

Substituição parcial do milho por sorgo granífero na alimentação de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação¹

Partial replacement of corn by sorghum in pig feeding at the nursery, growing and finishing phases

MOREIRA, Faviano Ricelli da Costa e^{2,3*}; COSTA, Alberto Neves⁴; MARTINS, Terezinha Domiciano Dantas⁵; SILVA, José Humberto Vilar da⁶; MEDEIROS, Henrique Rocha de⁴; CRUZ, George Rodrigo Beltrão da⁵

¹Projeto financiado pelo CNPq/FAPERN/UFRN/BNB.

²Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Departamento Acadêmico, Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil

³Universidade Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Areia, Paraíba, Brasil.

⁴Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Agropecuária, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil.

⁵Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Bananeiras, Paraíba, Brasil.

⁶Universidade Federal da Paraíba, Centro de Formação de Tecnólogos, Sociais e Agrárias, Bananeiras, Paraíba, Brasil.

*Endereço para correspondência: faviano_moreira@hotmail.com

RESUMO

Avaliou-se o efeito da substituição parcial do milho por sorgo granífero na dieta de suínos castrados sobre as características de desempenho, carcaça e avaliação econômica. Foram utilizados 27 machos híbridos, oriundos de linhagem comercial, com $19,66 \pm 2,92$ kg de peso inicial, distribuídos em três tratamentos com porcentagens crescentes de sorgo granífero - 0%, 25% e 50% - em substituição ao milho, em um delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados: ganho diário de peso, consumo diário de ração, conversão alimentar, espessura de toucinho e parâmetros bioquímicos sanguíneos - ureia, proteínas totais, creatinina, glicose, triglicerídeos e colesterol. Para as características de carcaça foram avaliados: peso nas carcaças quente e fria, rendimento nas carcaças quente e fria, pH e temperatura nas carcaças quente e fria e peso de cortes industriais. Para o desempenho econômico foi calculado o custo da ração, custo do kg suíno e índices de custo médio e de eficiência econômica. Foi utilizada análise de regressão para as variáveis produtivas. Não foram encontrados efeitos para o desempenho e características de carcaça. Nas variáveis bioquímicas, foram encontrados efeitos lineares

para a ureia e proteínas totais, com os animais com 0% de sorgo apresentando os maiores valores. Quanto ao desempenho econômico, o grupo com 50% de sorgo apresentou o menor índice de custo e o maior de eficiência econômica. Dessa forma, conclui-se que a substituição do milho pelo sorgo granífero em níveis de até 50% da dieta representa uma alternativa sustentável na suinocultura regional.

Palavras-chave: alimentação alternativa, características de carcaça, desempenho

SUMMARY

The study evaluated the effect of partial substitution of corn by sorghum in diet of castrated pigs and the effects on performance, carcass traits and economic feasibility. It were used 27 crossbred barrows from commercial line with 19.66 ± 2.92 kg of initial live weight, divided in three groups with increasing rates of sorghum - 0%, 25% and 50% - replacing corn, distributed in a completely randomized design. The trial evaluated: daily weight gain, daily feed intake and feed:gain ratio, backfat thickness and blood biochemical parameters - urea, total proteins, creatinine, glucose, triglycerides and

cholesterol. For carcass traits it was evaluated: hot and cold carcass weight, hot and cold carcass yield, pH and temperature in hot and cold carcasses and industrial weight cuts. For economy feasibility was calculated the cost of feed consumed, cost of pig kg, average cost index and economy efficiency rate. It was used regression analysis to evaluate the productive variables. No effects were found for performance data and carcass traits. For the biochemical variables, the effects were linear for urea and total protein, with animals in control group (0% of sorghum) showing higher rates. The bioeconomical performance showed that 50% sorghum had the lowest cost and the highest rate of economic efficiency. Thus, it was concluded that substitution of corn by sorghum at levels up to 50% of the diet represents an alternative to sustainability of regional swine production.

Keywords: alternative feed, carcass traits, performance

INTRODUÇÃO

A redução do custo de produção de suínos com a utilização de ingredientes alternativos em substituição ao milho é uma estratégia analisada pela cadeia produtiva. A produção de grãos no Nordeste do Brasil, especialmente de milho, que chega a participar em até 85% da composição das dietas de suínos, é insuficiente para atender a demanda na alimentação dos plantéis. Em razão disto, os custos das rações são elevados devido à necessidade de se importar os insumos de outras regiões do País e do exterior (FIALHO et al., 2002).

