

## Farelo de Gérmen de Milho Desengordurado na Alimentação de Suínos em Crescimento e Terminação<sup>1</sup>

Lincoln Luiz Pedrini Soares<sup>2</sup>, Caio Abércio da Silva<sup>3</sup>, João Waine Pinheiro<sup>3</sup>, Nilva Aparecida Nicolao Fonseca<sup>3</sup>, Lizete Cabrera<sup>3</sup>, Edgard Hideaki Hoshi<sup>4</sup>, Marcos Augusto Alves da Silva<sup>4</sup>, Regis Civoney Canteri<sup>4</sup>

**RESUMO** - A avaliação do uso de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na alimentação de suínos foi realizada por meio de dois experimentos. O primeiro experimento foi representado por um teste de digestibilidade, utilizando-se dois tratamentos e quatro repetições. Foram utilizados oito animais, alojados em gaiolas de estudos metabólicos por 12 dias e submetidos ao método de coleta total de fezes e urina. No segundo experimento, objetivou-se avaliar o desempenho nas fases de crescimento I (20-50 kg de peso vivo), crescimento II (50-80 kg de peso vivo) e terminação (80-100 kg de peso vivo). Foram utilizados 48 animais, 24 machos castrados e 24 fêmeas, mestiços, com 61±2,2 dias. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições (dois animais/repetição). Os tratamentos caracterizaram-se pela inclusão de 0, 10, 20 e 30% de FGMD nas rações. Ao abate, as carcaças foram tipificadas e a espessura de toucinho, a profundidade do músculo dorsal, o rendimento de carcaça, quilograma de carne magra na carcaça e a porcentagem de carne magra na carcaça, avaliados. Foi realizada também análise econômica dos tratamentos empregados. Os valores de energia digestível e de energia metabolizável do FGMD foram de 2.097 e 2.078 kcal/kg, respectivamente. A inclusão do FGMD resultou em redução linear do consumo diário de ração ( $Y=2,80335-0,01709X$ ) e da conversão alimentar ( $Y=2,788-0,0132383X$ ), na fase de crescimento II, e do consumo diário de ração ( $Y=3,02077-0,0193317X$ ), na fase de terminação. Não se observou diferença em relação ao ganho diário de peso e as características de carcaça. Os índices econômicos não foram influenciados pelos níveis de inclusão de FGMD. O FGMD pode ser incluído em rações de suínos em crescimento e terminação até 30%.

Palavras-chave: desempenho, farelo de gérmen de milho desengordurado, milho, suínos

## Defatted Corn Germen Meal to Swine in the Growing and Finishing Phases

**ABSTRACT** - The use of defatted corn germ meal (DCGM) for swine feeds was evaluated by two experiments. The first experiment was represented by a digestibility test with two treatments and four replicates, where eight pigs were allocated in metabolic cages during 12 days and submitted a total feces and urine collect. The second experiment aimed to evaluate the performance on growing I (20 to 50 Kg live weight), growing II (50 to 80 kg live weight) and finishing (80 to 100 Kg live weight) phases towards different inclusion of DCGM in feeding. Forty eight crossbred pigs were used, 24 barrows and 24 females, with 61± 2.2 days placed stalls. The experimental design was based in random block with 4 treatments and 6 repetitions. Each repetition was represented for two pigs. The treatments were represented by inclusion of 0, 10, 20 and 30% of DCGM in feeding, in growing and finishing phases. All animals were slaughtered and submitted to an electronic carcass evaluation at the end of the experiment. Backfat depth, muscle depth, carcass yield, lean meat percentage and kilogram of lean meat were evaluated. An economic analysis by different treatments was realized. The digestible and metabolizable energy values of DCGM were 2.097 and 2.078 Kcal/Kg, respectively. There was a linear effect with the DCGM inclusion related to the daily feed intake ( $Y=2.80335-0.01709X$ ) and daily weight gain ( $Y=2.788-0.0132383X$ ) in phases of growing II and about daily feed intake ( $Y=3.02077-0.0193317X$ ) in the finishing phase. Daily weight gain was not affected by DCGM levels. There were no effects to carcass characteristics. The economical parameters were not influenced by DCGM inclusion. The DCGM can be included in growing and finishing feeds for swine up to 30%.

Key Words: defatted corn germ meal, corn, performance, swine

### Introdução

A suinocultura brasileira tem no binômio milho-farelo de soja a base de sua alimentação. Segundo Moreira et al. (1994), o milho é considerado o mais

importante componente energético das rações de suínos, e as variações em seu preço refletem diretamente nos resultados econômicos da atividade (Trindade Neto et al., 1995). Nesse sentido, tem sido constante a pesquisa de produtos alternativos que, de

<sup>1</sup> Parte da tese de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Londrina.

<sup>2</sup> Médico Veterinário, Aluno do curso de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina.

