


**MILHETO EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO  
EM RAÇÕES PARA SUÍNOS EM  
CRESCIMENTO - DIGESTIBILIDADE E  
DESEMPENHO**

**MARCELO DA SILVEIRA MEIRELLES PINHEIRO**

**2002**

  
37671 MFN

MARCELO DA SILVEIRA MEIRELLES PINHEIRO

**MILHETO EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM RAÇÕES PARA  
SUÍNOS EM CRESCIMENTO - DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**  
Prof. Elias Tadeu Fialho

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Pinheiro, Marcelo da Silveira Meirelles.

Milheto em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento –  
Digestibilidade e Desempenho / Marcelo da Silveira Meirelles Pinheiro.

-- Lavras : UFLA, 2002.

41 p. : il.

Orientador: Elias Tadeu Filho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

I. Sumo. 2. Milheto. 3. Digestibilidade. 4. Desempenho. 5. Nutrição.  
6. Alimento alternativo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.40855

**MARCELO DA SILVEIRA MEIRELLES PINHEIRO**

**MILHETO EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM RAÇÕES PARA  
SUÍNOS EM CRESCIMENTO - DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO**

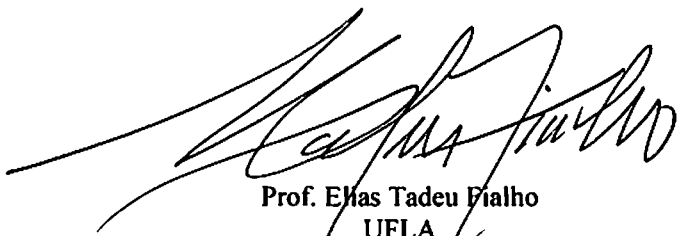
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 25 de Fevereiro de 2002.

Prof. José Augusto de Freitas Lima    DZO    UFLA

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas    DZO    UFLA

Prof. Antonio Gilberto Bertechini    DZO    UFLA



Prof. Elias Tadeu Fialho  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

**A Deus, por nossas vidas.**

**Aos meus pais, João e Marli, pelo carinho, amor e dedicação.**

**DEDICO**

**Aos meus irmãos Marco Aurélio, Eduardo, Renato e Beatriz.**

**Aos meus parentes.**

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade da realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao orientador, Prof. Elias Tadeu Fialho, pela orientação, amizade, respeito e confiança, prestados ao longo do curso.

Ao comitê orientador, professores José Augusto de Freitas Lima e Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela orientação e sugestões para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Antonio Gilberto Bertechini e Antônio Soares Teixeira, pela amizade e apoio.

Aos alunos de graduação, Vinícios de Souza Cantarelli, Fabiana Ramos dos Santos, Érica Viviane Heidenreich da Rocha, Leandro Batista Costa, Tiago Santos Castro e José Vieira Neto, pela inestimável ajuda nas análises laboratoriais e condução do experimento.

Aos alunos de pós-graduação, Lourenya Tatiana Flora Chaufun, Sidnei Tavares Reis, Silvio Luiz de Oliveira, Hunaldo Oliveira Silva, Wilams Gomes dos Santos, Renato Alberto Giacometti, Ricardo de Souza Martinez, Édison José Fassani, Reinaldo Kanji Kato e Vladimir de Oliveira, pela amizade e apoio.

Aos meus colegas de república, Marcelo Krivcun e Rúbio Garcia Telles.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Setor de Suinocultura e Fábrica de Ração.

Em especial ao Prof. Elias Tadeu Fialho, Wilams Gomes dos Santos, Hunaldo Oliveira Silva, Renato Alberto Giacometti e Reinaldo Kanji Kato, pelo socorro prestado nos problemas de saúde; a Vladimir de Oliveira, que muito ajudou na elaboração e estruturação desta dissertação.

Aos meus amigos verdadeiros

*“Quem tem amigos verdadeiros é possuidor de valiosíssimo tesouro”.*

## BIOGRAFIA

MARCELO DA SILVEIRA MEIRELLES PINHEIRO, filho de João Carlos Meirelles Pinheiro e Marli da Silveira Pereira, nasceu em 2 de setembro de 1975 na cidade do Rio de Janeiro, no estado do Rio de Janeiro; antigo estado da Guanabara.

Em março de 1995, ingressou na Universidade Federal de Lavras, graduando-se em Zootecnia, em fevereiro de 2000.

Em março de 2000, iniciou o curso de pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 25 de fevereiro de 2002, submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “Mestre”.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Histórico e características agronômicas do milheto .....	3
2.2 Características bromatológicas .....	4
2.3 Milheto na alimentação de suínos .....	7
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 Local e época.....	11
3.2 Animais .....	11
3.3 Rações experimentais .....	12
3.4 Análises laboratoriais .....	14
3.5 Ensaio de metabolismo.....	14
3.5.1 Experimento 1 e 2.....	14
3.5.2 Delineamento experimental e análise estatística .....	16
3.6 Ensaio de desempenho – fase de crescimento .....	17
3.6.1 Delineamento experimental e análise estatística .....	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
4.1 Digestibilidade dos ingredientes (milho e milheto).....	20
4.2 Digestibilidade das rações .....	23
4.3 Ensaio de desempenho .....	26
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## RESUMO

PINHEIRO, Marcelo da Silveira Meirelles. **Milheto em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento - Digestibilidade e Desempenho.** 2002. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG<sup>1</sup>.

Com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica da substituição do milho pelo milheto (MS: 87,04%; PB: 11,6%; FDN: 20,75%, FDA: 11,71%, FB: 2,10%, 3211 kcal ED/kg e 3117 kcal EM/kg) em rações para suínos em crescimento, foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), dois ensaios de metabolismo e um de desempenho. Os ensaios de metabolismo foram realizados com 12 suínos ( $31,80 \pm 2,20$  kg/PV) para os alimentos (milheto, milho e soja) e 10 suínos ( $42,10 \pm 2,10$  kg/PV) para as rações 0, 25, 50, 75, e 100% de substituição do milho pelo milheto, utilizaram-se suínos mestiços (LD x LW) machos castrados os quais foram mantidos em gaiolas de metabolismo e distribuídos em um delineamento de blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo. No ensaio de desempenho, foram utilizados 120 suínos (LD x LW) de ambos os sexos, com peso vivo inicial de  $30,69 \pm 1,2$  kg, distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso. Os tratamentos experimentais consistiram de 5 rações com níveis crescentes de milheto (0, 25, 50, 75 e 100%), em substituição ao milho da ração de forma isométrica sendo a unidade experimental representada por dois suínos por baía (1 macho castrado e 1 fêmea). A substituição do milho pelo milheto em até 100% não tiveram efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) para os valores do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e para a retenção de nitrogênio. Constatou-se entretanto uma redução linear significativa ( $P < 0,01$ ) para os valores da matéria seca digestível, da energia digestível e da energia metabolizável. Quanto ao desempenho, não foram constatadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para os dados de ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário e conversão alimentar em função do aumento de milheto nas rações. Conclui-se que a substituição do milho pelo milheto, de forma isométrica, em rações para suínos em crescimento (30 - 60 kg) é tecnicamente viável em até 100%.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador : Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA (Orientador), José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA e Antonio Gilberto Bertechini – UFLA.

## ABSTRACT

PINHEIRO, Marcelo da Silveira Meirelles. Pearl millet substitution by corn in rations for growing pigs - Digestibility and Performance. 2002. 41p. Dissertation (Master Program in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG<sup>1</sup>.