Para minimizar essa situação, alguns alimentos alternativos têm sido avaliados, dentre os quais o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), que pode ser uma estratégia para manutenção da suinocultura em regiões com maior escassez de milho (MARQUES et al., 2007; PÉREZ et al., 2010). Segundo Adesehinwa (2008), as

fontes de energia alternativas devem ser regionalmente avaliadas e apresentar baixo custo e capacidade de substituir o milho sem efeitos adversos no desempenho dos animais. O sorgo caracteriza-se por responder relativamente bem à pequena disponibilidade de água e por adaptar-se a condições áridas e em áreas marginais (O'KENNEDY et al., 2006).

O sorgo apresenta valor nutritivo entre 90 e 95% similar ao milho (FIALHO et al., 2002), além disso, o sorgo e o milho podem ser considerados equivalentes quanto aos teores de minerais e vitaminas (BRESTENSKÝ et al., 2012). Contudo, o sorgo é deficiente em extrato etéreo, alguns aminoácidos e substâncias pigmentantes e, dependendo da variedade, pode conter altos níveis de tanino, o que diminui o desempenho animal (NYANNOR et al., 2007; GU et al., 2008; ETUK et al., 2012).

As pesquisas com sorgo na alimentação de suínos apresentam resultados divergentes devido às variedades utilizadas, idade dos animais e período de fornecimento das rações, além de resultados diferentes ao longo dos anos (BENZ et al., 2011).

Este estudo teve por objetivo avaliar a substituição parcial do milho pelo sorgo granífero na dieta suínos castrados e os efeitos sobre o desempenho, características de carcaça e avaliação bioeconômica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no *campus* da Escola Agrícola de Jundiá, vinculada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Foram utilizados 27 machos híbridos castrados, oriundos de linhagem comercial, entre 60 e 147 dias de idade,

com peso médio de $19,66 \pm 2,92$ kg aos 60 dias, $40,73 \pm 4,51$ kg aos 90 dias, $66,27 \pm 7,5$ kg aos 120 dias e $87,85 \pm 8,4$ kg aos 147 dias. Foram usadas porcentagens crescentes de sorgo em substituição ao milho, o tratamento controle apresentou 100% de milho (n=8); o segundo tratamento substituição de 25% do milho por sorgo (n=10) e o terceiro tratamento com substituição de 50% do milho por sorgo

(n=9). Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado e três níveis de substituição parcial do milho por sorgo, totalizando 05 repetições por tratamento e 02 suínos por unidade experimental, todavia o tratamento controle apresentou 04 repetições e o tratamento com 50% de sorgo, em uma das repetições, contou com 01 suíno (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Composição química (g/kg de matéria natural) e custos (R\$/kg) das rações contendo diferentes níveis de substituição de milho por sorgo granífero para machos suínos castrados entre 15 e 30kg e 30 e 50kg de peso vivo

Ingredientes	Níveis de substituição (%)					
	Fase 15 – 30 kg			Fase 30 – 50kg		
	0	25	50	0	25	50
Milho	619,80	464,90	309,90	619,80	464,85	309,90
Sorgo baixo tanino	0,00	154,90	309,90	0,00	154,95	309,90
Farelo de soja (45%)	231,00	231,23	231,44	185,73	185,93	186,13
Farelo de trigo	115,56	111,87	108,35	158,70	155,19	151,49
Óleo de soja	0,03	3,14	6,28	5,76	8,90	12,04
Fosfato bicálcico	14,83	14,80	14,77	10,92	10,89	10,86
Calcário	6,11	6,10	6,09	6,60	6,59	6,58
Sal comum	4,45	4,49	4,53	3,76	3,80	3,84
L-lisina HCL	2,64	2,72	2,80	2,89	2,97	3,05
L-treonina	0,81	0,82	0,83	0,88	0,89	0,91
DL-metionina	0,17	0,25	0,33	0,36	0,44	0,52
Premix vitamínico-mineral ¹	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
BHT (antioxidante) ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total (g)	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Valores calculados ³						
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Proteína bruta (g/kg)	18,130	18,130	18,130	16,820	16,820	16,82
Cálcio (g/kg)	0,720	0,720	0,720	0,631	0,631	0,631
Fósforo disponível (g/kg)	0,400	0,400	0,400	0,332	0,332	0,332
Lisina total (g/kg)	1,100	1,100	1,100	1,017	1,017	1,017
Metionina + cistina total (g/kg)	0,619	0,619	0,619	0,600	0,600	0,600
Metionina total (g/kg)	0,298	0,304	0,310	0,297	0,303	0,308
Treonina total (g/kg)	0,754	0,754	0,754	0,702	0,702	0,702
Triptofano total (g/kg)	0,215	0,219	0,223	0,194	0,198	0,202
Sódio (g/kg)	0,220	0,220	0,220	0,190	0,190	0,190
Extrato etéreo (g/kg)	2,730	2,927	3,127	3,406	3,607	3,807
Fibra bruta (g/kg)	3,774	3,786	3,799	3,866	3,880	3,893
Custos das rações (R\$/kg)	0,77	0,75	0,72	0,75	0,72	0,70