<sup>3</sup> Profs. Drs. Universidade Estadual de Londrina. Departamento de Zootecnia. CEP: 86020-990, Londrina - PR. E.mail: casilva@uel.br

<sup>4</sup> Acadêmicos do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Londrina.

forma eficiente e econômica, possam substituir o milho, mesmo que parcialmente.

O farelo de gérmen de milho desengordurado é produzido no processo de industrialização do milho, sendo considerado um potencial produto para uso na alimentação de suínos. O subproduto é resultante da retirada do amido por via úmida seguida da extração do óleo por meio de solventes (Freitas, 2001), estando disponível principalmente na região Centro-Sul do Brasil, com produção constante durante todo o ano. Apesar das potencialidades apresentadas pelo farelo de gérmen de milho desengordurado, os estudos são escassos e, basicamente, desenvolvidos com aves e bovinos, sendo limitadas as informações com suínos.

Butolo et al. (2000) determinaram o valor da energia metabolizável do farelo de gérmen de milho desengordurado para frangos de corte, assim como sua composição bromatológica e composição percentual de aminoácidos. Os autores encontraram valores de energia metabolizável aparente de 2.368 kcal/kg para o farelo de gérmen de milho desengordurado com 40% de inclusão e de 2.416 kcal/kg para a inclusão de 20% com base na matéria natural. Na análise química, os valores obtidos foram de matéria seca, 88,46%; proteína bruta, 10,75%; fibra bruta, 3,49%; extrato etéreo, 1,23%; matéria mineral, 3,32%; cálcio, 0,26% e fósforo total, 0,52%. Rodrigues et al. (2001) determinaram a composição química do farelo de gérmen de milho desengordurado e de outros subprodutos do milho para o uso na alimentação de frangos de corte. Foram encontrados valores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra bruta e energia bruta, 90,16%; 10,85%; 1,29%; 6,59%; 2,78%; e 3.543 kcal/kg, respectivamente. Segundo os autores, o farelo de gérmen de milho desengordurado também apresentou maiores teores de proteína (21,09 e 11,51%) que o gérmen comum e o gérmen fino, respectivamente. A variação observada nestes valores, comparados aos dados de tabelas brasileiras e estrangeiras, se deve, possivelmente, às diferentes condições de solo, clima e cultivares, além das várias formas de processamento, que podem afetar a composição dos alimentos.

De acordo com a EMBRAPA (1991), os níveis nutricionais do milho em grão são de 8,68% de proteína bruta; 2,17% de fibra bruta; 3,84% de extrato etéreo; 1,18% de matéria mineral; 0,26% de fósforo total; 3.950 kcal/kg de energia bruta; e 3.293 kcal/kg de energia metabolizável para suínos. Estes valores

divergem parcialmente dos níveis relatados pelo NRC (1998), sugerindo que variações na composição deste grão são possíveis (Rodrigues et al., 2001), justificando, conseqüentemente, as diferenças nutricionais encontradas no gérmen de milho.

Moreira et al. (2002), avaliando diferentes níveis de inclusão (10, 15, 30 e 45%) de farelo de gérmen de milho desengordurado nas rações de suínos, durante as fases de crescimento e de terminação, verificaram piora da conversão alimentar e do ganho diário de peso em todos os níveis de inclusão e nenhum efeito sobre as características de carcaça. Foi constatada viabilidade na inclusão de 15% de farelo de gérmen de milho desengordurado em ambas as fases, quando o preço deste subproduto representava 70 a 80% do preço do milho.

Existe carência de trabalhos sobre o uso do farelo de gérmen de milho desengordurado para suínos, uma vez que sua utilização apresenta caráter regionalizado, onde a proximidade das granjas às indústrias de milho representa um fator determinante para sua viabilidade. A região norte do Paraná tem esta característica, contudo, o farelo de gérmen de milho desengordurado vem sendo utilizado nas rações de suínos com base em informações que, normalmente, não consideram os resultados de testes de digestibilidade e desempenho.

Diante deste quadro e das qualidades do farelo de gérmen de milho desengordurado como ingrediente para a substituição do milho, objetivou-se, com este trabalho, identificar as características nutricionais do subproduto e a indicação dos melhores níveis de sua inclusão para as rações de suínos em crescimento e terminação.

## Material e Métodos

No presente trabalho, foram realizados dois experimentos; o primeiro composto por um teste de digestibilidade do farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e o segundo, por um teste de desempenho e avaliação das características de carcaça de suínos alimentados com rações com diferentes níveis de FGMD.

A digestibilidade do FGMD para suínos foi realizada no setor de suinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina. O FGMD foi fornecido pela Caramuru Óleos Vegetais Ltda, sediada no município de Apucarana, Paraná.

