18,06 b	24,20 a	21,33	21,93	22,15	20,12	S	15,33
18:3	1,00	1,15	1,09	1,07	1,06	1,09	NS	19,62
20:0	0,21	0,24	0,23	0,22	0,19 B	0,26 A	S	26,40
20:1	0,43	0,45	0,43	0,45	0,42	0,47	NS	24,90
20:2	0,24 b	0,36 a	0,29	0,30	0,30	0,29	S	25,60
20:4	0,13 b	0,17 a	0,16	0,15	0,17 A	0,13 B	S	33,78

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Foi encontrado menor teor ( $P < 0,05$ ) de ácido oleico na gordura perirenal dos suínos que receberam DDGS na ração, e maior teor ( $P < 0,05$ ) de ácido linoleico, eicosadienoico e araquidônico.

A inclusão de DDGS na ração dos suínos machos castrados e fêmeas, portanto, propiciou o aumento de ácido linoleico e eicosadienoico em todos os tecidos, exceto no lombo, e a redução de ácido oleico, com exceção na gordura da barriga.

Os resultados dos teores de ácido linoleico e eicosadienoico, que são ácidos graxos insaturados, confirmaram o aumento de ácidos graxos insaturados na carcaça, verificado por alguns autores (Whitney et al., 2006; White et al., 2007; Moreno et al., 2008), que forneceram 30 % de DDGS na ração para suínos em fase de terminação.

Os suínos machos castrados apresentaram maior teor ( $P < 0,05$ ) de ácido araquídico que as fêmeas na gordura perirenal, da mesma forma do que na gordura do dorso e na barriga, enquanto nas fêmeas o teor de ácido araquidônico foi maior ( $P < 0,05$ ) do que nos machos.

#### 4. Conclusão

Conclui-se que a inclusão de 30 % de DDGS na ração, independentemente do nível de gordura hidrogenada, reduz o desempenho e não melhora a qualidade de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas.

#### 5. Referências bibliográficas

AZAIN, M. J. Fat in swine nutrition. In: LEWIS, J.; SOUTHERN, L. L. (Ed.). **Swine nutrition**. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. p 95-105.

CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S.; MONEGUE, H. J. et al. Distillers dried grains with solubles for growing-finishing swine. **Research Report**, n. 274, Kentucky Agric. Exp. Sta., Lexington, 1983. p.30-32.

CROMWELL, G. L.; HERKELMAN, K. L.; STAHLY, T. S. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 679-686, 1993.

DEDECKER, J. M.; ELLIS, M.; WOLTER, B. F. et al. Effects of dietary level of distillers dried grains with solubles and fat on the growth performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83 (S-2), p. 79, 2005. Abstract.

DUTSON, T. R. The measurement of pH in muscle and its importance to meat quality. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 1983, Chicago. **Proceedings...** Chicago, IL, 1983. p. 92-97.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

FU, S. X.; JOHNSTON, M.; FENT, R.W. et al. Effect of corn distiller's grains with solubles (DDGS) on growth, carcass characteristics, and fecal volume in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82 (S-2), p. 50, 2004. Abstract.

HAHN, J. D.; BIEHL, R. R.; BAKER, D. H. Ideal digestible lysine level for early- and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 773-784, 1995.

HANSEN, E. L.; LIBAL, G. W.; PETERS, D. N. et al. Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in phase fed growing and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 75 (S-1), p. 194, 1997. Abstract.

HARMON, B. G. The use of distillers dried grain with solubles as a source of lysine for swine. In: DISTILLERS FEED CONFERENCE, 30., 1975. **Proceedings...** 1975. p. 23-28.

HASTAD, W.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R. D. et al. Effects of dried distillers grains with solubles on feed preferences in growing pigs. **Journal of Animal Science (ASAS/ADSA Midwest Meeting)**, v. 83 (S-2), p. 73, 2005. Abstract.

HENRY, Y. Effects of dietary tryptophan deficiency in finishing pigs, according to age or weight at slaughter or live weight gain. **Livestock Production Science**, v. 41, p. 63, 1995. Abstract.