¹Quantidade por kg do produto: Vitamina A 225.000 U.I., vitamina D₃ 37.500 U.I., vitamina E 1.500mg, vitamina K 75mg, vitamina B12 625mg, Niacina 1.000mg, Ácido pantotênico 500mg, Ácido fólico 65mg, Biotina 6,75mg, Colina 8.400mg, Piridoxina 100mg, Riboflavina 150mg, Tiamina 32,5mg, Cálcio 215g, Cobre 450mg, Ferro 2.750mg, Fósforo 85mg, Flúor 850mg, Iodo 17,5mg, Manganês 1.250mg, Selênio 7,5mg, Sódio 49mg, Zinco 2.750mg, Cromo 5mg, Bacitracina de zinco 1.000mg.

²BHT = Butil Hidroxi Tolueno.

³Calculados com base na composição de alimentos indicados por Rostagno et al. (2005).

Tabela 2. Composição química (g/kg de matéria natural) e custos das rações contendo diferentes níveis de substituição de milho por sorgo granífero para machos suínos castrados entre 50 e 70kg e 70 e 100kg de peso vivo

Ingredientes	Nível de substituição do milho pelo sorgo granífero (%)					
	50 – 70kg			70 – 100kg		
	0	25	50	0	25	50
Milho	676,98	507,74	338,49	700,00	525,00	350,00
Sorgo baixo tanino	0,00	169,24	338,49	0,00	175,00	350,00
Farelo de soja (45%)	150,50	150,76	150,98	116,99	113,39	98,54
Farelo de trigo	148,34	144,48	140,65	62,17	119,37	150,00
Farinha de trigo	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00
Óleo de soja	0,00	3,44	6,87	28,01	16,56	15,76
Fosfato bicálcico	8,52	8,49	8,45	8,22	7,30	6,82
Calcário	6,40	6,38	6,37	5,29	5,82	6,12
Sal comum	3,44	3,48	3,52	3,31	3,32	3,04
L-lisina HCL	3,15	3,24	3,32	3,05	2,29	2,76
L-treonina	0,86	0,88	0,89	1,09	0,08	0,20
DL-metionina	0,27	0,34	0,42	0,34	0,33	0,37
Premix vitamínico-mineral ¹	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Inerte (areia lavada)	0,00	0,00	0,00	26,93	26,94	11,79
BHT (antioxidante) ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL (g)	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Valores calculados ³						
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Proteína bruta (g/kg)	15,500	15,500	15,500	13,230	13,430	13,350
Cálcio (g/kg)	0,551	0,551	0,551	0,484	0,484	0,484
Fósforo disponível (g/kg)	0,282	0,282	0,282	0,248	0,248	0,248
Lisina total (g/kg)	0,942	0,942	0,942	0,800	0,750	0,750
Metionina + cistina total (g/kg)	0,558	0,556	0,556	0,500	0,500	0,487
Metionina total (g/kg)	0,273	0,276	0,283	0,250	0,250	0,250
Treonina total (g/kg)	0,650	0,650	0,650	0,590	0,500	0,500
Triptofano total (g/kg)	0,171	0,175	0,180	0,138	0,147	0,146
Sódio (g/kg)	0,175	0,175	0,175	0,165	0,165	0,150
Gordura (g/kg)	2,961	3,180	3,399	5,553	4,441	4,400
Fibra bruta (g/kg)	3,629	3,643	3,657	2,683	3,221	3,391
Custos das rações (R\$/kg)	0,71	0,69	0,66	0,78	0,67	0,63

¹Quantidade por kg do produto: Vitamina A 225.000 U.I., vitamina D₃ 37.500 U.I., vitamina E 1.500 mg, vitamina K 75 mg, vitamina B12 625 mg, Niacina 1.000 mg, Ácido pantotênico 500 mg, Ácido fólico 65 mg, Biotina 6,75 mg, Colina 8.400 mg, Piridoxina 100 mg, Riboflavina 150 mg, Tiamina 32,5 mg, Cálcio 215 g, Cobre 450 mg, Ferro 2.750 mg, Fósforo 85 mg, Flúor 850 mg, Iodo 17,5 mg, Manganês 1.250 mg, Selênio 7,5 mg, Sódio 49 mg, Zinco 2.750 mg, Cromo 5 mg, Bacitracina de zinco 1.000 mg. ²BHT = Butil Hidroxi Tolueno ³Calculados com base na composição de alimentos indicados por Rostagno et al. (2005).