Foram utilizados oito leitões mestiços (Landrace x Large White), machos castrados, com peso médio

inicial de  $23,2 \pm 2,87$  kg e idade média de  $63 \pm 3,62$  dias, alojados em gaiolas de estudos metabólicos, por 12 dias, em que os sete primeiros foram destinados para adaptação dos animais às gaiolas e às rações. No oitavo dia, foram pesados para cálculo do peso metabólico e ajuste da quantidade de ração a ser consumida. Nos cinco dias subsequentes, procedeu-se à coleta total de fezes e urina. Para determinar o início e o final do período de coleta, adicionaram-se às rações 2% de óxido férrico ( $Fe_2O_3$ ), como marcador fecal.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com dois tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi representada por um animal. Para a formação dos blocos, considerou-se o peso vivo dos animais.

Os tratamentos experimentais foram ração-referência e ração-teste – esta foi composta pela ração-referência (70%) e 30% de FGMD. A ração-referência foi formulada visando atender às exigências dos animais nessa fase (NRC, 1998). Os ingredientes utilizados, a composição percentual e os valores calculados da ração-referência encontram-se na Tabela 1.

No manejo alimentar, as rações foram oferecidas duas vezes ao dia, às 8 e 17 h. A quantidade fornecida para cada animal foi estabelecida durante o período de adaptação. O fornecimento de água foi definido tomando-se como base a relação de 3 mL de água/g de alimento consumido.

Para a coleta das fezes e urina, foi utilizada a metodologia de coleta total. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, às 6h30 e 19h.

Após o período de coleta, as fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a  $60^\circ C$  e trituradas e a urina foi armazenada em refrigerador. Os dois materiais foram submetidos à análise laboratorial. A partir das fezes e das dietas, obtiveram-se os respectivos valores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra bruta e energia bruta (AOAC, 1975). Na urina, foi analisado o teor de energia bruta.

Para os cálculos dos coeficientes de digestibilidade, foi empregada a fórmula de Matterson et al. (1965).

Para avaliação do desempenho de suínos alimentados com diferentes níveis de FGMD na ração, foi realizado um experimento em baias do setor de suinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina. Foram utilizados 48 animais, no período de 14 de agosto a 12 de novembro de 2001, sendo 24 machos castrados e 24 fêmeas, mestiços, com peso médio inicial de  $19,68 \pm 2,5$  kg e idade média de  $61 \pm 2,2$  dias.

Tabela 1- Composição percentual da ração-referência  
Table 1 - Percentual composition of basal diet

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Valores <i>Values</i>
Milho (%) ( <i>Corn</i> )	69,097
Farelo de soja (%) ( <i>Soybean meal</i> )	26,548
Óleo de soja (%) ( <i>Soybean oil</i> )	1,858
Fosfato bicálcico (%) ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	0,840
Calcário calcítico (%) ( <i>Limestone</i> )	0,854
Sal comum (%) ( <i>Salt</i> )	0,250
L-Lisina HCl-78% (%) ( <i>L-Lisine-HCl-78%</i> )	0,103
Suplemento vitamínico <sup>1</sup> (%) ( <i>Vitamin supplement</i> )	0,400
Suplemento mineral <sup>2</sup> (%) ( <i>Mineral supplement</i> )	0,050
Valores calculados <i>Calculated values</i>	
Proteína bruta (%) ( <i>Crude protein</i> )	18,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	3265
<i>Metabolizable energy</i>	
Fibra bruta (%) ( <i>Crude fiber</i> )	2,97
Cálcio (%) ( <i>Calcium</i> )	0,60
Fósforo total (%) ( <i>Total phosphorus</i> )	0,50
Fósforo disponível (%) ( <i>Available phosphorus</i> )	0,26
Lisina (%) ( <i>Lysine</i> )	0,95
Metionina (%) ( <i>Methionine</i> )	0,27

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico por kg de ração (*Vitamin supplement per kg of ration*) vit A, 4.000 UI; vit D3, 1.000 UI, vit E, 11 UI; vit K3, 2,5 mg; vit B1, 1,2 mg; vit B2, 4,2 mg, vit B6, 1,1 mg; vit B12, 15 mcg; ácido fólico (*folic acid*), 0,6 mg; ácido pantotênico (*panotenic acid*), 14 mg; niacina (*niacin*), 23 mg; colina (*coline*), 100 mg; selênio (*selenium*), 0,3 mg.

<sup>2</sup>Suplemento mineral por kg de ração (*Mineral supplement per kg of ration*): Fe, 45 mg; Cu, 8 mg; Mn, 15 mg; Zn, 70 mg; Co, 0,1 mg; I, 0,425 mg.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições. Cada repetição foi representada por dois animais, pesados no início e final de cada etapa do experimento. Os animais foram alojados (dois do mesmo sexo) em baias de alvenaria, com piso compacto e área de 3 m<sup>2</sup>, e receberam água e ração à vontade, durante todo o período experimental.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente, formando quatro grupos que receberam os seguintes tratamentos:

- T<sub>1</sub> – tratamento com 0% de FGMD na ração;
- T<sub>2</sub> – tratamento com 10% de FGMD na ração;
- T<sub>3</sub> – tratamento com 20% de FGMD na ração;
- T<sub>4</sub> – tratamento com 30% de FGMD na ração.