HENRY, Y.; COLLEAUX, Y.; SEVE, B. Effects of dietary level of lysine and of level and source of protein on feed intake, growth performance, and plasma amino acid pattern in the finishing pig. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 188, 1992. Abstract.

IRIE, M.; SAKIMOTO, M. Fat characteristics of pigs fed fish oil containing eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 470-477, 1992.

LINNEEN, S. K.; DEROCHEY, J. M.; DRITZ, S. S. et al. Effects of dried distillers grains with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1579-1587, 2008.

MORENO, R.; MILLER, P. S.; BURKEY, T. E. et al. The effect of corn distillers dried grain with solubles (DDGS) on carcass characteristics and pork quality. **Nebraska Swine Reports**, p. 8-11, 2008.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10<sup>th</sup> revised edition. National Academy Press, Washington, DC, 1998.

PIAO, J. R.; TIAN, J. Z.; KIM, B. G. et al. Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 17, p. 1452-1458, 2004.

RAMSAY, T. G.; EVOCK-CLOVER, C. M.; STEELE, N. C. et al. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2152-2161, 2001.

SAS. **SAS users guide: Statistics**. Statistical Analysis Systems Institute. Cary, NC: SAS Inst. Inc., 1990.

SHURSON, J.; SPIEHS, M.; WHITNEY, M. Value and use of “New Generation” corn distillers grains with solubles in swine diets. In: WESTERN NUTRITION CONFERENCE, 2003. **Proceedings...** Canada: Winnipeg, Manitoba, 2003. p. 1-17.

SHURSON, G.; SPIEHS, M.; WHITNEY, M. The use of maize distillers dried grains with solubles in pig diets. **Pig News and Information**, v. 25, p. 75N-83N, 2004.

SHURSON, J.; XU, G.; BAIDOO, S. et al Effects of feeding dried distillers grains with solubles (DDGS) on pork fat quality. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 68<sup>th</sup>, 2007. Minneapolis, MN. **Proceedings...** Minneapolis, MN, 2007. p. 18-19.

SPIEHS, M. J.; WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2639-2645, 2002.

WHITE, H. M.; DONKIN, S. S.; LATOUR, M. A. et al. Effects of dried distillers grains and conjugated linoleic acid on gene expression for key enzymes in fatty acid synthesis. In: ADSA/ASAS/AMPA/PSA JOINT ANNUAL MEETING. 2007. **Proceedings...** San Antonio, TX: 2007. p. 620. Abstract.

WHITNEY, M. H.; SPIEHS, M. J.; SHURSON, G. C. et al. Apparent ileal amino acid digestibilities of corn distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v. 78 (S-1), p. 185, 2000. Abstract.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G.C. Availability of phosphorus in distillers dried grains with solubles for growing swine. **Journal of Animal Science**, v. 79 (S-1), p. 108, 2001. Abstract.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; JOHNSTON, L. J. et al. Growth performance and carcass characteristics of grow-finish pigs fed increasing levels of distiller's dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 108, 2001. Abstract

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. Growth performance of nursery pigs fed diets containing increasing levels of corn distillers dried grains with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 122-128, 2004.

WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; JOHNSTON, L. J. et al. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwest ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3356-3363, 2006.

WHITNEY, M. H.; DONKIN, S. S.; LATOUR, M. A. Effects of dried distillers grains and conjugated linoleic acid on gene expression for key enzymes in fatty acid synthesis. In: ADSA/ASAS/AMPA/PSA JOINT ANNUAL MEETING, 2007. San Antonio, TX. **Proceedings...** San Antonio, TX, 2007, p. 620. Abstract.

WIDMER, M. R.; MCGINNIS, L. M.; STEIN, H. H. Energy, phosphorus, and amino acid digestibility of high protein distillers dried grains and corn germ fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2994-3003, 2007.

WIDMER, M. R.; MCGINNIS, L. M.; WULF, D. M. et al. Effects of feeding distillers dried grains with solubles, high-protein distillers dried grains, and corn germ to growing-finishing pigs on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1819-1831, 2008.