O cultivar de sorgo utilizado nas dietas foi o IPA 7301011, considerado de baixo teor de tanino (TABOSA et al., 1993) apresentou 9,80% de proteína bruta, 1,76% de fibra bruta, 3430kcal/kg energia digestível, 0,02% e cálcio e

0,02% de fósforo. As dietas experimentais, nas várias fases, foram formuladas de acordo com Rostagno et al. (2005).

Os machos foram alojados em pares nas baias e arraçoados em dois períodos

(manhã e tarde). Durante o período experimental o fornecimento de água e ração foi à vontade com pesagem das sobras.

Na avaliação das características de desempenho foram analisados: peso (kg) aos 60; 90; 120 e 147 dias, ganho diário de peso - GDP (g), consumo diário de ração - CDR (kg) e conversão alimentar. As pesagens foram realizadas mensalmente durante o período experimental.

Foi mensurada a espessura de toucinho - ET (mm) aos 120 e 147 dias de idade dos animais e as medidas obtidas por meio de aparelho de ultra-som (Modelo MTU-100, Microem Produtos Médicos Ltda., SP), entre a penúltima e a última costela, a cerca de 6,5 cm da linha média dorsal, nos lados direito e esquerdo, para cálculo da média aritmética dos valores (BISCEGLI & FÁVERO, 1996).

Para os parâmetros bioquímicos séricos foram dosados: ureia (mg/dL), proteínas totais (g/dL), creatinina (mg/dL), glicose (mg/dL), triglicérides (mg/dL) e colesterol (mg/dL). Foram realizadas colheitas de sangue aos 90; 120 e 147 dias de idade para análise bioquímica de constituintes plasmáticos em todos os animais. O sangue foi colhido por punção da veia jugular, pela manhã e com os animais em jejum (12 horas), sendo acondicionado em tubos de ensaio sem anticoagulante. As amostras foram conduzidas sob refrigeração para o Laboratório de Bioquímica da UFRN, em seguida, centrifugadas para separação do soro e armazenadas em *freezer* a -20° C para posterior análise. Os valores séricos dos parâmetros foram mensurados em espectrofotômetro semi-automático (Ultrospec® 1100 pro), utilizando-se kits de reagentes específicos para cada análise (Labtest® Diagnóstica S.A., Brasil) e as recomendações do fabricante.

Na carcaça foram avaliados: peso ao abate (kg), rendimento de carcaça quente e fria (%), pH 45min e 24 horas, comprimento de carcaça (m) e peso (kg) de cortes industriais (paleta, costela e pernil). Aos 147 dias de idade ($87,85 \pm 8,4\text{kg}$), os animais foram abatidos em um frigorífico industrial sob Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum de 12 horas e após o abate foram eviscerados. Em seguida, foi feita a separação das meias carcaças através de corte longitudinal ao longo da coluna vertebral, mantendo, por convenção, a cauda na meia carcaça esquerda, as quais permaneceram sob refrigeração média de 7 °C, em câmara fria durante 24 horas. Foram realizados os cortes industriais para pernil, paleta e costela. O rendimento de carcaça foi calculado a partir do peso da carcaça quente como percentual do peso ao abate após o jejum (BRIDI & SILVA, 2007).

Nas carcaças quentes e refrigeradas a espessura de toucinho foi medida com auxílio de paquímetro metálico (mm) entre a 10^a e 11^a vértebras torácicas. O comprimento de carcaça foi determinado a partir do bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo crânio-ventral do atlas, através de uma fita métrica. O pH da carcaça foi mensurado utilizando-se o peagâmetro INGOLD WTW pH 91® com introdução dos eletrodos no músculo *Longissimus dorsi* (LD).

As variáveis bioeconômicas calculadas foram: custo da ração consumida, custo do kg da carne suína produzida (CASTAGNA et al., 1999), índice de custo médio e índice de eficiência econômica (GOMES et al., 1991).

Os custos por kg dos ingredientes foram: milho (R\$ 0,61), sorgo (R\$ 0,40), soja (R\$ 1,12), fosfato (R\$ 2,80), calcário (R\$ 0,19), lisina (R\$ 8,80), sal

(R\$ 0,24), treonina (R\$ 6,12) metionina (R\$ 24,30), premix vitamínico-mineral (R\$ 5,47), farelo de trigo (R\$ 0,38), farinha de trigo (R\$ 1,40) e óleo de soja (R\$ 2,40/litro). Os insumos foram adquiridos no comércio local entre os meses de maio e setembro/2009. Os custos das rações experimentais estão expressos nas tabelas 1 e 2.

Na avaliação do custo da ração foi utilizada a fórmula: Custo da ração consumida (R\$) = CRP x PR, onde: CRP = Consumo de ração no período e PR = Preço por kg de ração.

Na avaliação do custo do kg da carne suína foi utilizada a fórmula: Custo do kg de suíno (R\$) = CAT x PR, onde CAT = Conversão alimentar calculada sobre toda a duração do experimento e PR = Preço por kg de ração.