As rações (Tabela 2) foram formuladas para atender às exigências estabelecidas pelo NRC (1998), subdividindo as necessidades nutricionais dos animais para as três categorias de peso: entre 20 e 50 kg

de peso vivo (crescimento I), entre 50 e 80 kg de peso vivo (crescimento II) e entre 80 e 100 kg de peso vivo (terminação).

As rações fornecidas aos tratamentos foram isoenergéticas, isoprotéicas, isolisínicas e com semelhantes níveis de cálcio e fósforo total (Tabela 3).

Na formulação das rações, foram utilizados os valores da energia metabolizável, obtidos no ensaio de digestibilidade do FGMD, e os valores do perfil de aminoácidos do FGMD (Tabela 4), obtidos após a hidrólise ácida e a injeção em um analisador automático de aminoácidos do Laboratório Labtec, localizado em Campinas, São Paulo.

Ao final do experimento de desempenho, aos 100,62 ± 8,4 kg de peso, os animais foram abatidos em frigorífico. As carcaças foram individualmente avaliadas com o auxílio de uma pistola tipificadora Stork-SFK (modelo S87), utilizando o sistema informatizado "FAT-O-MEATER". A pistola foi introduzida na altura da 3ª vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo *Longissimus dorsi*.

Os itens analisados foram espessura de toucinho, profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, peso da carcaça quente, rendimento da carcaça, porcentagem de carne magra na carcaça e quilograma de carne magra na carcaça.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e 12 repetições por tratamento (sendo seis machos castrados e seis fêmeas). Cada repetição foi representada por um animal.

Para verificação da viabilidade econômica do FGMD nas rações de crescimento e terminação, foi determinado o custo médio em ração por quilograma de peso vivo durante o período experimental, conforme Bellaver et al. (1985).

Na seqüência, calcularam-se o índice de eficiência econômica e o índice de custo médio, propostos por Barbosa et al. (1992).

Os valores (preço/kg) dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos foram: calcário (R\$0,050), DL-metionina (R\$ 7,40), farelo de soja (R\$ 0,40),

Tabela 2 - Composição percentual das rações utilizadas no experimento de desempenho

Table 2 - Percentual composition of the diets used in the performance experiment

Nutrientes* Nutrients*	Fase de crescimento I Growing phase I				Fase de crescimento II Growing phase II				Fase de terminação Finishing phase			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Milho (%) Corn	71,428	58,483	45,537	32,592	78,322	65,379	52,436	39,494	85,222	72,280	59,337	46,394
Farelo soja (%) Soybean meal	26,055	26,173	26,293	26,409	19,276	19,390	19,505	19,620	12,801	12,916	13,030	13,145
FGMD (%) DGM	-	10,000	20,000	30,000	-	10,000	20,000	30,000	-	10,000	20,000	30,000
Óleo soja (%) Soybean oil	0,119	3,148	6,176	9,205	0,379	3,406	6,434	9,461	0,012	3,039	6,067	9,094
Fosfato bicálcico (%) Dicalcium phosphate	0,862	0,785	0,708	0,632	0,713	0,637	0,560	0,484	0,555	0,478	0,402	0,325
Calcário calcítico (%) Limestone	0,930	0,819	0,708	0,597	0,775	0,664	0,552	0,441	0,938	0,827	0,715	0,604
Sal comum (%) Salt	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Lisina-HCl 78% (%) L-lysine-78%	0,113	0,101	0,089	0,078	0,065	0,054	0,043	0,030	0,072	0,060	0,049	0,038
DL-metionina (%) DL-methionine	0,023	0,021	0,019	0,017	-	-	-	-	-	-	-	-
Promotor cresc. (%) Growth promoter	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	-	-	-	-
Supl. vit. min. (%) <sup>1</sup> Vitam. min. suppl.	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,150	0,150	0,150	0,150
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1</sup> Composição de suplemento vitamínico e mineral por kg de ração (Vitamin and mineral supplement per kg of ration): vit. A, 7.000 UI; vit. D3, 1.000 UI; vit. E, 10 mg; vit. K3, 2 mg; vit. B1, 0,8 mg; vit. B2, 3,2 mg; vit. B6, 1 mg; vit. B12, 22 mcg; Ácido pantotênico (pantotenic acid), 12 mg; Niacina (niacin), 28 mg; Biotina (biotin), 0,02 mg; Ácido fólico (folic acid), 0,7 mg; Colina (choline), 0,3 g; Co, 0,25 mg; Cu, 18 mg; Fe, 96 mg; I, 0,25 mg; Mn, 50 mg; Se, 0,15 mg; Zn, 96 mg.