In order to evaluate the technical viability substitution of corn by Pearl Millet (DM: 87,04%; CP: 11,6%; FDN: 20,75%, FDA: 11,71%, CF: 2,10%, 3211 kcal DE/kg e 3117 kcal ME/kg) in a isometrics way for growing pigs rations it was carried out at the Animal Science Department of University of Lavras (UFLA) two metabolism assays and one performance trial. The metabolism assays were conducted by utilizing 12 crossbred (LD x LW) barrows (31,80 ± 2,20 kg/BW) for the feedstuffs (pearl millet, corn and soybean meal) and 10 barrows (42,10 ± 2,10 kg/BW) for a rations with 0, 25, 50, 75 and 100% substitution of corn by pearl millet. The pigs were distributed in a metabolism still cage. The experiment were in a completely randomized block design and the time was used as a subparcels. A total of 120 crossbred (LD x LW) barrows and gilts with an average weight of 30,69 ± 1,2 kg/BW, were utilized in the performance assay. The experiment was in a randomized block design were allotted by weight, with five treatments and twelve replicates, the experimental unit was represented by pens with two pigs (1 barrows and 1 gilts). The substitution of pearl millet at maximum 100% data shows any significative differences (P>0,05) in the digestibility coefficients of Crude Protein and Nitrogen Retention. The Digestibility coefficients of Dry Matter, as well as energetic values (DE and ME) of rations decreased linearly (P<0,01) as corn was substituted by pearl millet. The performance data shows any significative effect (P>0.05) by increasing of pearl millet for corn .In conclusion the increasing 100% substitution of corn by pearl millet in isometrics ration for growing pigs from 30 to 60 kg is technically viable.

---

<sup>1</sup> Adviser Committee : Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA (Adviser), José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA e Antonio Gilberto Bertechini – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é a principal fonte energética presente nas dietas para suínos no Brasil. Porém, sabe-se que este cereal é utilizado para o consumo humano, constituindo-se em importante fonte energética para a população, em países Sul Americanos, principalmente a Bolívia, Peru e Venezuela; sobretudo em países do terceiro mundo.

Com o avanço da tecnologia, é possível determinar com maior precisão os valores de digestibilidade e a composição química dos alimentos, bem como também, contribuiu para a melhoria da adequação das exigências nutricionais dos suínos modernos. Promove-se assim, uma maior importância da alimentação nos sistemas de produção. Sabe-se que a alimentação representa cerca de 70% dos custos de produção em sistemas intensivos de criação, sendo que as fontes de proteínas e energia são os ingredientes que apresentam os maiores preços, elevando o custo final da ração. Considerando-se os elevados custos dos ingredientes e sua grande variação de preços no mercado, tem-se buscado, por meio de pesquisas, utilizar alimentos alternativos nas rações de suínos. Um dos alimentos passíveis de ser utilizado em dieta para suínos é o milheto [*Pennisetum glaucum (L.) R. Br.*], cujo teor de proteína é superior ao milho. Sabendo que a proteína é o ingrediente que mais onera a ração, a substituição do milho por milheto pode aumentar o fornecimento de proteína e diminuir o custo da ração. Outras vantagens do milheto referem-se à sua boa tolerância a solos ácidos, pobres em matéria orgânica, à seca e às altas temperaturas. É uma planta de fácil manejo, rápido crescimento e de boa produção de forragem e grãos, chegando a 1,5 t/ha.

O milho é produzido no Brasil, nas regiões sul, sudeste e centro-oeste; principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.

Os objetivos deste experimento foram de determinar a composição química, a digestibilidade da proteína e valores energéticos do Milho Pérola [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br] moído e integral. Além disso, buscou-se comparar e a viabilidade de utilização deste ingrediente em substituição ao milho em rações de suínos na fase de crescimento (30 – 60 kg).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Histórico e características agronômicas do milheto

O milheto, provavelmente, surgiu na savana da África, sul do Sahara e no oeste do Nilo, cerca de 500 anos atrás (Porteres, 1976; Brunken et al., 1977). No Brasil, as primeiras evidências do cultivo ocorreram no Rio Grande do Sul, na estação zootécnica de Monte Negro, em 1929 (Medeiros, 1977).

O milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br] pode apresentar valores de energia semelhantes e de proteína superiores ao do milho. Andrews & Kumar (1992) afirmam que o milheto pode ter uma boa produção, mesmo com déficit hídrico, temperaturas altas, solos ácidos e com baixa quantidade de matéria orgânica. Estas características são típicas de países tropicais que possuem regiões de clima semi-árido, como o Brasil.

O milheto se sobressai ao sorgo por não apresentar risco de toxicidade com tanino e glicosinolatos (Reichert et al., 1979; Hulse et al., 1980 e Andrews & Kumar, 1992).

Existe uma variação muito grande na produtividade do milheto, devido às poucas pesquisas realizadas no melhoramento genético das plantas. Há relatos de 2,5 t/ha na Índia (Rai et al., 1984) sendo que, no Brasil, a produtividade pode variar de 1,0 a 1,5 t/ha.

## 2.2 Características bromatológicas

O grão de milheto possui uma massa que varia de 0,5 a 2,0 g (peso de 100 grãos) (IBPGR, 1981 e ICRISAT, 1996) e a composição média do grão de milheto é de 75% de endosperma, 17% de germe e 8% de farelo (Abdelrahman & Hosney, 1984). Para valores de densidade, na literatura encontra-se que o milheto pode variar de 662,1 a 759,3 g/l e o milho de 724,5 a 757,7 g/l. O diâmetro geométrico médio do milheto variou de 718,8 a 783,3  $\mu\text{m}$  e do milho variou de 874,5 a 904,1  $\mu\text{m}$  (Rodrigues, 2000).

Os valores de amido para o milheto citados por Rodrigues (2000) variaram de 66,01% a 63,37% enquanto que, para o milho, foi de 66,25% a 73,45%. Esses valores estão de acordo com Honeyman (1989), que encontrou de 62% a 68% de amido.

Análises laboratoriais indicam que a composição bromatológica média do grão de milheto é 12% de proteína, 69% de carboidratos, 5% de extrato etéreo e 2,5% de fibra e cinzas. O restante deve-se à umidade (Hulse et al., 1980; Rooney & MC Donough, 1987; Hosney et al., 1987).

Andrews (1990), Adeola & Orban (1995), Lawrence et al. (1995) e NRC 1998, encontraram um teor de proteína bruta no grão de milheto variando de 10,6% a 11,5 %. Esse valor é considerado baixo para o milheto, já que a maioria das análises observadas apresenta valores de teor de proteína bruta entre 12% a 14% (Walker 1987; Fialho et al. 1999; Rostagno et al. 2000). Esta grande variação encontrada nos valores de proteína bruta também já foi verificada por Singh et al. (1987), apresentando um enorme intervalo que variou de 9,86% a 19,89%.

Em um estudo realizado com análises de 180 amostras de milheto, cultivadas em terras férteis, Burton et al. (1972) encontraram um teor médio de 16% de proteína, com uma variação entre 8,8% a 20,9%. Gartner (1980) observou uma média semelhante no teor de proteína, que foi de 15,8% próximos aos resultados de Oliveira (1998). Este autor comenta sobre os níveis mais altos de proteína do milheto em comparação ao milho e, conseqüentemente, os níveis mais altos de alguns aminoácidos.

Através de um estudo detalhado, Adeola & Orban (1995) afirmam que as variações obtidas nos valores de proteína bruta do milheto se devem ao genótipo e ao meio ambiente em que foram produzidos. A proteína pode ser aumentada em função da adubação e pela escolha das variedades. De acordo com esses autores, o milheto possuiu uma maior quantidade de aminoácidos essenciais em relação ao milho, inclusive a lisina, sendo este o principal aminoácido limitante na ração de suínos.

Ejeta et al. (1987) afirmam que o valor nutricional do milheto é superior ao sorgo e a outros grãos pequenos, como cevada e arroz. Jambunathan & Subramaniam (1988) realizaram uma comparação entre milheto e o sorgo e obtiveram valores de lisina e triptofano mais elevados no milheto. Existe uma grande quantidade de variedades de milheto; em seus estudos Singh et al. (1987) encontraram variações no conteúdo de aminoácidos em relação à proteína de diferentes variedades de milheto, onde a lisina variou de 2,26 a 3,38 g/100g. Estes dados estão próximos aos encontrados por Ejeta et al. 1987 e Rosaney et al. 1987 com valores de lisina na proteína variando de 1,9 a 3,9g /100g. Resultados semelhantes também foram citados por Rooney & McDonough (1987), os quais constataram teores de lisina de 2,84 e 2,9g /100g de proteína e teor de 2,71 e 2,36g /100g de metionina + cistina para milheto e sorgo, respectivamente.



Analisando o teor de extrato etéreo do milheto em comparação ao milho Lawrence et al. (1995) constataram níveis mais elevados para o milheto em torno de 6,90%, o mesmo encontrado por Adeola & Orban (1995) de 6,39%. Este fato explicaria a maior energia bruta do milheto em relação ao milho.