O Índice do Custo Médio (ICM) foi calculado de acordo com a fórmula: $ICM = CTei/MCe \times 100$, onde, MCe = menor custo médio da ração, por quilograma de peso vivo ganho, observado entre os tratamentos; CTei = custo total médio em ração por quilograma ganho no tratamento i considerado.

O Índice de Eficiência Econômica (IEE) foi determinado pela fórmula: $IEE =$

$MCe/CTei \times 100$, onde, MCe = menor custo médio da ração, por quilograma de peso vivo ganho, observado entre os tratamentos; CTei = custo total médio em ração por quilograma ganho no tratamento i considerado.

Os parâmetros estudados no experimento foram submetidos à análise de variância e de regressão por meio dos polinômios ortogonais. Em todas as análises estatísticas utilizou-se o procedimento GLM no programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2005) e as recomendações de Reis (2003). Nos dados expressos em porcentagens foram realizadas transformações angulares antes dos mesmos serem submetidos à análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 3 que a substituição parcial do milho por sorgo granífero em níveis de até 50% da dieta não alterou os parâmetros de desempenho dos animais.

Tabela 3. Desempenho e características de carcaças de suínos machos castrados (60 a 147 dias de idade) alimentados com rações contendo diferentes níveis de substituição de sorgo granífero por milho

Variáveis	Níveis de substituição (%)			CV (%) ¹	Média ± EP ²	Efeito linear
	0	25	50			
Peso aos 60 dias (kg)	20,25	20,04	18,71	15,04	19,66±2,92	ns
Peso aos 90 dias (kg)	42,05	40,91	39,36	11,19	40,73±4,51	ns
Peso aos 120 dias (kg)	66,55	67,92	64,18	11,50	66,27±7,50	ns
Peso aos 147 dias (kg)	89,70	88,34	85,67	9,75	87,85±8,40	ns
Ganho de peso diário (g)	798	785	770	10,66	784±81	ns
Consumo diário de ração (kg)	2,61	2,62	2,62	0,77	2,62±0,02	ns
Conversão alimentar	3,30	3,36	3,45	10,50	3,37±0,35	ns
Espessura de toucinho aos 120 dias (mm)	9,5	9,3	9,3	12,24	9,37±1,11	ns
Espessura de toucinho aos 147 dias (mm)	11,8	11,2	10,5	15,10	11,15±1,70	ns

¹Coefficientes de variação; ²EP - Erro padrão.

Trabalho conduzido por Rodrigues et al. (2002) com suínos alimentados com milho ou sorgo e suplementados por enzimas mostrou que as dietas formuladas com sorgo propiciaram um ganho de peso maior (6%) do que aquelas formuladas com milho. Estudos com substituição de 100% do milho por sorgo sem tanino (BRAUN et al., 2007) e inclusão de 20% de sorgo (HERRERA et al., 2013) mostraram resultados equivalentes para os dois cereais. Por sua vez, Oliveira et al. (2007) encontraram melhores resultados para conversão alimentar e espessura de toucinho nos animais arraçados com milho em comparação ao sorgo.

Um menor desempenho de suínos alimentados com sorgo pode ocorrer em razão da menor digestibilidade proteica do sorgo frente ao milho, provavelmente em decorrência do acesso restrito às proteínas do grão encapsuladas pelas fibras (JONDREVILLE et al., 2001). Quanto ao ganho de peso diário, os resultados foram semelhantes aos obtidos por López et al. (2010), que encontraram para machos castrados em crescimento, um ganho entre 712 e 839 gramas por dia, para rações à base de sorgo.

Em um ensaio de digestibilidade com substituição do milho por sorgo em até 100% foi observado que na substituição total houve um aumento da excreção fecal, o que pode ter sido influenciado, segundo os autores, pela cultivar e natureza e distribuição das proteínas no sorgo (MARQUES et al., 2007). Estes autores recomendaram substituir o sorgo em até 50% sem que haja comprometimento da digestibilidade. Tais dados corroboram os resultados deste estudo, cuja substituição de 50% de sorgo não alterou as variáveis de desempenho.

Para Benz et al. (2011), os bons resultados da utilização do sorgo na

dieta de suínos podem ser atribuídos à introdução de variedades com baixo tanino e o maior conhecimento sobre o processamento das dietas com esse cereal, como o observado na presente pesquisa.

Em relação às características da carcaça (Tabela 4), nenhuma das variáveis foi influenciada ($p>0,05$) pela substituição do milho por sorgo granífero.

