

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO SEM TANINO EM RAÇÕES DE LEITÕES: DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO ANIMAL

ELIAS TADEU FIALHO¹, JOSÉ AUGUSTO FREITAS DE LIMA², VLADIMIR DE OLIVEIRA³,
HUNALDO OLIVEIRA SILVA³

¹Professor, Pesquisador CNPq, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras- UFLA. CEP:37200-000. E-mail: fialho@ufla.br (autor para correspondência).

²Professor, Pesquisador CNPq, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras - UFLA. CEP:37200-000.

³Doutorando, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras - UFLA. CEP:37200-000.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, n.1, p.105-111, 2002

RESUMO- Foram conduzidos dois experimentos, no setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), para verificar a influência da substituição do milho por grão de sorgo sem tanino, para suínos em crescimento. O primeiro experimento (ensaio de metabolismo) teve como objetivo determinar o balanço de nitrogênio, coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) das rações experimentais nas quais o sorgo substituiu o milho nos níveis de 0, 33, 66 e 100%. No segundo experimento, foi verificada a influência dos níveis de substituição sobre o desempenho dos animais. Os suínos utilizados nos dois experimentos eram mestiços (Landrace x Large White). O ensaio de metabolismo foi realizado em dois períodos, tendo sido utilizados 24 suínos machos castrados, com peso médio de 12,50 kg ($\pm 0,70$). Utilizou-se a metodologia de coleta total de fezes e o óxido férrico como marcador fecal e cada período experimental teve a duração de 12 dias, sendo sete dias de adaptação e cinco dias de coleta de fezes e urina. O segundo experimento teve por objetivo verificar a influência da substituição do milho por grão de sorgo sobre o desempenho de leitões. Foram utilizados 96 suínos, com peso inicial de 9,40 kg ($\pm 0,86$) e 35 dias de idade, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, quatro tratamentos e seis repetições. O período experimental foi de 30 dias e os tratamentos testados foram os mesmos do ensaio de metabolismo. Não houve efeito ($P > 0,01$) dos níveis crescentes de sorgo sobre a retenção de nitrogênio (RN), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM). Os dados de consumo médio diário de ração (CMDR), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) para nenhuma das rações testadas. Conclui-se que o sorgo pode substituir o milho até o nível de 100% em rações de leitões em recria (10 aos 30 kg), sem prejudicar a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho dos animais.

Palavras-chave: retenção, nitrogênio, energia digestível, metabolizável.

CORN SUBSTITUTION BY SORGHUM WITHOUT TANNIN IN PIGLET RATIONS: NUTRIENT DIGESTIBILITY AND ANIMAL PERFORMANCE

ABSTRACT- Two experiments were conducted at the Swine Sector of the Animal Science Department at the Universidade Federal de Lavras (UFLA), in order to determine the effect of corn substitution by grain sorghum without tannin on 10 to 30 kg piglets performance. The first one (the metabolism assay) aimed at determining the nitrogen retention, the digestibility coefficient

of crude protein (DCCP), the digestible energy (DE) and the metabolizable energy (ME) of experimental rations in which corn was substituted by grain sorghum at levels 0, 33, 66 and 100%. The metabolism essay was carried out in two periods using twenty-four piglets (Landrace x Large White) with the initial weight of 12.50 kg ($\pm 0,70$). It was utilized the total feces collection method and ferric oxide as a fecal marker, and each experimental period lasted 12 days, being seven days for adaptation and five to feces and urine collection. The pigs were kept in a metabolism cage. In the second experiment (the performance essay), there were utilized ninety-six piglets weaned at 35 days, (Landrace x Large White) with initial weight of 9.4 kg (± 0.86) distributed in a randomized block design with four treatments and six replicates. The experimental period was 30 days long. The treatments were the same as described for the metabolism assay. The data showed no significant effects ($P>0.01$) on the nitrogen retention (NR), coefficient of digestibility of crude protein (CDCP), digestible energy (DE) or metabolizable energy (ME). The data on feed intake, weight gain feed conversion showed no difference either ($P>0.01$), among all rations tested. According to the results, corn should be replaced by grain sorghum without tannin up to 100% in 10 to 30 kg piglet rations with no influence on nutrients digestibility and piglet performance.