Burton et al. (1972); Fialho et al. (1992); Fialho et al. (1999) e Rostagno et al. (2000) encontraram valores de energia bruta para o milho variando de 3738 a 3933 kcal/kg, ao passo que para o milheto os valores variaram de 4620 a 4703 kcal/kg (Singh et al., 1987); de 4132 e 4301 kcal/kg para as duas variedades de milheto estudadas (Adeola & Orban, 1995) e de 3980 kcal/kg (Rostagno et al., 2000).

Apesar da energia bruta do milheto ser superior à do milho, o valor de energia digestível para suínos é cerca de 15% inferior (Viana 1982). A maior quantidade de FDN e FDA do milheto, quando comparada ao milho, também pode explicar parte das diferenças que ocorrem entre estes cereais, no aproveitamento da energia bruta (Lawrence et al., 1995).

Quanto aos resultados de minerais no milheto, os estudos de Adeola & Orban (1995) descrevem que o P, Ca, Mn, Mg, Zn, Fe e Cu foram encontrados em maior quantidade quando comparados ao do milho, podendo atingir valores para o Ca e P cerca de 40% a 49% maiores para o milheto. Estes dados discordam dos citados por Burton et al. (1972), os quais encontraram valores similares para o Ca e P, em comparação a outros cereais, como o caroço de algodão vermelho, caroço de algodão de inverno e sorgo.

A composição química e valores energéticos encontrados no grão de milheto podem variar muito (Tabela 1).

TABELA 1. Composição química e valores energéticos do milho, de acordo com alguns autores (na base da matéria natural).

FONTE	MS (%)	PB (%)	FB (%)	CDPB (%)	Ca (%)	P (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)	ED (kcal/kg)	EM (kcal/kg)
Rostagno et al. (2000)	89,00	12,08	2,10	-	0,03	0,25	4,14	19,33	11,30	2945	2865
Fialho et al. (1999)	87,40	12,80	2,70	86,20	-	-	-	-	-	3080	2920
N RC (1998)	90,00	11,10	-	-	0,03	0,31	3,5	15,80	13,08	3020	2950
Lawrence et al. (1995)	89,2	11,50	-	-	-	-	6,90	18,20	4,10	-	-
Adeola & Orban (1995)	90,12	11,06	-	-	0,02	0,33	6,39	-	-	-	-
Fialho et al. (1992)	88,13	11,58	-	77,90	-	-	-	-	-	3233	3038
Singh et al. (1987) *	90,00	14,4	1,50	-	0,03	-	4,80	11,80	2,44	-	-
Gartner (1980)	-	15,80	5,70	-	-	-	3,40	-	-	-	-

\* Média de cinco genótipos de milho.

### 2.3 Milho na alimentação de suínos

Um dos primeiros trabalhos utilizando milho na alimentação de suínos foi realizado por Calder (1955, 1961). Este autor forneceu rações contendo 50% e 75% de milho para suínos, obtendo um peso médio de 90,8kg nos dois tratamentos avaliados. Contudo, os suínos alimentados com milho atingiram o peso de abate 10 dias antes do grupo controle, alimentados com rações à base de milho. O autor, em seu experimento, estabeleceu um maior valor nutricional do milho em rações de suínos, quando comparado ao milho, baseado no menor tempo para o abate dos animais.

A utilização do milho, sob forma de grão com a panícula, para suínos entre 50 e 80kg de peso vivo (Stringhini et al., 1992), resultou em pior desempenho quando houve 50% de substituição do milho por milho com a panícula. Provavelmente, isto foi devido ao maior nível de fibras, uma vez que os autores afirmam que o nível de 25% de substituição do milho por milho

com a panicula não apresentou diferença significativa em comparação à testemunha.

Um trabalho com leitões entre 10 e 20kg de peso vivo, utilizando rações (não isoenergéticas) com diferentes níveis de substituição de milho por milheto (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) foi realizado por Lawrence et al. (1995). Esses autores verificaram que os melhores valores de ganho de peso foram obtidos para o nível de 25%, e que os valores de ganho de peso foram numericamente superiores, mas não significativos e foram obtidos com a substituição em até 100% do milho pelo milheto nas rações. Os mesmos autores, em outro experimento, realizaram um ensaio de metabolismo para determinar os níveis de digestibilidade dos nutrientes do milho e do milheto, utilizando leitões com 20kg de peso inicial. Os resultados obtidos para o milho e o milheto, respectivamente, foram: retenção de nitrogênio (57,2% e 52,2%), energia digestível (3170 e 2900 kcal/kg) e energia metabolizável (3080 e 2830 kcal/kg).

Haydon & Hobbs (1991) trabalharam com a digestibilidade dos nutrientes do milheto para suínos em terminação. Observaram que os valores de energia digestível e metabolizável para milheto foram semelhantes aos valores do trigo e apresentaram uma maior digestibilidade no intestino delgado para alanina, leucina, isoleucina, treonina, triptofano e valina, quando comparados ao trigo e tritcale.

Bandeira et al. (1996) realizaram em uma pesquisa com a substituição gradativa da energia metabolizável do milho pela energia metabolizável do milheto (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em rações balanceadas (isoprotéicas e isocalóricas) para suínos em terminação. Os autores constataram que não houve diferença estatística entre os tratamentos, apesar do tratamento testemunha apresentar um ganho de peso diário numericamente superior. Em trabalho semelhante, Nunes et al. (1997) realizaram experimento com suínos em fase de

crescimento, também utilizando rações balanceadas (isoprotéicas e isocalóricas) com substituição da energia metabolizável do milho pela energia metabolizável do milheto, (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Esses autores não constataram diferença estatística entre os tratamentos quando se estudaram características de carcaça. Porém, houve um aumento do comprimento de carcaça e nos valores de espessura de toucinho com o aumento dos níveis de inclusão de milheto nas rações.

Stringhini et al. (1997) realizaram um experimento para avaliar níveis de lisina e energia digestível para suínos em crescimento e terminação com rações à base de milheto. Os resultados indicaram a viabilização técnica da utilização do milheto nas rações, obtendo resultados semelhantes às rações contendo milho e outros cereais.

Em trabalhos mais recentes, Bastos et al. (1999) utilizaram o milheto em rações para suínos na fase de crescimento e terminação com diferentes níveis 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de inclusão, sendo que essas rações eram isoprotéicas e isolisínicas. Os resultados obtidos indicam que a adição de 60% de milheto na ração de suínos na fase de crescimento não promoveu efeito significativo sobre o ganho de peso médio diário, consumo médio diário e conversão alimentar. Também não foi observado efeito significativo na fase de terminação dos níveis de milheto sobre as características analisadas. No mesmo experimento, Basto et al. (1999) avaliaram a utilização dos diferentes níveis de milheto sobre as características de carcaça dos suínos. A edição de 60% de milheto não afetou o rendimento de carcaça, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, área de olho de lombo, relação gordura/carne e rendimento de pernil, ao abate.

Em outro experimento, Bastos et al. (2001) trabalharam com a utilização da variedade de milheto IAPAR-IA 98301 na alimentação de suínos nas fases de

crescimento e terminação, com níveis de inclusão variando de 0%, 25%, 50% e 75% tanto na fase de crescimento como de terminação. Não foi observado efeito significativo no ganho de peso médio diário, consumo médio diário de ração e conversão alimentar até o nível de 75% do milho na ração na fase de crescimento. Para a fase de terminação, a inclusão de 75% de milho não influenciou o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar.

No Brasil a área do plantio de milho esta associada à prática do plantio direto que aumenta todos os anos. O uso do milho na alimentação animal vem aumentando e se tornando cada vez mais popular, no entanto, as pesquisas e as informações ainda são escassas. É necessário intensificar as pesquisas para que possamos definir melhor a composição e a forma de utilização do milho na alimentação de suínos.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local e época**

Os experimentos foram conduzidos no setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), de abril a junho de 2001. A UFLA está localizada no município de Lavras, região sul do estado de Minas Gerais, com latitude 21°14'30" (s), longitude de 45 ° (0) e a altitude de 910 metros. O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo CWB, tropical úmido, com duas estações definidas: chuvosa (novembro/abril) e seca (maio/outubro).

### **3.2 Animais**

Foram utilizados 120 suínos mestiços (LD x LW) para o desempenho com dois animais por baia (1 macho castrado e 1 fêmea) e para a digestibilidade foram usados 12 suínos mestiços (LD x LW) machos castrados (1 macho por gaiola).