Os dados observados são similares aos obtidos por De La Llata et al. (2002) e Morales et al. (2003) que compararam os efeitos do sorgo e milho sobre as características de carcaça de suínos abatidos e encontraram que o tratamento à base de sorgo apresentou resultados equivalentes aos do milho. Da mesma forma, resultados semelhantes foram obtidos por Shelton et al. (2004) que observaram valores de pH de carcaça de suínos alimentados com sorgo. Os valores de espessura de toucinho diferiram daqueles encontrados por Mushandu et al. (2005), provavelmente em razão da genética utilizada.

Benz et al. (2011), ao trabalhar com dietas à base de sorgo ou milho para suínos na fase de terminação, encontrou que os animais alimentados com sorgo tiveram menor rendimento de carcaça e percentual de carne magra. Segundo os autores, o maior consumo ração desses animais é a provável explicação.

Em suínos com peso entre 68 e 100 kg e alimentados com rações contendo milho ou sorgo, Oliveira et al. (2007) encontraram que os suínos consumindo ração contendo sorgo tiveram um rendimento de carcaça superior àqueles alimentados com milho. Isso ocorreu devido ao menor consumo de ração desses animais, pois o peso das vísceras aumenta com o incremento no consumo de ração, o que leva a uma redução no rendimento de carcaça, concluem os autores.

Tabela 4. Características de carcaça de machos suínos castrados entre 60 e 147 dias de idade alimentados com rações contendo 0, 25 ou 50% de sorgo granífero em substituição ao milho

Variáveis	Substituição do milho por sorgo granífero (%)			CV (%) ¹	Efeito linear
	0	25	50		
Peso carcaça quente (Kg)	67,31	66,45	63,94	11,3	ns
Rendimento carcaça quente (%)	74,9	75,2	74,5	2,4	ns
Peso carcaça fria (kg)	65,81	64,97	62,49	11,4	ns
Rendimento carcaça fria (%)	73,3	73,5	72,8	2,5	ns
Espessura de toucinho carcaça quente (mm)	15,60	14,20	13,80	15,5	ns
Espessura de toucinho carcaça fria (mm)	15,00	12,70	12,90	17,0	ns
pH carcaça 45 min	5,80	5,84	5,98	7,0	ns
pH carcaça 24 horas	5,58	5,53	5,52	2,1	ns
Comprimento carcaça esquerda (m)	0,97	0,97	0,99	4,6	ns
Peso ½ carcaça (kg)	33,42	33,96	33,22	9,3	ns
Peso paleta (kg)	5,02	5,27	5,24	9,4	ns
Peso costela (kg)	18,36	18,29	17,79	9,6	ns
Peso pernil (kg)	10,23	10,59	10,31	9,5	ns
Rendimento cortes – paleta (%)	15,02	15,52	15,77	2,88	ns
Rendimento cortes – costela (%)	54,94	53,86	53,55	1,19	ns
Rendimento cortes – pernil (%)	30,61	31,18	31,04	1,72	ns

¹ Coeficientes de variação.

Com relação às variáveis bioquímicas (Tabela 5), houve efeitos lineares para a ureia aos 90 e 120 dias e proteínas totais aos 90 e 150 dias, com o grupo com 0% de sorgo apresentando os maiores valores. Quanto ao colesterol, aos 150 dias, o grupo com 50% de sorgo apresentou os maiores valores.

Segundo Lopes et al. (2005), fatores como a linhagem, a idade, a alimentação e o sexo dos animais, assim como as condições ambientais e as variáveis analíticas influenciam nos valores dos parâmetros plasmáticos. Portanto, espera-se uma variação entre os resultados de pesquisas realizadas em períodos diferentes.

Os valores de glicose, creatinina, proteínas totais, colesterol e triglicerídeos encontrados na pesquisa estão inseridos nos valores de referência indicados para suínos (FRIENDSHIP et al., 1984; SWINDLE et al., 2003). Por outro lado, os dados encontrados neste estudo,

foram inferiores àqueles observados por Dubrueil & Lapierre (1997), o que pode estar relacionado com o estresse dos animais durante a coleta (FABIAN et al., 2003).

Ao analisar os níveis de glicose, ureia e colesterol de suínos alimentados com milho ou sorgo, Shelton et al. (2004) não encontraram diferenças significativas entre as rações, o que corrobora os apresentados nesta pesquisa.

Com relação à ureia, mesmo as rações sendo serem isoprotéicas, ocorreram diferenças. Os níveis de ureia originam-se da metabolização hepática de compostos nitrogenados, uma menor concentração pode estar relacionada a um menor catabolismo protéico (CHIQUELI et al., 2007). López et al. (2010) trabalharam com rações à base de sorgo e diferentes níveis de lisina (0,67; 0,75; 0,83; 0,91 e 0,99%) para suínos na fase de crescimento e não encontraram para os níveis de ureia plasmática efeitos pelo

teste de Tukey ($p > 0,05$). Os mesmos autores trabalharam com rações com diferentes níveis de treonina (0,42; 0,47; 0,52; 0,57 e 0,62%), em rações à base de sorgo, para machos e fêmeas suínas na fase de crescimento, e encontraram que

níveis de treonina afetaram apenas os machos, podendo ser pelo fato dos machos possuírem um maior requerimento de treonina ou as fêmeas são mais eficientes na utilização de aminoácidos que machos castrados.