Key words: metabolism assay, pigs, sorghum, performance

O milho participa em até 80% da composição das dietas de suínos, como o principal componente energético das rações, embora também seja uma importante fonte de aminoácidos. É o ingrediente mais importante utilizado no preparo de alimento para animais, no Brasil, uma vez que cerca de 69% do total de produção é destinado para esse fim (Anfar/Sindirações, 2001). Outros alimentos alternativos ao uso do milho vêm sendo estudados, já que a crescente utilização desse cereal na alimentação animal estabelece uma competição com o homem, diminuindo a oferta de grãos disponíveis para alimentação humana. A cultura do sorgo, no Brasil, que era inexpressiva até 1970, cresceu significativamente desde então. Na safra de 1999/2000, a produção alcançou mais de um milhão de toneladas e esse número coloca o País entre os dez maiores produtores mundiais. No mundo, o sorgo se caracteriza por ser o quinto cereal mais cultivado, com uma produção total de mais de 60 milhões de toneladas FAO (2000), que representa cerca de 10% da produção de milho. Em termos de economia, o custo de produção do sorgo é, em média, 20%

menor do que o do milho, enquanto que seu valor biológico alcança pelo menos 95% do desse cereal.

O sorgo representa uma alternativa importante para auxiliar o abastecimento do mercado de grãos e, por suas características nutricionais, tem sido pesquisado como ingrediente energético alternativo ao milho. Geralmente apresenta preço inferior, sendo ainda mais vantajoso seu cultivo em regiões de solos arenosos e clima seco, onde apresenta melhor rendimento de nutriente por unidade de área (Scheuermann, 1998). No pericarpo dos grãos de sorgo, ocorre a presença de substâncias polifenólicas, de peso molecular variando de 500 a 3.000, denominadas taninos (Jansman, 1993). Um teor elevado de taninos, por um lado, diminui os prejuízos causados pelos pássaros à cultura, devido ao sabor adstringente, mas, por outro lado, torna as rações menos palatáveis e nutritivas, interferindo no metabolismo dos carboidratos e proteínas (Fialho & Barbosa, 1997). Atualmente, existe uma tendência de considerar o sorgo com ou sem tanino e não mais com alto, médio e baixo tanino (Kemmer & Brand, 1996), uma vez que o tanino é um caráter controlado por dois pares de genes (caráter qualitativo) e

dominante (Scheuermann 1998), sendo que, na prática, o cultivo com tanino está bastante reduzido, restringindo-se a algumas regiões. O sorgo apresenta um teor de proteína em torno de 8 a 9%, geralmente um pouco superior ao milho; entretanto, a proteína e amido presentes no endosperma do grão de sorgo estão ligadas às prolaminas (kafrinas), o que explica a menor digestibilidade relativa dos nutrientes nesse cereal. Neste trabalho, verificou-se o efeito da substituição do milho pelo sorgo sobre o desempenho e a digestibilidade em suínos na fase de creche (10 aos 30 kg).

Material e Métodos

No setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), foram conduzidos dois experimentos, sendo um ensaio de metabolismo e um de desempenho. O primeiro experimento (ensaio de metabolismo) teve como objetivo determinar o balanço de nitrogênio, coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) das rações experimentais nas quais o sorgo substituiu o milho nos níveis de 0, 33, 66 e 100%. O milho utilizado neste trabalho foi um híbrido duplo comercial, ciclo normal, amarelo dentado, e o sorgo também comercial, grão de coloração castanha, sem tanino e recomendado para fabricação de ração animal. Em ambos os experimentos, foram utilizados suínos mestiços (Large White x Landrace) e as rações experimentais foram isonutritivas, fareladas, formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com vitaminas e minerais, para atender às recomendações do NRC (1988), considerando as exigências nutricionais dos suínos em crescimento (Tabela 1).