Durante a realização dos ensaios de metabolismo, a temperatura da sala de metabolismo esteve próximo da faixa de conforto térmico para animais em início de fase de crescimento ESMAY (1982), com temperatura média de 21,5°C, máxima de 23,2°C e mínima de 19,8°C.

### 3.3 Rações experimentais

Foi utilizado o “Milheto Pérola”, variedade comum proveniente da região sul de Goiás. Os tratamentos experimentais consistiram de 5 rações, nas quais o milheto substituiu o milho de forma isométrica, nos níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, respectivamente. Antes de ser incorporado à ração, o milheto foi moído em peneira com malha de 2 mm. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com vitaminas e minerais para atender às recomendações de NRC (1998). A composição química percentual e os valores de energia digestível dos ingredientes e das rações experimentais encontram-se nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

**TABELA 2.** Composição química dos ingredientes utilizados nas rações.

Composição <sup>2</sup>	Ingrediente <sup>1</sup>				
	Milheto	Milho	Farelo de soja	Calcário	Fosfato bicálcio
Matéria seca (%) <sup>2</sup>	87,04	87,01	89,05	98,00	98,00
Prot. bruta (%) <sup>2</sup>	11,60	8,49	45,70	-	-
Fibra bruta (%) <sup>2</sup>	2,10	2,25	6,05	-	-
Estrato etéreo (%) <sup>2</sup>	6,41	4,32	2,35	-	-
FDN (%) <sup>2</sup>	20,75	8,74	17,74	-	-
FDA (%) <sup>2</sup>	11,71	4,13	7,60	-	-
Ca (%) <sup>2</sup>	0,08	0,04	0,34	38,00	21,60
PT (%) <sup>2</sup>	0,28	0,27	0,58	-	22,50
E.D. (Kcal/kg) <sup>3</sup>	3211	3448	3427	-	-
E.M. (Kcal/kg) <sup>3</sup>	3117	3312	3142	-	-

<sup>1</sup> Valores expressos na matéria natural.

<sup>2</sup> Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA (A.O.A.C., 1990).

<sup>3</sup> Valores obtidos nos ensaios de digestibilidade.

TABELA 3. Composição percentual das rações experimentais na fase de crescimento.

Ingrediente	Fase crescimento				
	Substituição do milho pelo milheto (%)				
	0	25	50	75	100
Milho moído	71,6	53,7	35,8	17,9	0,0
Milheto moído	0,0	17,9	35,8	53,7	71,6
Farelo de soja	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
Fosfato bicálcio	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Calcário calcítico	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Sal iodado comum	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Premix min. <sup>1</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Premix vit. <sup>1</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Valores analisados<sup>2</sup></b>					
Matéria seca <sup>2</sup> (%)	88,14	87,37	87,23	86,26	86,38
Proteína bruta <sup>2</sup> (%)	17,96	18,52	19,07	19,63	20,19
Fibra bruta <sup>2</sup> (%)	3,18	3,18	3,13	3,10	3,08
FDN <sup>2</sup> (%)	10,87	13,02	15,17	17,31	19,47
FDA <sup>2</sup> (%)	4,93	6,29	7,65	9,00	10,36
Cálcio <sup>2</sup> (%)	0,64	0,64	0,65	0,66	0,67
Fósforo total <sup>2</sup> (%)	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57
ED <sup>2</sup> (Kcal/kg)	3441	3338	3317	3228	3200

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico: Vit. A (8.000.000 UI), Vit. D<sub>3</sub> (1.200.000 UI), Vit. E (20.000 mg), Vit. K<sub>3</sub> (2.500 mg), Tiamina (1.000 mg), Riboflavina (4.000 mg), Piridoxina (4.000 mg), Niacina (25.000 mg), Vit. B<sub>12</sub> (20.000 mg), Cálcio (10.000 mg), Ácido fólico (600 mg), Biotina (50 mg), Vit. C (50.000 mg), Antioxidante (125 mg). Suplemento mineral: Cobre (20.000 mg), Iodo (800 mg), Manganês (40.000 mg), Selênio (500 mg), Zinco (80.000 mg), Ferro (70.000 mg), Cobalto (500 mg).

<sup>2</sup> Análises calculadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA (A.O.A.C., 1990).



### **3.4 Análises laboratoriais**

Os ingredientes, rações e fezes foram analisados quanto a seus valores de nitrogênio e proteína, de acordo com os métodos descritos pela AOAC (1990). A determinação dos valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra e detergente ácido (FDA), dos ingredientes e rações foi realizada de acordo com o método proposto por Van Soest et al. (1991). A energia bruta do milho, rações, fezes e urina foi determinada utilizando-se bomba calorimétrica modelo Parr nº 1240 (Parr Instrument Co.). Foram realizadas análises físicas para determinar a densidade e o diâmetro geométrico médio dos alimentos, a densidade verdadeira foi calculada por meio da média de duas densidades determinadas (Costa, 1998), que foram obtidas de cinco repetições, segundo a metodologia descrita por Rodrigues (2000). O diâmetro geométrico médio foi obtido segundo a metodologia descrita por American Society of American Engineers (1983).

### **3.5 Ensaio de metabolismo**

A digestibilidade dos alimentos e das rações de desempenho, valores energéticos e o balanço de nitrogênio foram determinados com base em ensaios de metabolismo conduzidos com suínos na fase de crescimento.

#### **3.5.1 Experimento 1 e 2**

Exp.1 – Foram utilizados 12 suínos mestiços (LD x LW) machos castrados, com peso médio de  $31,80 \pm 2,20$  kg de peso vivo para os ingredientes (milho moído, milho integral, milho e soja).

A ração referência (basal) foi elaborada à base de milho e farelo de soja e suplementada com minerais e vitaminas. O milho integral e o milho moído foram utilizados substituindo 40% na base de matéria seca a ração referência.

Exp.2 - Foram utilizados 10 suínos mestiços (LD x LW) machos castrados de  $42,10 \pm 2,10$  kg de peso vivo para as rações de desempenho contendo milho moído (0%, 25%, 50%, 75% e 100%).

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por Pekas (1968). As gaiolas estavam localizadas em sala equipada com ar-condicionado, permitindo controle parcial da temperatura interna da sala.

Os ensaios de metabolismo para os ingredientes e as rações tiveram dois períodos de avaliação, um subsequente ao outro (1ª e 2ª semana).

Os períodos tiveram duração de 12 dias, sendo 7 dias destinados à adaptação dos animais às gaiolas, às rações experimentais e ao ajuste do consumo voluntário. Os 5 dias restantes foram utilizados para coleta total de fezes e urina.

O óxido férrico ( $Fe_2O_3$ ) foi utilizado como marcador fecal, a fim de determinar o início e o final do período de coleta de fezes e urina, nas duas épocas.

As rações utilizadas foram fornecidas aos suínos com base no peso metabólico ( $PV^{0,75}$ ). A quantidade de ração foi ajustada pelo consumo do animal de menor ingestão, observado durante o período de adaptação, permitindo a todos os animais o consumo de quantidades iguais de nutrientes por peso metabólico, durante o ensaio de metabolismo.

As fezes foram coletadas diariamente e acondicionadas em sacos plásticos mantidos em congelador ( $-10^\circ C$ ). A urina foi coletada diariamente com o auxílio de um balde de plástico com filtro, a fim de prevenir

contaminações. No balde foram adicionados, diariamente, 20 ml de ácido clorídrico (HCl), para evitar proliferação bacteriana e possíveis perdas de nitrogênio.

Foi adicionada água destilada na urina, objetivando a padronização do volume para 2000 ml. Desse total, retirou-se, diariamente, uma alíquota de 200 ml por animal, sendo posteriormente armazenada em congelador (-10 ° C).

Ao final do período de coleta, as fezes e a urina foram homogeneizadas e procedeu-se à retirada de amostras dos ingredientes e das rações, para análises laboratoriais, segundo a AOAC (1990).

Os demais procedimentos metodológicos foram realizados de acordo com o descrito por Fialho et al. (1979).

### **3.5.2 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental utilizado no ensaio de metabolismo foi o inteiramente casualizado (DIC), com medidas repetidas no tempo (período).