Tabela 5. Níveis séricos (mg/dL) de ureia, creatinina, triglicerídeos, proteínas totais, glicose e colesterol de suínos castrados entre 90 e 147 dias de idade alimentados com rações com diferentes níveis de substituição de milho por sorgo granífero

Variáveis	Idade (dias)	Substituição do milho por sorgo granífero (%)			CV (%) ¹	Efeito linear
		0	25	50		
Níveis séricos de Ureia (mg/dL)	90	33,46	28,72	24,50	18,70	L=0,05
	120	33,71	28,26	24,74	19,61	L=0,05
	147	31,21	27,45	27,29	25,02	ns
Níveis séricos de Creatinina (mg/dL)	90	1,27	1,31	1,36	23,15	ns
	120	1,78	1,94	2,04	16,66	ns
	147	1,29	1,43	1,47	12,05	ns
Níveis séricos de Triglicerídeos (mg/dL)	90	49,48	44,69	45,98	31,24	ns
	120	39,20	38,60	37,59	38,47	ns
	147	50,92	46,91	37,17	31,81	ns
Níveis séricos de Proteínas totais (g/dL)	90	7,02	6,77	6,40	8,48	L=0,05
	120	7,04	6,96	6,81	5,08	ns
	147	7,77	7,55	7,46	9,78	L=0,05
Níveis séricos de Glicose (mg/dL)	90	114,52	102,73	108,02	12,62	ns
	120	105,51	102,90	100,90	12,98	ns
	147	106,94	91,28	100,30	15,02	ns
Níveis séricos de Colesterol (mg/dL)	90	74,76	66,34	67,04	15,35	ns
	120	74,33	74,40	77,00	13,38	ns
	147	69,63	81,37	88,51	13,66	L=0,05

L=0,05 (efeito linear a 95% de significância).

Ureia (90 dias) Linear - $y = 37,853 - 4,48x$ ($R^2 = 0,99$); Ureia (120 dias) Linear - $y = 38,473 - 4,71x$ ($R^2 = 0,98$); Proteínas totais (90 dias) Linear - $y = 7,3367 - 0,305x$ ($R^2 = 0,99$); Proteínas totais (147 dias) Linear - $y = 7,9033 - 0,155x$ ($R^2 = 0,95$); Colesterol (147 dias) Linear - $y = 60,957 - 9,44x$ ($R^2 = 0,98$).

¹ Coeficientes de variação.

Para as dosagens séricas de proteínas totais, aos 90 e 147 dias, houve efeito linear entre os tratamentos. Segundo Campello et al. (2009), há uma grande diversidade de proteínas séricas com funções específicas que, em conjunto, atuam na manutenção da pressão osmótica do plasma, defesa e transporte de moléculas. A sua diminuição em animais saudáveis pode ser um

indicativo de restrição no aporte de aminoácidos, seja pelo consumo de dietas pobres em proteína, ou pela ingestão de alimentos com conteúdo proteico satisfatório, mas contendo fatores que dificultam os processos de digestão e absorção.

Os níveis de colesterol apresentaram efeitos aos 147 dias, com o grupo com 50% possuindo os maiores valores. O

colesterol e suas frações no plasma dos animais podem ser controlados pelo estado nutricional, teores dietéticos de gordura e fatores hormonais, assim, o aumento do colesterol está relacionado com as quantidades de energia e de gordura saturada ingeridas (PASCOAL et al., 2010). Como as rações experimentais foram isocalóricas, as alterações dos níveis de colesterol podem estar associados ao estresse da colheita do sangue (FABIAN et al., 2003).

A avaliação bioeconômica das rações (Tabela 6) mostrou um decréscimo do custo médio da ração consumida e do kg da carne suína produzida à medida que aumentou o nível de substituição do milho por sorgo nas dietas. No índice de eficiência econômica e de custo médio, o tratamento com 50% de sorgo apresentou os melhores resultados. Durante a execução desta pesquisa, o preço do sorgo foi 34,4% menor que o preço do milho, o que determinou um menor custo das rações contendo esse ingrediente.