Tabela 3 Composição química e energética das rações utilizadas no experimento de desempenho (na matéria natural)  
 Table 3 - Chemical and energy composition of the diets used in the performance experiment (as fed basis)

Nutrientes* Nutrients*	Fase de crescimento I Growing phase I				Fase de crescimento II Growing phase II				Fase de terminação Finishing phase			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
	Proteína bruta (%) Crude protein	18,000	18,000	18,000	18,000	15,500	15,500	15,500	15,500	13,200	13,200	13,200
Energia metabolizável (kcal/kg)	3265	3265	3265	3265	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
Metabolizable energy												
Fibra bruta (%) Crude fiber	3,000	3,182	3,364	3,545	2,772	2,954	3,135	3,317	2,561	2,742	2,924	3,105
Extrato etéreo (%) Crude fat	3,313	6,016	8,718	11,421	3,720	6,421	9,123	11,824	3,505	6,206	8,908	11,609
Cálcio (%) Calcium	0,600	0,600	0,600	0,600	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Fósforo total (%) Total Phosphorus	0,500	0,500	0,500	0,500	0,450	0,450	0,450	0,450	0,400	0,400	0,400	0,400
Fósforo disponível (%) Available phosphorus	0,269	0,259	0,248	0,238	0,236	0,226	0,215	0,205	0,202	0,191	0,181	0,170
Lisina (%) Lysine	0,950	0,950	0,950	0,950	0,750	0,750	0,750	0,750	0,600	0,600	0,600	0,600
Metionina (%) Methionine	0,250	0,250	0,250	0,250	0,206	0,208	0,210	0,212	0,187	0,189	0,191	0,193
Triptofano (%) Tryptophan	0,236	0,235	0,234	0,233	0,190	0,189	0,188	0,187	0,146	0,145	0,144	0,143

\*Valores calculados conforme tabela da EMBRAPA (1991).

\* Values calculated according EMBRAPA (1991).

Tabela 4 - Análise de aminoácidos do farelo de gérmen de milho desengordurado (valores na matéria natural)

Table 4 - Amino acid analysis of the defatted corn germ meal (as fed basis)

Aminoácidos Amino acids	Valores (%) Values
Alanina (Alanine)	0,5032
Arginina (Arginine)	0,4073
Ácido aspártico (Aspartic acid)	0,8744
Glicina (Glycine)	0,4958
Isoleucina (Isoleucine)	0,3536
Leucina (Leucine)	0,4700
Ácido glutâmico (Glutamic acid)	0,9841
Lisina (Lysine)	0,3687
Cistina (Cystine)	0,4460
Metionina (Methionine)	0,2146
Fenilalanina (Phenylalanine)	0,3855
Tirosina (Tyrosine)	0,2433
Treonina (Threonine)	0,4130
Triptofano (Tryptophan)	0,0581
Prolina (Proline)	0,4915
Valina (Valine)	0,4880
Histidina (Histidine)	0,1895
Serina (Serine)	0,4837

farelo de gérmen de milho desengordurado (R\$ 0,08), fosfato bicálcico (R\$ 0,80), L-lisina (R\$ 5,50), milho (R\$ 0,15), óleo de soja (R\$ 0,80), sal comum (R\$ 0,25), suplemento vitamínico e mineral de crescimento (R\$ 9,00), promotor de crescimento (R\$ 5,00), suplemento vitamínico e mineral de terminação (R\$ 8,00).

Os dados relativos às variáveis de desempenho e de carcaça e os índices econômicos foram submetidos à análise de variância e à regressão polinomial, utilizando-se o programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1997), sendo adotado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + S_k + (TS)_{ik} + e_{ijkl}$$

em que  $Y_{ijkl}$  = variáveis observadas;  $\mu$  = média geral;  $T_i$  = efeito dos níveis de inclusão do FGMD  $i$  ( $i = 0, 10, 20, 30\%$ );  $B_j$  = efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2$  e  $3$ );  $S_k$  = efeito do sexo  $k$  ( $k = 1$  e  $2$ );  $(TS)_{ik}$  = efeito da interação níveis de inclusão  $i$  com o sexo  $k$ ; e  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

## Resultados e Discussão

Os valores da matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, matéria mineral, cálcio e fósforo total do FGMD são apresentados na Tabela 5. Os resultados divergiram dos encontrados por Butolo et al. (2000), principalmente quanto aos valores de extrato etéreo, cálcio e fibra bruta. Variações neste tipo de subproduto são esperadas, uma vez que, segundo Rodrigues et al. (2001), mudanças nas condições de solo, clima e cultivares, além de diferentes condições de processamento, podem influenciar a composição dos alimentos como o milho e seus subprodutos.

Os valores da matéria seca, proteína digestível, energia bruta, digestível e metabolizável do FGMD, assim como seus respectivos coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade encontram-se na Tabela 6.