Experimento 1 – Ensaio de Metabolismo

A digestibilidade dos nutrientes, valores energéticos e balanço de nitrogênio das rações contendo níveis crescentes de sorgo foram determinados a partir de ensaio conduzido com suínos com

pesos médios de 12,50 kg ($\pm 0,7$). O ensaio foi dividido em duas fases ou períodos, sendo utilizados, em cada um, 12 suínos machos castrados, mantidos em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968). As gaiolas estavam localizadas em salas equipadas com ar condicionado, permitindo o controle parcial da temperatura interna da sala. Cada ensaio teve a duração de 12 dias, sendo sete dias destinados à adaptação dos animais às gaiolas, rações experimentais e ajuste do consumo voluntário. Os cinco dias restantes foram utilizados para a coleta de fezes e urina.

TABELA 1. Composição centesimal das rações experimentais.

Ingrediente	Nível de inclusão do sorgo (%)			
	0	33	66	100
Milho	66	44,22	22,4	-
Sorgo	-	21,78	43	66
Farelo de soja	27	27	23	26,1
Açúcar	2,8	2,3	2,3	2
Fosfato Bicálcico	1,8	1,8	2	1,5
Óleo de Soja	1	1,5	1,8	2,5
Calcário	0,7	0,7	0,7	0,7
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5
Premix vitamínico ¹	0,1	0,1	0,1	0,1
Premix mineral ¹	0,1	0,1	0,1	0,1
Valores analisados ²				
Energia Digestível (kcal/kg) ²	3410	3430	3430	3460
Proteína Bruta (%) ²	18	18,09	18,4	18,3
Fósforo Total (%) ²	0,69	0,68	0,68	0,61
Cálcio (%) ²	0,82	0,81	0,83	0,83
Lisina (%)	0,91	0,91	0,91	0,86

¹Suplemento-vitamínico-mineral contendo, por kg do produto: Vitamina A, 8.000.000 UI; vitamina D₃, 1.200.000 UI; vitamina E, 20.000mg; vitamina K₃, 2.500mg; vitamina B₁, 1000mg; Riboflavina (B₂), 4000mg; Piridoxina (B₆), 2.000mg; vitamina B₁₂, 20.000mcg; Niacina 25.000mg; Ácido Pantotênico, 10.000mg; Ácido Fólico, 600mg; Biotina, 50mg; Vitamina C, 50.000mg; Antioxidante, 125mg; Selênio, 500 mg; Ferro, 70.000 mg; Cobre, 20.000 mg; Manganês, 40.000mg; Zinco, 80.000mg; Iodo, 800mg; Cobalto, 500.

²Composição química analisada dos alimentos: Milho = 8,5% PB e 3450 kcal/kg ED; Farelo de soja = 45,5% PB e 3480 kcal/kg ED; Sorgo = 9,80% PB e 3430 kcal/kg ED; Fosfato bicálcico = 24,4% de Ca e 18,3% de P; Calcário = 38,4 % de Ca.

O óxido férrico (Fe_2O_3) foi utilizado com marcador fecal, a fim de determinar o início e o final do período de coleta de fezes e urina. As rações foram fornecidas às 8 e 16 h, sendo a quantidade total diária estabelecida com base no peso metabólico ($\text{PV}^{0.75}$). 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. As fezes foram coletadas diariamente e acondicionadas em sacos de plástico mantidos em congelador (-10°C). Posteriormente, uma amostra de 20% foi secada em estufa de ventilação forçada (55°C) e moída, para análise de matéria seca e energia bruta, segundo metodologia descrita por Silva (1990). A urina foi coletada diariamente, com o auxílio de um balde de plástico com filtro, contendo 20 ml de ácido clorídrico (HCL) 1:1, para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas de nitrogênio. Uma alíquota de 20% foi retirada diariamente e congelada a -10°C , para análise de energia e nitrogênio. Os teores de energia bruta e o coeficiente das rações, fezes e urina foram determinados por meio de bomba calorimétrica. Os demais procedimentos metodológicos foram realizados de acordo com o descrito por Fialho *et al.* (1979).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados e cada ensaio foi constituído de quatro tratamentos, três repetições, sendo a unidade experimental representada por um animal (gaiola de metabolismo). Para analisar os resultados deste experimento, utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + E_j + e_{jk}$$

em que:

Y_{ijkl} = observação no animal do l , submetido ao tratamento i , no bloco k ;

μ = média geral;

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

E_j = efeito do bloco k , sendo $k = 1, 2$;

e_{ijk} = erro experimental associado a cada observação.