Exp.1 – Foi realizado o teste de Tukey para comparar as médias do milho moído e milho integral. As variáveis analisadas foram matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM)

Exp.2 - A análise foi realizada usando a rotina do PROC MIXED do SAS. Sendo que este procedimento é o que melhor se adapta ao experimento. Os 10 animais foram distribuídos em 5 tratamentos com 4 repetições cada, sendo que foram repetidas em 2 períodos. As variáveis analisadas foram matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM).

O modelo estatístico adotado para análise das rações de desempenho foi:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{j(i)} + P_k + (TP)_{ik} + e_{ijk}$$

Em que,

$Y_{ijk}$  = observação no animal submetido ao tratamento i, no período k;

$\mu$  = média geral;

$T_i$  = efeito do tratamento i, sendo i = 1, 2, 3, 4 e 5;

$e_{j(i)}$  = efeito da interação do tratamento i com a repetição j;

$P_k$  = efeito do período k, sendo k = 1 e 2;

$(TP)_{ik}$  = efeito da interação do tratamento i no período k;

$e_{ijk}$  = erro associado a cada observação, normalmente distribuído independentemente.

### 3.6 Ensaio de desempenho – fase de crescimento

Para determinar o desempenho de suínos alimentados com rações contendo níveis crescentes de substituição do milho pelo milheto (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), foi realizado um experimento. Utilizaram-se 120 suínos mestiços (LD x LW), com peso médio inicial de  $30,69 \pm 1,2$  kg (média de baia), sendo provenientes da granja de suínos do Departamento de Zootecnia da UFLA.

Os 120 animais foram distribuídos em 60 baias equipadas com comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta. A unidade experimental foi representada pela baia com 2 suínos (1 macho castrado e 1 fêmea).

A ração e a água foram fornecidas à vontade. As pesagens foram realizadas no início e no final da fase de crescimento. O período experimental total foi de 35 dias.

A limpeza das baias era feita uma vez ao dia, pela manhã, com jatos de água.

### **3.6.1 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), tendo como critério para a formação do bloco, o peso inicial dos animais.

Os 120 animais usados no experimento foram distribuídos em 5 tratamentos com 12 repetições cada. Os tratamentos consistiram da inclusão de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de milho em substituição ao milho de forma isométrica.

O modelo estatístico adotado para análise dos resultados foi:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

Em que,

$Y_{ij}$  = valor observado do animal referente ao tratamento  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$  = média geral (constante associada a todas as observações);

$B_j$  = efeito do bloco  $j$ , com  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$  e  $12$ ;

$T_i$  = efeito do tratamento  $i$ , com  $i = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ;

$E_{ij}$  = erro associado a cada observação  $Y_{ij}$ , normalmente distribuído independentemente.

As variáveis analisadas foram: ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA). Para as análises estatísticas, utilizou-se o pacote computacional SAS (1990).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Digestibilidade dos ingredientes (milho e milheto)

Os valores de matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), densidade (D) e diâmetro geométrico médio (DGM) dos ingredientes são apresentados na Tabela 4.

**TABELA 4.** Matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), densidade (D) e diâmetro geométrico médio (DGM) do milho moído, milheto moído e milheto integral.

Variável	Ingrediente		
	Milho moído	Milheto moído <sup>3</sup>	Milheto integral <sup>3</sup>
MSD (%) <sup>1</sup>	88,30 ± 0,06	87,14 ± 0,40 a	84,06 ± 1,22 a
CDPB (%) <sup>1</sup>	87,77 ± 0,09	86,25 ± 0,51 a	83,48 ± 0,33 a
PD (%) <sup>1</sup>	8,56 ± 0,03	11,49 ± 0,14 a	11,12 ± 0,44 a
ED (kcal/kg) <sup>1</sup>	3963 ± 73,92	3691 ± 46,57 a	3582 ± 38,81 a
EM (kcal/kg) <sup>1</sup>	3763 ± 48,71	3502 ± 41,84 a	3382 ± 35,96 a
D (g/L) <sup>2</sup>	732,2 ± 1,06	685,4 ± 0,98	-
DGM(µm) <sup>2</sup>	718,4 ± 0,52	656,6 ± 0,43	-

<sup>1</sup> Valores expressos com base na matéria seca.

<sup>2</sup> Valores expressos com base na matéria natural.

<sup>3</sup> Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.


O milho moído foi superior, em média, 3,4% ao milho integral, quanto aos valores de MSD, CDPB, PD, ED e EM. Isso provavelmente ocorreu devido à pequena quebra do grão de milho pela mastigação do suíno. Em estudos realizados com cevada (Lawrence, 1970) e com trigo (Ivan et al., 1974) também foi verificada uma redução no coeficiente de digestibilidade dos nutrientes quando comparou-se o grão moído com o grão inteiro. Porém não foi encontrada diferença estatística entre o milho moído e o milho integral, para as variáveis MSD, CDPB, PD, ED e EM. Isso indica a possibilidade de se realizar experimentos com o milho integral na alimentação de suínos na fase de crescimento.

Tanto o milho moído como o integral apresentaram menor digestibilidade da matéria seca que o milho (87,14%, 84,06% e 88,30%, respectivamente). Adeola & Orban (1995) também encontraram menor valor no CMSD dos milhos estudados 80,85% e 82,03% (milho A e B) e 86,83% para o milho.

Os resultados indicam que o milho (11,6% PB) usado no presente experimento (Tabela 2) teve 36,6% mais proteína bruta do que o milho. Estes valores assemelham-se aos encontrados por Adeola & Orban (1995), segundo os quais o teor de proteína bruta do milho foi 32% superior ao milho. O valor de 13,33% de proteína bruta está de acordo com Chaudhary & Kapoor (1984), Fialho et al. (1992), Adeola & Orban (1995) e Fialho et al. (1999) de 14,2%; 13,14%; 11,67% e 14,64 %, respectivamente. Outros autores, como Burton et al. (1972), Haydon & Hobbs (1991), Malleshi & Klopfenstein (1998) e Bastos et al. (1999), obtiveram valores superiores de 17,79%; 18,68%; 16,90% e 16,66 % de PB, respectivamente.

Os valores de fibra bruta (2,41%), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (86,25%), proteína digestível (11,49%) e matéria seca digestível





(87,14%) tiveram valores semelhantes (Tabelas 2 e 4) aos observados por Fialho et al. (1999), que apresentaram médias de 2,70%; 86,20%; 11,03% e 84,06%, respectivamente.

O teor de extrato etéreo do milheto estudado foi de 7,37%, superior aos encontrados por Burton et al. (1972), Chaudhary & Kapoor (1984), Haydon & Hobbs (1991) e Malleshi & Klopfenstein (1998), que foram de 5,00%; 6,72%; 4,78% e 5,66%, respectivamente.

O maior valor de extrato etéreo provavelmente explica os maiores valores de energia digestível (3691 kcal/kg) e energia metabolizável (3502 kcal/kg) do milheto, analisado em comparação aqueles indicados pelo NRC (1998) com 3355 kcal/kg ED e 3277 kcal/kg EM; por Bastos et al. (1999) com 3266 kcal/kg ED e 3111 kcal/kg EM e por Rostagno et al. (2000), com 3319 kcal/kg ED e 3219 kcal/kg EM. Por outro lado, os valores encontrados no presente estudo são semelhantes aos de Fialho et al. (1992), que constataram médias de energia digestível de 3668 kcal/kg e metabolizável de 3447 kcal/kg.

As diferenças entre os valores analisados e aqueles encontrados na literatura para a composição do milheto podem também ser devido à fertilidade do solo, clima e ao tipo de variedade de milheto.

Uma consideração importante a ser feita é sobre a necessidade de que, nos estudos futuros de avaliação nutricional de ingredientes, procure-se caracterizar melhor o produto usado, em relação a dados tais como procedência, tipo, pureza, variedade e espécie do alimento. Estas idéias estão de acordo com Bastos et al. (2001), que sugerem identificar mais detalhadamente a variedade que está sendo utilizada.

Os valores do diâmetro geométrico médio do milheto e do milho (656,6 e 718,4  $\mu\text{m}$ ) foram menores do que os observados por Rodrigues (2000), sendo de 751,1 e 889,3  $\mu\text{m}$  para o milheto e milho, respectivamente. Isso mostra uma

granulometria mais fina e uniforme para o milho estudado, promovendo uma maior área de absorção do alimento.