O FGMD utilizado neste trabalho apresentou valor de energia bruta próximo ao obtido por Rodrigues et al. (2001), que descreveram 3.543 kcal/kg para uma amostra de FGMD. O NRC (1998) cita o valor de energia bruta do milho de 3.950 kcal/kg, da energia digestível de 3.460 kcal/kg e da energia metabolizável de 3.293 kcal/kg. Ao comparar estes valores de energia do milho com os de energia do FGMD encontrados, conclui-se que o FGMD é um alimento menos energético que o milho.

Os resultados de ganho diário de peso, consumo diário de ração e conversão alimentar, em função dos diferentes níveis de inclusão de FGMD, nas diferentes fases de arrazoamento, são apresentados nas Tabelas 7, 8, 9 e 10. Em nenhuma das fases estudadas, ocorreu diferença para esse parâmetro entre os níveis de inclusão ou a interação entre o nível de inclusão do FGMD e o sexo.

Na fase de crescimento I (Tabela 7), não houve resposta à análise de regressão em relação aos parâmetros avaliados. Porém, na fase de crescimento II (Tabela 8), observou-se redução linear do consumo diário de ração ( $Y=2,80335-0,01709X$ ) e da conversão alimentar ( $Y=2,788-0,0132383X$ ).

Na fase de terminação (Tabela 9), o consumo diário de ração diminuiu linearmente ( $Y=3,02077-0,0193317X$ ) com a inclusão do FGMD.

Na avaliação conjunta das fases de crescimento e terminação (Tabela 10), constatou-se redução linear do consumo diário de ração ( $Y=2,53203-0,01358X$ ) e da conversão alimentar ( $Y=2,72612-0,00938834X$ ) com o aumento do FGMD na ração. Este resultado

Tabela 5 - Composição química do farelo de germen de milho desengordurado (FGMD) com base em matéria natural

Table 5 - Chemical composition of the defatted corn germ meal (DCGM) based on natural matter

Composição <i>Compositon</i>	FGMD* <i>DCGM*</i>	FGMD** <i>DCGM**</i>
Matéria seca (%) ( <i>Dry matter</i> )	90,33	88,46
Proteína bruta (%) ( <i>Crude protein</i> )	10,68	10,75
Fibra bruta (%) ( <i>Crude fiber</i> )	8,21	3,49
Extrato etéreo (%) ( <i>Crude fat</i> )	0,86	1,23
Matéria mineral (%) ( <i>Mineral matter</i> )	3,75	3,32
Cálcio (%) ( <i>Calcium</i> )	0,07	0,26
Fósforo total (%) ( <i>Total phosphorus</i> )	0,60	0,52

\* Valores obtidos.

\* *Obtained values.*

\*\*Butolo et al. (2000).

Tabela 6 - Matéria seca, proteína digestível, energia bruta, digestível e metabolizável do FGMD e respectivos coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade aparentes (valores expressos na matéria natural)

Table 6 - Dry matter, digestible protein and crude, digestible and metabolizable energy of DCGM and respective apparent digestibility and metabolizability coefficients (as-fed basis)

FGMD <i>DCGM</i>	Coefficientes <i>Coefficients</i>	Valores <i>Values</i>
Matéria seca digestível (%) <i>Digestible dry matter</i>	62,62	57,18
Proteína digestível (%) <i>Digestible protein</i>	63,76	6,81
Energia bruta (kcal/kg) <i>Crude energy</i>	-	3.584
Energia digestível (kcal/kg) <i>Digestible energy</i>	58,51 <sup>1</sup>	2.097
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	99,10 <sup>2</sup>	2.078

<sup>1</sup>Coefficiente de digestibilidade.

<sup>2</sup>Coefficiente de metabolizabilidade.

<sup>1</sup>*Coefficient of digestibility.*

<sup>2</sup>*Coefficient of metabolizability.*

pode ser explicado pela maior adição de óleo de soja nas rações com níveis progressivamente maiores de FGMD. Lacy et al. (1986), trabalhando com aves, propuseram que este comportamento pode ser atribuído ao fígado, que é capaz de ser sensibilizado pelos lipídeos administrados na ração, resultando em menor ingestão alimentar.

Os resultados de desempenho deste experimento diferiram dos valores encontrados por Moreira et al. (2002), que constataram piora em todos os parâmetros

Tabela 7 - Efeito dos diferentes níveis de inclusão do FGMD sobre o ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos em fase de crescimento I

Table 7 - Effect of different levels of DCGM on daily weight gain (DWG), daily feed intake (DFI) and feed gain ratio (FG) in the growing phase I

Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)	Fatores Factors		
	GDP (g) DWG (g)	CDR (g) DFI (g)	CA FG
0	845±157	1899±443	2,247±0,158
10	805±126	1842±266	2,288±0,220
20	798±54	1809±130	2,266±0,118
30	782±122	1682±244	2,150±0,118
Efeito da regressão Regression effect	NS	NS	NS
Coefficiente de variação (%) Coefficient of variation (%)	13,09	11,93	5,71

NS - Não-significativo (P>0,05).  
NS - Not significant (P>.05).