Experimento 2 – Ensaio de Desempenho

Foram utilizados 96 suínos mestiços, com peso médio inicial de 9,40kg ($\pm 0,86$) e 35 dias de idade, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, quatro tratamentos e seis repetições, sendo a unidade experimental representada por quatro animais (dois machos e duas fêmeas) e o peso inicial, o critério utilizado para a formação dos blocos. O período experimental teve a duração de 30 dias e os animais foram alojados em galpão de creche, com baias suspensas a 0,60 m de altura, medindo 2,00 x 1,50 m, com piso ripado pré-moldado, equipadas com comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, ambiente semi controlado com lâmpadas infravermelho de 200 watts e ventiladores. As rações e água foram fornecidas à vontade e os tratamentos foram os mesmos usados no ensaio metabólico (Tabela 1). Ao final do experimento, pesaram-se os animais e computou-se o consumo de ração de cada unidade experimental. O modelo estatístico adotado para análise dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado no animal k , submetido ao tratamento i , no bloco j ;

μ = média geral;

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

B_j = efeito devido ao bloco j , sendo $j = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6;

e_{ijk} = erro experimental.

As variáveis analisadas foram ganho de peso médio diário (GPMD), consumo médio diário de ração (CMDR) e conversão alimentar (CA). Para as análises estatísticas, utilizou-se o pacote computacional SAS (1992).

Resultados e Discussão

A composição proximal e valores energéticos do sorgo, milho e farelo de soja e composição química dos demais ingredientes usados nas formulações das rações experimentais estão apresentados na Tabela 2. O sorgo utilizado apresentou um teor de polifenóis menor que 0,8 %, tendo sido quantificado pelo método de Azul da Prússia, conforme metodologia descrita por Magalhães et al. (1997), o que caracteriza uma variedade sem tanino. Verificou-se, ainda, que o sorgo apresentou teor de proteína bruta de 1,3 ponto percentual superior ao do milho (9,8 x 8,55 PB). O valor de proteína analisado foi maior que o encontrado em tabelas de composição de ingredientes, tais como, EMBRAPA/CNPQA (1991); NRC (1998) e Rostagno (2000). Contudo, o conteúdo de nitrogênio dos grãos é influenciado pelas condições de cultivo, umidade do solo, nitrogênio do solo, entre outros fatores (Fuller et al., 1979). A cultivar também é uma importante fonte de variação no valor da proteína bruta dos grãos e, segundo Subramaniam et al. (1990), a proteína do sorgo pode variar de 6,8 a 19,6%, dependendo da cultivar. Para os demais valores de composição química e energia digestível (ED), as diferenças foram pequenas. Fialho et al. (1979) compararam detalhadamente a composição química e a digestibilidade da proteína do milho e sorgo e concluíram que os componentes nutricionais desses cereais foram muito similares, exceto o teor de umidade e extrato etéreo, que foram menores no sorgo.

Experimento 1- Ensaio de Metabolismo

Na Tabela 3 estão os dados de retenção de nitrogênio (RN), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) das rações com níveis crescentes de sorgo. Os resultados observados no presente experimento foram semelhantes aos encontrados por Lin et al. (1987), que não verificaram

diferenças entre a digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta, amido, proteína bruta e a energia digestível e metabolizável do milho e sorgo. Ainda no mesmo estudo, Lin et al. (1987) constataram que existem pequenas diferenças na digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais do milho e sorgo. A digestibilidade da arginina e histidina foi maior no milho, enquanto o sorgo apresentou maior triptofano digestível. Apesar de não quantificados no presente experimento, tais resultados corroboram a idéia de que existem relativamente poucas diferenças entre o milho e sorgo, quando considerado o uso na alimentação de suínos.