#### 4.2 Digestibilidade das rações

Os valores de matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), retenção de nitrogênio (RN), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), das rações de crescimento encontram-se na Tabela 5.

**TABELA 5.** Matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), retenção de nitrogênio (RN), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) das rações de crescimento com os níveis de substituição do milho pelo milheto (0%, 25%, 50%, 75% e 100%).

Variável <sup>1</sup>	Substituição do milho pelo milheto (%)					R <sup>2</sup>	EP	CV <sup>3</sup>
	0	25	50	75	100			
MSD (%)	89,13	87,36	89,27	86,26	86,37	NS	0,67	1,31
CDPB (%)	87,55	87,21	87,14	86,81	86,76	NS	0,73	0,93
RN (g/kg)	25,86	25,56	24,86	25,66	25,63	NS	0,38	1,53
ED (kcal/kg) <sup>2</sup>	3905	3821	3803	3742	3705	0,97	27,15	1,10
EM (kcal/kg) <sup>2</sup>	3765	3679	3639	3551	3516	0,98	26,81	1,14
PD (%)	15,7	16,14	16,62	17,05	17,53	-	-	-
PD:ED	4,56	4,83	5,01	5,28	5,47	-	-	-

<sup>1</sup> Valores expressos com base na matéria seca.

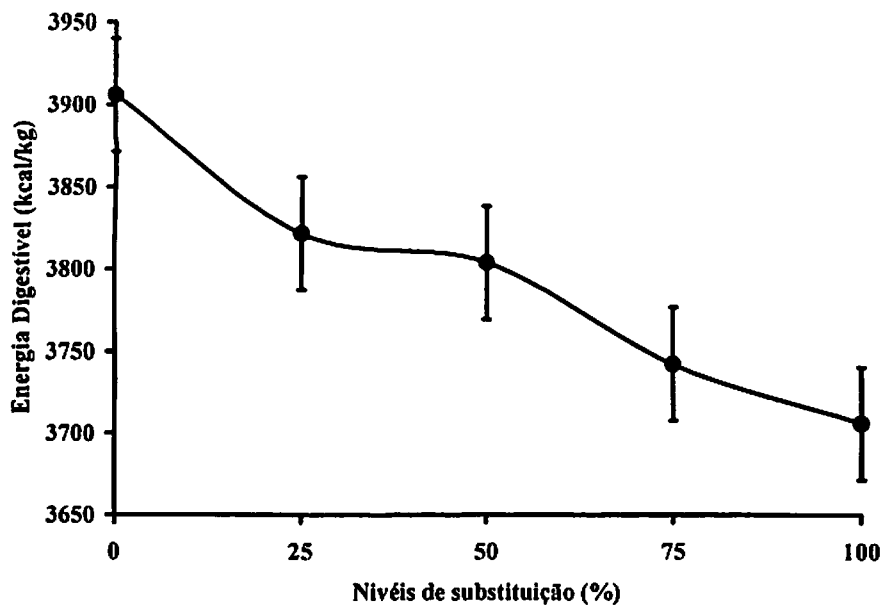
<sup>2</sup> Regressão linear significativa (P<0,01).

<sup>3</sup> Coeficiente de variação (%).

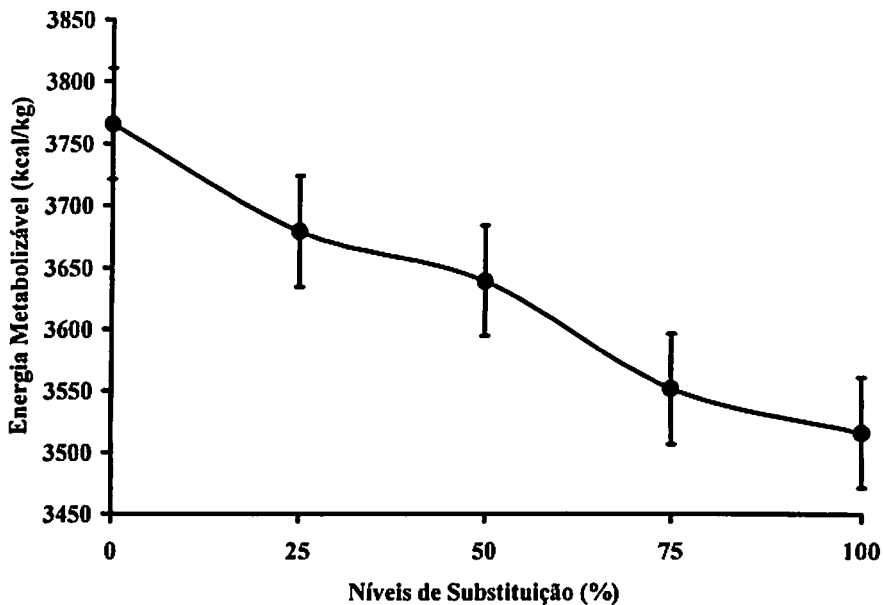
Não houve efeito significativo, na redução do coeficiente de digestibilidade da matéria seca com a inclusão do milho nas rações experimentais. Considerando que o coeficiente de matéria seca digestível (CMSD) do milho e milho foram de 87,14% e 88,30%, respectivamente. Sendo uma diferença muito pequena.

Não foram observadas diferenças no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e retenção de nitrogênio devido à inclusão de milho. Isto evidencia que a proteína do milho e a do milho são semelhantes, ao menos em termos de digestibilidade.

No entanto a inclusão do milho reduziu linearmente os valores de ED e EM (Figura 1 e 2). Sabe-se que os valores de densidade do grão (Tabela 4) estão relacionados com a energia digestível e energia metabolizável de suínos e aves (Fairbairn et al., 1999; Baidoo et al., 1991). Quanto maior a densidade do grão, maior será a ED e a EM. Com a substituição do milho pelo milho houve uma redução da ED e EM de (3905 kcal/kg para 3705 kcal/kg) e (3765 kcal/kg para 3516 kcal/kg), respectivamente. Considerando que os valores de ED e EM do milho foram de 3691 e 3502 kcal/kg e do milho, 3963 e 3763 kcal/kg, e a densidade do milho e do milho foram de 532,2 e 685,4 g/L, com estas médias estes resultados eram esperados.



**FIGURA 1.** Quadro da regressão linear significativa para energia digestível (ED kcal/kg).



**FIGURA 2.** Quadro da regressão linear significativa para energia metabolizável (EM kcal/kg).

#### 4.3 Ensaio de desempenho

Os valores de consumo diário de ração (CDR), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA), durante o período total, são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6. Valores médios e respectivos erros padrão (EP) de ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA) de suínos em crescimento recebendo diferentes níveis de milho.

Variável	Substituição do milho pelo milho (%)					CV <sup>1</sup> (%)
	0	25	50	75	100	
Peso inicial (kg)	30,42	30,68	30,68	30,76	30,90	-
Peso final (kg)	60,94	62,29	61,71	60,98	62,02	-
GPMD (kg)	0,872	0,903	0,886	0,863	0,889	8,22
CRMD (kg)	2,30	2,40	2,33	2,25	2,38	7,03
CA (kg/kg)	2,67	2,67	2,64	2,63	2,69	7,25

<sup>1</sup>Coefficiente de variação.

A inclusão do milho não resultou em alterações no consumo de ração médio diário. Resultados semelhante também foram verificados por Lawrence et al. (1995), Bandeira et al. (1996) e Stringhini et al. (1997) em experimentos onde o milho substituiu todo o milho da ração. Ao contrário de Nunes et al. (1997) que encontraram redução no consumo com a substituição de milho.

A inclusão do milho reduziu a ED e EM das rações experimentais (Tabela 5). Sabendo que os suínos regulam seu consumo pela ingestão de energia (Whittemore, 1993), esperava-se que a inclusão do milho propiciaria maior consumo. Porém, isso não foi observado. Talvez a capacidade do trato gastrointestinal possa ter limitado o consumo, embora o presente experimento não permite uma conclusão definitiva a este respeito.