Tabela 9 - Efeito dos diferentes níveis de inclusão do FGMD sobre o ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos em fase de terminação

Table 9 - Effect of different levels of DCGM on daily weight gain (DWG), daily feed intake (DFI) and feed gain ratio (FG) in the finishing phase

Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)	Fatores Factors		
	GDP (g) DWG (g)	CDR (g) DFI (g)	CA FG
0	884±106	3077±453	3,482±0,724
10	1.026±193	3148±304	3,069±0,300
20	849±165	2650±427	3,120±0,338
30	854±121	2568±282	3,006±0,421
Efeito da regressão Regression effect	NS	Linear <sup>1</sup>	NS
Coefficiente de variação (%) Coefficient of variation (%)	16,06	13,51	14,85

NS - Não-significativo (P>0,05). 1- Y=3,02077-0,0193317X.  
NS - Not significant (P>.05). 1- Y=3.02077 - .0193317X.

Tabela 8 - Efeito dos diferentes níveis de inclusão do FGMD sobre o ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos em fase de crescimento II

Table 8 - Effect of different levels of DCGM on daily weight gain (DWG), daily feed intake (DFI) and feed gain ratio (FG) in the growing phase II

Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)	Fatores Factors		
	GDP (g) DWG (g)	CDR (g) DFI (g)	CA FG
0	992±101	2752±511	2,774±0,240
10	1.009±104	2743±366	2,719±0,328
20	975±134	2397±321	2,458±0,235
30	956±84	2297±243	2,402±0,126
Efeito da regressão Regression effect	NS	Linear <sup>1</sup>	Linear <sup>2</sup>
Coefficiente de variação (%) Coefficient of variation (%)	9,82	11,53	10,56

NS- Não-significativo (P>0,05). 1- Y=2,80335-0,01709X.  
2- Y=2,788-0,0132383X.  
NS- Not significant (P>.05). 1- Y=2,80335-0,01709X.  
2- Y=2.788-.0132383X.

Tabela 10 - Efeito dos diferentes níveis de inclusão do FGMD sobre o ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos em fase de crescimento e terminação

Table 10 - Effect of different levels of DCGM on daily weight gain (DWG), daily feed intake (DFI) and feed gain ratio (FG) in the growing and finishing phase

Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)	Fatores Factors		
	GDP (g) DWG (g)	CDR (g) DFI (g)	CA FG
0	904±87	2461±400	2,722±0,236
10	925±72	2450±241	2,648±0,241
20	870±82	2203±215	2,532±0,149
30	858±66	2096±211	2,443±0,086
Efeito da regressão Regression effect	NS	Linear <sup>1</sup>	Linear <sup>2</sup>
Coefficiente de variação (%) Coefficient of variation (%)	7,47	9,57	7,18

NS - Não-significativo (P>0,05); 1 - Y= 2,53203-0,01358X;  
2 - Y= 2,72612-0,00938834X.  
NS- Not significant (P>.05), 1- Y= 2.53203-0.01358X, 2- Y= 2.72612-.00938834X.

Tabela 11 - Efeito dos diferentes níveis de inclusão do FGMD sobre a espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo dorsal (PMD), peso da carcaça (PC), quilograma de carne magra (KCM) e porcentagem de carne magra (CM)

Table 11 - Effect of different levels of DCGM on backfat depth (BT), muscle depth (MD), carcass weight (CW), kilogram of lean meat (KLM) and lean meat percent (LM)

Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)	ET (mm) BT	PMD (mm) MD	PC (kg) CW	KCM (kg) KLM	CM (%) LM
0	17,3±3,94	55,4±5,02	71,8±0,10	37,9±0,04	52,8±0,03
10	19,1±2,71	55,6±3,35	76,3±0,07	38,9±0,03	51,1±0,01
20	17,2±4,86	55,6±4,31	69,5±0,11	36,9±0,04	53,5±0,04
30	17,0±3,95	57,1±4,96	70,3±0,10	37,5±0,04	53,6±0,03
Efeito de regressão Regression effect	NS	NS	NS	NS	NS
Coeficiente de variação (%) Coefficient of variation (%)	19,55	8,06	12,27	9,27	4,95

NS - Não-significativo (P>0,05).

NS - Not significant (P>.05).