TABELA 2. Composição proximal e valores energéticos do sorgo, milho, farelo de soja e composição química dos ingredientes.

Composição	Ingrediente						
	Sorgo	Milho	Farelo de soja	Açúcar	Óleo de soja	Fosfato bicálcico	Calcário
Matéria seca(%) ¹	87,3	87,5	88,2	-	-	-	-
Proteína bruta (%) ¹	9,8	8,5	45,5	-	-	-	-
Fibra bruta(%) ¹	2,5	2,17	6,46	-	-	-	-
E. digestível (kcal/kg) ²	3430	3450	3480	3850	7560	-	-
Cálcio (%) ¹	0,03	0,02	0,35	-	-	24,4	38,1
Fósforo total (%) ¹	0,28	0,3	0,6	-	-	18,3	-
Lisina (%) ³	0,2	0,24	2,8	-	-	-	-

¹Valores segundo análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA.

²Valores médios obtidos através de ensaios metabólicos no DZO/UFLA.

³Valores segundo EMBRAPA – 1991.

Considerando que a substituição do milho pelo sorgo foi isométrica (peso:peso) e que não foram verificadas diferenças no conteúdo de PB ou no CDPB das rações ($P>0,05$), pode-se afirmar que o consumo de proteína digestível entre os tratamentos foi semelhante.

Tais resultados, associados com a inexistência de diferenças na RN ($P>0,05$), indicam que a qualidade da proteína do sorgo usado neste experimento foi similar à do milho. Em outras palavras, espera-se que uma ração à base de sorgo e

farelo de soja, com 18% de proteína bruta, atenda as exigências de suínos (10-30 kg), com médio potencial de deposição de carne magra, da mesma forma que uma ração de milho e farelo-de-soja, também com 18% de proteína bruta. A substituição de milho por sorgo não alterou os valores de energia digestível e metabolizável das rações experimentais, independente do teor de inclusão de sorgo. Estes resultados eram esperados, pois, apesar de o tanino interferir negativamente na utilização da energia das rações (Fialho e Barbosa, 1997), a análise laboratorial realizada evidencia que o sorgo usado no presente experimento não continha tanino.

TABELA 3. Dados de desempenho e valores de digestibilidade dos nutrientes das rações dos leitões dos 10 aos 30 kg, contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo sorgo¹.

Item	Substituição do milho por sorgo (%)				
	0	33	66	100	CV ² (%)
Peso Inicial (kg)	9,40	9,70	9,30	9,40	4,67
Peso Final (kg)	28,80	28,10	27,60	28,00	4,34
Período Experimental (Dias)	30	30	30	30	-
Ganho Médio Diário (g)	648	613	610	620	6,93
Consumo Médio Diário (kg)	1,21	1,23	1,20	1,25	4,28
Conversão Alimentar	1,86	2,00	1,96	2,02	6,91
Dados de Digestibilidade Nutrientes da Ração²					
Digestibilidade da Proteína %	84,59	84,83	85,65	85,78	3,56
Retenção de Nitrogênio (RN) g/dia	21,20	19,11	19,13	19,07	2,78
Energia Digestível, kcal/kg	3821	3789	3818	3793	3,13
Energia Metabolizável, kcal/kg	3619	3562	3608	3670	2,19

¹Valores médios não diferiram estatisticamente pelo teste de Newman Keuls ($P > 0,05$).

²Coefficiente de variação.

³Dados expressos na base da matéria seca.