Não houve diferença no ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário e na conversão alimentar dos suínos consumindo as rações experimentais. Estes resultados também foram semelhantes aos trabalhos de

Bandeira et al. (1996), Esses autores, trabalhando com a inclusão em até 100% de milho para suínos na fase de terminação, não encontraram diferença significativa para ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário e conversão alimentar. Nunes et al. (1997), em trabalho semelhante, porém com suínos na fase de crescimento, também não observaram diferença significativa para as variáveis de ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário e conversão alimentar. Bastos et al. (1999) trabalhando com substituição do milho pelo milho até o máximo de 60%, também não encontraram efeito significativo sobre o ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário e conversão alimentar tanto na fase de crescimento como na terminação.

Em outro trabalho mais recente Bastos et al. (2001) utilizando milho da linhagem IAPAR IA-98301 em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. Esses autores provaram que a substituição em até 75% de milho não influenciou o GPMD, CRMD e a CA na fase de crescimento; na fase de terminação o nível de 75% não influenciou o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar; porém, um efeito quadrático para o consumo diário de ração foi encontrado.

Em outro experimento, Stringhini et al. (1997), trabalhando com suínos nas fases de crescimento e terminação, detectaram diferença significativa apenas para um menor consumo de ração médio diário, não tendo sido possível detectar diferença para as variáveis ganho de peso médio diário e conversão alimentar.

Não houve diferença no peso final dos suínos, independentemente do tratamento usado. O ganho de peso não foi significativo. Isso deve ser explicado pelo decréscimo de energia das rações, pois a substituição foi de forma isométrica (não isoenergéticas e não isoprotéicas) o que contribuiu para uma redução de 6,61% na energia digestível no nível de 100% de milho; esses dados são semelhantes aos de Bastos et al. (1999), que encontraram 5%.

A inclusão de milho aumentou o teor de proteína digestível das rações experimentais (Tabela 6). Da mesma forma, ao considerarem-se os valores de Rostagno et al. (2000) para lisina, teríamos valores de 0,92% e 0,97% de lisina total, para os níveis de 0% e 100% de milho, respectivamente. Assim, apesar do aumento no consumo de proteína digestível e de lisina total, os suínos alimentados com rações contendo milho não apresentaram incremento no ganho de peso. Estes resultados podem ter sido ocasionados pela menor ingestão de energia que ocorreu com a inclusão do milho, pois a relação adequada entre proteína e energia é fundamental para um desempenho adequado dos suínos (Campbell et al., 1985).

O potencial de crescimento muscular animal varia com o genótipo. Como os animais usados neste experimento não foram de alto potencial genético, eles podem não ter respondido ao maior incremento de proteína das rações ocasionado pela inclusão de milho.



## 5 CONCLUSÃO

- Os coeficientes da matéria seca digestível, coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, proteína digestível, energia digestível e energia metabolizável do milho foram 87,14%; 86,25%; 11,49%; 3211 kcal/kg e 3117 kcal/kg, respectivamente.
- Pode-se substituir de forma isométrica 100% do milho pelo milho em rações para suínos na fase de crescimento (30 – 60 kg).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAHMAN, A. A.; HOSENEY, R. C. Basis for hardness in pearl millet, grain sorghum and corn. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 61, n. 3, p. 232-235, 1984.

ADEOLA, O.; ORBAN, J. I. Chemical composition and nutrient digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) fed to growing pigs. *Journal of Cereal Science*, New York, v. 22, n. 2, p. 177-184, Sept. 1995.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Methods of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. In: \_\_\_\_\_. *American Society of Agricultural Engineers yearbook standards*. St. Joseph, MI: ASAE, 1983.

ANDREWS, D. J. Breeding pearl millet for developing countries. In: "INTSORMIL Annual Report." Lincoln: University of Nebraska, 1990. p.114-118.

ANDREWS, D. J.; KUMAR, K. A. Pearl millet for food, feed, and forage. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 48, p. 89-139, 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. *Official methods of analysis*. 15. ed. Arlington, 1990. 1230p.

BAIDOO, S. K.; SHIRES, A.; ROBBLEE, A. R. Effect of kernel density on the apparent and true metabolizable energy value of corn chickens. *Poultry Science*, Champaign, v. 32, n. 10, p. 2102-2107, Oct. 1991.

BANDEIRA, M. N.; NUNES, R. C.; FRANÇA, A F. S.; SANTOS, C. E. C.; UCHÔA, W.; STRINGHINI, J. H. Utilização do milheto grão como substituto do milho em rações para suínos na fase de terminação. *Arquivos das Escolas de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia*, v. 26, n. 2, p. 57-64, 1996.

BASTOS, A. O.; LANDELL FILHO, L. C.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; FREITAS, M. S. Efeitos da utilização do grão de milheto sobre o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA., 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1999. p.221. CD-ROM. Trabalho, 105.

BASTOS, A. O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; OLIVEIRA, R. P.; FRAGA, A. L.; MURAKAMI, A. E. Utilização do milheto (*Pennisetum Glaucum* (L.) R. Brown) na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001, Porto Alegre - RS. Anais... Porto Alegre: ABRAVES, 2001.CD-ROM.

BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (Gramineae). *American Journal of Botany*, Columbus, v. 64, n. 2, p. 161-176, 1997.

BURTON, G. W.; WALLACE, A. T.; RACHIE, K. O. Chemical composition and nutritive value of pearl millet (*Pennisetum typhoides* (Burm.) Stapf and E.C. Hubbard) grain. *Crop Science*, Madison, v. 12, n. 2, p. 187-188, Mar./Apr. 1972

CALDER, A. The production of pork pigs comparing maize, munga (millet) and pollards. *Rhodesia Agricultural Journal*, Zimbabwe, v.56, 363-364, 1961.

CALDER, A. Value of munga (millet) for pigs feeding. *Rhodesia Agricultural Journal*, Zimbabwe, v. 52, 161-170, 1955.

CAMPBELL, R. G.; TAVERNER, M. R.; CURIC, D. M. The influence of feeding level on the protein requirement of pigs between 20 and 45kg live weight. *Animal Production*, Edinburgh, v. 40, n. 3, p. 489-496, June 1985.

CHAUDHARY, P.; KAPOOR, A. C. Changes in nutritional value of pearl millet flour during storage. *Journal Science of Food Agriculture*, London, v. 35, n. 11, p. 1219-1224, 1984.

COSTA, P. T. Granulometria de microcomponentes para rações de suínos e aves. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia, SC. Anais... Concórdia: EMBRAPA, 1998. p. 48-56.

EJETA, G.; HASSEN, M. M.; MERTZ, E. T. In vitro digestibility of pearl millet (*Pennisetum tiphoides*) and other cereals. **Proceedings of National Academy of Sciences USA**, Washington, v. 84, n. 17, p. 6016-6019, Sept. 1987.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport: Avi Publishing Company, 1982. 325p. Textbook edition.

FAIRBAIRN, S. L.; PATIENCE, J. F.; CLASSEN, H. L.; ZIJLSTRA, R. T. The energy content of barley fed to growing pigs: Characterizing the nature of variability and developing prediction equations for its estimation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 6, p. 1502-1512, June 1999.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; ALBINO, L. F. T. Composição química e valores de digestibilidade da proteína e energia de alimentos para suínos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.379.

FIALHO, E. T.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; PROTAS, J. F.S.; FREITAS, A. R. Farinha de pena e vísceras hidrolisadas como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 10, n. 2, p. 381-398, mar./abr. 1981.

FIALHO, E. T.; LIMA, J.A.F.; FRANGILO, R.F.; CARLESSO, R.B.; USHIJIMA, H.S.; SANCHES, C.M. Uso de ensaios de metabolismo para a determinação dos valores nutricionais de alguns alimentos com suínos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 199, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p.226 CD-ROM. (Trabalho, 115).

FIALHO, E.T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B.; SILVA, M. A. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações à base de milho e de sorgos com diferentes conteúdos de tanino para suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 8, n. 3, p. 386-397, maio/jun. 1979.

GARTNER, S. **Sorghum and millets: Their composition and nutritive value**. London: Academic Express, 1980.

HAYDON, K. D.; HOBBS, S. E. Nutrient digestibilities of soft winter wheat, improved triticale cultivars, and pearl millet for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 2, p. 719-725, Feb. 1991.

HONEYMAN, M. S. Corn gluten feed as a principal feed ingredient for gestating swine: effects on long term reproductive performance and energy, lysine and tryptophan utilization. 1989. 120p. Thesis (Phylosophy Doctor) – Iowa State University, Iowa.