Tabela 12 - Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho (R\$/kg de PV), índice de eficiência econômica e índice de custo médio, referente à fase de crescimento I

Table 12 - Mean cost of ration per kilogram of live weight gain (R\$/kg of LW), mean cost index and index of economic efficiency, during the growing I phase

Índices Rates	Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)			
	0	10	20	30
Custo de ração por kg de PV (R\$) Cost of ration per kg of body weight gain (R\$)	0,557	0,595	0,616	0,610
Índice de eficiência econômica Index of economic efficiency	100,00	93,61	90,42	91,31
Índice de custo médio Mean cost index	100,00	106,82	110,59	109,51

Tabela 13 - Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho (R\$/kg de PV), índice de eficiência econômica e índice de custo médio, referente à fase de crescimento II

Table 13 - Mean cost of ration per kilogram of live weight gain (R\$/kg of LW), mean cost index and index of economic efficiency, during the growing II phase

Índices Rates	Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)			
	0	10	20	30
Custo de ração por kg de PV (R\$) Cost of ration per kg of body weight gain (R\$)	0,632	0,655	0,624	0,641
Índice de eficiência econômica Index of economic efficiency	98,73	95,27	100,00	97,35
Índice de custo médio Mean cost index	101,28	104,97	100,00	102,72

analisados, à medida que se incluiu FGMD. Os autores, contudo, alegaram sobre a possibilidade de os valores da energia digestível do trabalho terem sido superestimados, o que pode ter comprometido a condição isoenergética das rações experimentais.

Avaliando o efeito de diferentes níveis de inclusão do FGMD sobre as características de carcaça dos suínos (Tabela 11), não foi constatada diferença (P>0,05) nos parâmetros avaliados, bem como a interação entre o nível de inclusão e o sexo. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Moreira et al. (2002), que observaram que, independentemente dos níveis de inclusão do FGMD, as características de carcaça não foram afetadas pelos tratamentos.

Os resultados das características de carcaça são importantes atualmente, uma vez que os critérios de remuneração do suinocultor têm considerado a quantidade de carne magra na carcaça. Portanto, os resultados obtidos com a inclusão do FGMD nos níveis de 10, 20 e 30%, nas rações de crescimento e terminação, indicaram que, diante destes critérios de comercialização, o produtor pode utilizar qualquer nível de inclusão de FGMD estudado.

Os resultados das avaliações econômicas são apresentados nas Tabelas 12, 13, 14 e 15. Nenhuma das variáveis econômicas estudadas foi influenciada (P>0,05) pela inclusão de níveis crescentes de FGMD. Estes resultados indicam que, em termos econômicos,



Tabela 14 - Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho (R\$/kg de PV), índice de eficiência econômica e índice de custo médio, referente à fase de terminação

Table 14 - Mean cost of ration per kilogram of live weight gain (R\$/kg of LW), mean cost index and index of economic efficiency, during the finishing phase

Índices Rates	Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)			
	0	10	20	30
Custo de ração por kg de PV (R\$) Cost of ration per kg of body weight gain (R\$)	0,714	0,669	0,718	0,731
Índice de eficiência econômica Index of economic efficiency	93,69	100,00	93,17	91,52
Índice de custo médio Mean cost index	106,72	100,00	107,32	109,27

Tabela 15 - Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho (R\$/kg de PV), índice de eficiência econômica e índice de custo médio, referente às fases de crescimento e terminação

Table 15 - Mean cost of ration per kilogram of live weight gain (R\$/kg of LW), mean cost index and index of economic efficiency, during the growing and finishing phase

Índices Rates	Níveis FGMD (%) Levels of DCGM (%)			
	0	10	20	30
Custo de ração por kg de PV (R\$) Cost of ration per kg of body weight gain (R\$)	0,621	0,636	0,642	0,650
Índice de eficiência econômica Index of economic efficiency	100	97,64	96,73	95,54
Índice de custo médio Mean cost index	100	102,41	103,38	104,67

o FGMD pode ser incluído até o nível de 30% em rações de suínos em crescimento e terminação.

### Conclusões

O FGMD apresenta 2.097 kcal/kg de energia digestível e 2.078 kcal/kg de energia metabolizável aparente. O FGMD pode ser incluído em até 30% em rações de suínos em crescimento e terminação.

### Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington D.C.: 1975. 1094p.
- BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S. et al. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.827-37, 1992.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; FROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-74, 1985.
- BUTOLO, E.A.F.; NOBRE, P.T.C.; LIMA, I.A.V. et al. Determinação do valor energético e nutritivo do gérmen de milho desengordurado para frangos de corte. Disponível em <http://www.supremais.com.br/08.htm>, Acesso em 15/02/2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: Centro Nacional de pesquisa de Suínos e Aves, 1991. 97p. (Documentos, 19)
- FREITAS, R.M. Fontes alternativas para o milho. **Porkworld**, n.3, p.18-22, 2001.
- LACY, M.P.; VANDREY, H.P.; SKEWES, P.A. et al. Food intake in domestic fowl: effect of intrahepatic lipid and amino acid infusions. **Physiology Behavior**, v.36, p.533-538, 1986.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.
- MOREIRA, I.; RIBEIRO, C.R.; FURLAN, A. C. et al. Utilização do farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação. Digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2238-2246, 2002.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.6, p.916-929, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1767-1778, 2001.
- TRINDADE NETO, M.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. et al. Farelo de glúten de milho (FGM) para suínos em crescimento e terminação (desenvolvimento). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.108-116, 1995.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**, versão 7.1, Viçosa, MG: 1997. 150p.

Recebido em: 06/03/03

Aceito em: 27/04/04