Experimento 2- Ensaio de Desempenho

Os dados de consumo médio diário de ração (CMDR), ganho de peso médio diário (GPM) e conversão alimentar (CA) estão na Tabela 3. Verifica-se que não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para nenhuma das rações testadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Rantanen et al. (1996), que não detectaram diferenças no desempenho de suínos desmamados aos 17 dias (3,9 a 19,7 kg de peso vivo) e alimentados com rações à

base de sorgo ou milho. Da mesma forma, Dean et al (2000), usando um total de 180 suínos com peso médio inicial de 6,1 kg, avaliaram o efeito de diferentes híbridos de sorgo e compararam com o milho. Com base nos dados de desempenho, os autores concluíram que os valores nutricionais dos vários híbridos de sorgo testados foram semelhantes aos do milho.

Conclusões

O desempenho dos animais quanto aos parâmetros de ganho médio diário de peso, consumo diário médio de ração e conversão alimentar não foi afetado pela substituição do milho pelo sorgo.

Os coeficientes de digestibilidade das rações baseadas em milho e sorgo foram semelhantes.

O sorgo comercial sem tanino pode substituir totalmente o milho comercial em rações para suínos dos 10 aos 30 kg de peso vivo sem prejuízo ao desempenho dos animais.

Literatura Citada

COMPÊNDIO Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: SINDIRAÇÕES/ANFAR/CBNA SDRIMA, 2001. 198p.

DEAN, D.W., HANCOCK, J. D., HINES, R. H., McKINNEY, L. J., BEHNKE, K. C., LEE, D. J. Food-grade sorghum in diets for nursery pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.78, p.60, 2000. Supplement. Abst. 162.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. (Concórdia, SC) **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3 ed. Concórdia, 1991. 97p. (EMBRAPA-CNPSA. Documento 19.)

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 sorgo com diferentes conteúdo de tanino para suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.8, n.3, p.386-397, 1979.
- FIALHO, E.T., ALBINO, L.F.T., BARBOSA, H.P. Chemical composition, digestible protein and energy values of some alternative feedstuffs for pigs in Brazil. **Animal Feed Science and technology**, Amsterdam, v. 55, p. 239-245, 1995.
- FIALHO, E.T., BARBOSA, H.P. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 228p.
- FULLER, M. F., CADEANHEAD, A., BROWN, D. S., BREWER, A. C., CARVER, M., ROBINSON, R. Varietal differences in the nutritive value of cereal grains for pigs. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.113, p.149-163, 1989.
- HANSEN, J.A. ; KNABE, D; BURGOON, K. G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p.442-451, 1993.
- JANSMAN, A. J.M. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. **Nutrition Research Reviews**, London, v.6, p.209-236, 1993.
- KEMM, E.H., BRAND, T.S. Grain sorghum as energy source for growing pigs. **Pig News and Information**, London, v. 17, p. 87-89, 1996.
- LIN, F. D., KNABE, D. A., TANKLEY, Jr. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p.1655-1663, 1987.
- MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W. A.; DURÃES, F. O. M. **Tanino no grão de sorgo**: bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1997. 26p. (EMBRAPA - CNPMS. Circular Técnica, 27).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, EUA). **Nutrient Requirements of Swine**. 9. ed. Washington, 1998. DC.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal Animal Science**, Champaign, v.27, p. 1303-1306, 1968.
- RANTANEN, M. M., HINES, R. H., HANCOCK, J. D., BEHNKE, K. C., CABRERA, K. C., KIM, I. H., 1995. Effects of novel carbohydrate sources on growth performance of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.179, 1995. Supplement. Abst. 276.
- ROSTAGNO, H. S. (Ed.) **Tabelas brasileiras para suínos e aves**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV - Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.
- SAS INSTITUTE (Cary, NC). **User's guide**: Statistics. Cary, 1992.
- SCHEUERMANN, N.G. **Utilização do sorgo em rações para frangos de corte**, Concordia: EMBRAPA-CNPISA, 1998. 3p. EMBRAPA-CNPISA COMUNICADO TÉCNICO.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos Viçosa: UFV, 1990. 195 p.
- SUBRAMANIAN, V., SEETHARANA, N., JANBUNATHAN, R., RAO, P. V. Evaluation of protein quality of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.38, p.1344-1353, 1990.