HOSENEY, R. C.; ANDREWS, D. J.; CLARK, H. Sorghum and pearl millet. In: “Nutritional quality of cereal grains: genetic and agronomic improvement.” 1987. p. 397-456. ASA Monograph, 28.

HULSE, J. H.; LAING, E.; PEARSON, D. E. Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. New York: Academic Press, 1980.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES – IBPGR; INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS – ICRISAT. Descriptors for pearl millet. Rome, 1981.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS – ICRISAT . (Patancheru, India). The world sorghum and millet economies: facts, trends and outlook. Patancheru, India: ICRISAT / Rome, Italy: FAO, 1996. 68p.

IVAN, M.; GILES, I. R.; ALIMON, A. R.; FARREL, D. J. Nutritional evaluation of wheat. I. Effects of preparation on digestibility of dry matter, energy and nitrogen in pigs. *Animal Production*, Edinburgh, v. 19, n. 3, p. 359-365, Dec. 1974.

JAMBUNATHAN, R.; SUBRAMANIAN, V. Grain quality and utilization in sorghum and pearl millet. In: WORKSHOP ON BIOTECHNOLOGY FOR TROPICAL CROP IMPROVEMENT, 1988, Pantacheru, India. *Proceedings...* Pantacheru, India: ICRISAT, 1988. p.133-139.

LAWRENCE, B. V.; ADEOLA, O.; ROGLER, J. C. Nutrient digestibility and growth performance of pigs fed pearl millet as a replacement for corn. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 73, n. 12, p. 2026-2032, Dec. 1995.

LAWRENCE, T. L. J. Some effects of including differently barley in the diet of the growing pigs. *Animal Production*, Edinburgh v. 12, n. 1, p. 139-150, Feb. 1970.

MALLESHI N. G.; KLOPFENSTEIN C. F. Nutrient composition and amino acid contents of malted sorghum, pearl millet and finger millet and their milling fractions. *Journal of Food Science and Technology, Mysore*, v. 35, n. 3, p. 247-249, May/June 1998.

MEDEIROS, R. B. *Formação e manejo de pastagens para a região do planalto médio e Missões*. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura/Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1977. 48p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of swine*. 10. ed. Washington D.C.: National Academy of Sciences, 1998.

NUNES, R. C.; BANDEIRA, M. N.; FRANÇA, A. F. S.; SANTOS, C. E. C.; STRINGHINI, J. H. Utilização do milheto grão como substituto do milho em rações para suínos na fase de crescimento. *Arquivos das Escolas de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia*, v. 27, n. 2, p. 41-48, 1997.

OLIVEIRA, E. Análise de aminoácidos em matérias primas brasileiras versus redução do nível de proteína nas dietas para frangos de corte. In: ENCONTRO DEGUSSA DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 5., 1998, Campinas SP. *Anais...* Guarulhos: Degussa, 1998. p.1-15. Descontínua.

PEKAS, J. C. Versatile swine in laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *Journal of Animal Science, Champaign*, v. 27, n. 5, p. 1303-1306, Sept. 1968.

PORTERES, R. African cereals. In: HARLAN, J. R.; DE WET, J. M. J.; STEMLER, A. B. L. (Ed.). *Origins of plant domestication*. The Hague, Netherlands: Mouton Press, 1976. p. 409-452.

RAI, K. N.; ANDREWS, D. J.; BABU, S. Inbreeding depression in pearl millet composites. *Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung, Hamburg*, v. 94, n. 3, p. 201-207, 1984.

REICHERT, R. D.; YOUNGS, C. G.; CHRISTENSEN, D. A. Polyphenols in *Pennisetum* millet. In: SYMPOSIUM ON POLYPHENOLS IN CEREALS AND LEGUMES, 1979, Ottawa, Canada. *Proceedings...* Ottawa, Canada, 1979. p.50-60.

RODRIGUES, P. B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves.** 2000. 204p. Doutorado (Nutrição de Monogástrico) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ROONEY, L. W.; MCDONOUGH, C. M. Food quality and consumer acceptance in pearl millet. In: INTERNATIONAL PEARL MILLET WORKSHOP, 1987, Patancheru, India. **Proceedings...** Patancheru, Índia: ICRISAAT, 1987. p.43-61.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos.** Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 2000. 141p.

SAS. SAS/STAT Software. **Guide for personal computers.** Cary, New York, 1990.

SINGH, P.; SINGH, U.; EGGUM, B. O.; KUMAR, K. A.; ANDREWS, D. J.. Nutritional evaluation of high protein genotypes of pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v .38, n. 1, p. 41-48, Jan. 1987.

STRINGHINI, J. H.; ORSINE, G. F.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, M. A. B. Utilização do milheto como substituto do milho em rações para suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 22., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SPMV, 1992. Resumo, 421.

STRINGHINI, J. H.; FRANÇA, A. F. S.; NUNES, R. C.; BANDEIRA, M. N. Níveis de lisina e energia digestível para suínos em crescimento/terminação recebendo rações à base de milheto grão (*Pennisetum americanum*, L. Leeke). **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás**, v. 27, n. 2, p. 49-59, 1997.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarter polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991. Symposium Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle.

VIANA, S. P. Utilização de milho para aves e suínos como alternativa energética para algumas regiões do semi-árido. In: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultura do milho**. Fortaleza, 1982. p.59-63. Monografia, 8.

WALKER, C. E. Evaluating pearl millet for food quality. In: INTSORMIL Annual Report. Lincoln: University of Nebraska, 1987. p.160-166.

WHITTEMORE, C. T. **The science and practice of pig production**. New York: Longman, 1993.



## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>	<b>Página</b>
<b>TABELA 1A</b> Resumo da análise de variância do consumo de ração médio diário (CRMD), ganho médio de peso diário (GMPD) e conversão alimentar (CA) de suínos em crescimento em rações contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo milheto .....	<b>39</b>

**TABELA 1A.** Resumo da análise de variância do consumo de ração médio diário (CRMD), ganho médio de peso diário (GMPD) e conversão alimentar (CA) de suínos em crescimento em rações contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo milheto.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		GMPD	Nível sign.	CRMD	Nível sign.	CA	Nível sign.
Bloco	11	0,1414	0,0099	0,6899	0,0134	0,2446	0,0000
Tratamento	4	0,2902	NS	0,4385	0,18	0,7065	NS
Linear	(1)	0,3756	NS	0,3670	NS	0,2567	NS
Quadrática.	(1)	0,2697	NS	0,1455	NS	0,1542	NS
Cubica	(1)	0,1127	NS	0,1733	NS	0,1243	NS
Quártica	(1)	0,3383	NS	0,2569	NS	0,1473	NS
Resíduo	44	0,5272		0,2697		0,3723	

**ANEXO B**

**Página**

**Procedimento 1A Programa utilizado no procedimento de rotina de análise dos dados pelo PROC MIXED..... 41**

**PROCEDIMENTO 1A.** Programa utilizado no procedimento de rotina de análise dos dados pelo PROC MIXED {exemplo para a variável MSD testada em três estruturas (modelos): CS (Simetria composta), UN ( Não estruturada) e AR1 (Auto regressiva de ordem 1)}.

```
DATA MARCELO;
INFILE 'C:\marcelo.prn';(origem do arquivo)
INPUT TRAT SEM AN MSD CDPB NI NEXFEZ NEXUR RN NABS NRET ED EM
PROC MIXED DATA=MARCELO;
CLASS TRAT SEM AN;
MODEL MSD=TRAT SEM TRAT*SEM;
REPEATED/TYPE=UN SUB=AN(TRAT);
LSMEANS TRAT;
LSMEANS SEM;
LSMEANS TRAT*SEM;
RUN;QUIT;
```

```
PROC MIXED DATA=MARCELO;
CLASS TRAT SEM AN;
MODEL MSD=TRAT SEM TRAT*SEM;
REPEATED/TYPE=AR(1) SUB=AN(TRAT);
LSMEANS TRAT;
LSMEANS SEM;
LSMEANS TRAT*SEM;
RUN;QUIT;
```

```
PROC MIXED DATA=MARCELO;
CLASS TRAT SEM AN;
MODEL MSD=TRAT SEM TRAT*SEM;
REPEATED/TYPE=CS SUB=AN(TRAT);
LSMEANS TRAT;
LSMEANS SEM;
LSMEANS TRAT*SEM;
RUN;QUIT;
```