Tabela 6. Avaliação bioeconômica dos custos das rações com diferentes níveis de substituição do milho (25 e 50%) por sorgo nas dietas de machos suínos castrados

Variáveis	Níveis de substituição	Fases				Total
		15–30kgs	30–50kgs	50–70kgs	70–100kgs	
Custo médio da ração consumida (R\$)	0%	R\$ 26,40	R\$ 55,50	R\$ 40,30	R\$ 48,36	R\$ 170,56
	25%	R\$ 25,28	R\$ 54,29	R\$ 39,16	R\$ 41,54	R\$ 160,27
	50%	R\$ 24,00	R\$ 53,03	R\$ 37,46	R\$ 39,06	R\$ 153,55
Custo do kg de suíno produzido (R\$)	0%	R\$ 2,27	R\$ 2,09	R\$ 2,27	R\$ 2,56	R\$ 2,39
	25%	R\$ 2,01	R\$ 2,08	R\$ 2,11	R\$ 2,19	R\$ 2,35
	50%	R\$ 2,11	R\$ 2,04	R\$ 2,13	R\$ 2,16	R\$ 2,26
Índice de eficiência econômica (%)	0%	93,5%	93,3%	93,0%	80,8%	89,33%
	25%	96,0%	97,2%	95,7%	94,0%	95,71%
	50%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,00%
Índice de custo médio (%)	0%	106,9%	107,1%	107,6%	123,8%	111,94%
	25%	104,2%	102,9%	104,6%	106,4%	104,48%
	50%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,00%

O menor índice de custo médio das rações dos tratamentos com sorgo em relação ao tratamento controle, independente da fase produtiva, pode ser atribuída à boa safra decorrente das condições climatológicas favoráveis, tornando o preço do sorgo menor. No período das safras de 2007/2008 e 2008/2009 houve um aumento de 53,3 mil toneladas na produção de sorgo granífero no Brasil (TEIXEIRENSE, 2009).

Ao avaliar rações com silagem de grãos úmidos de sorgo para leitões na fase de creche, Patrício et al. (2006), relataram

que as dietas com sorgo representaram uma opção mais barata em relação ao milho comum, podendo substituir totalmente o milho seco das rações na referida fase.

A utilização de alimentos alternativos depende da disponibilidade do produto e do preço local. Nas condições encontradas durante a condução deste experimento, a utilização do sorgo apresentou vantagens econômicas para o produtor de suínos. De forma semelhante, Pérez et al. (2010) em Cuba, disseram que a dificuldade de importações do país e as condições

climáticas desfavoráveis como a seca, tornam o sorgo uma alternativa econômica menos arriscada que o milho, devidos às características de rusticidade da planta.

Dessa forma, a substituição do milho por sorgo granífero na alimentação de machos suínos castrados, em níveis de até 50% da dieta, mostrou-se viável e representa uma alternativa sustentável para suinocultura regional.

REFERÊNCIAS

- ADESEHINWA, A.O.K. Energy and protein requirements of pigs and the utilization of fibrous feedstuffs in Nigeria: A review. **African Journal of Biotechnology**, v.7, n.25, p.4798-4806, 2008.
- BISCEGLI, C.I.; FÁVERO, J.A. **Recomendação sobre o uso do ultrassom na medida da espessura de toucinho em suínos vivos**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 1996. p.1-4. (Comunicado Técnico, n.2).
- BENZ, J.M.; TOKACH, M.D.; DRITZ, S.S. NELSSSEN, J.L.; DeROUCHEY, J.M.; SULABO, R.C.; GOODBAND, D. Effects of increasing choice white grease in corn- and sorghum-based diets on growth performance, carcass characteristics, and fat quality characteristics of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.89, n.3, p.773-782, 2011.
- BRAUN, R.O.; PATTACINI, S.H.; SCOLES, G.E.; CERVellini, J.E. Productividad y calidad de grasa corporal en cerdos alimentados con cereales crudos y extruidos. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.215, p.299-308, 2007.
- BRESTENSKÝ, M.; NITRAYOVÁ, S.; PATRÁŠ, P. The quality of sorghum grain in aspect of utilization amino acids in pigs. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v.1, p.1032-1039, 2012. Edição especial.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 2007. 97p.
- CAMPELLO, C.C.; CARVALHO, V.L.; VIEIRA, K.M. Performance and serum parameters of rats fed on diets containing raw full-fat soybeans. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.3, p.188-198, 2009.
- CASTAGNA, C.D.; LOVATTO, P.A.; QUADROS, A.R.B.; PEDROSO, S. Levels of aminoacids in diet for boars from 25 at 70kg. **Ciência Rural**, v.29, n.1, p.117-122, 1999.
- CHIQUEIRI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L.; CARVALHO, E.C.; COSTA, A.P.D. Blood biochemical and height of intestinal vilosity of swine feed supplemented with probiotic, prebiotic and antibiotic. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.8, n.2, p.97-104, 2007.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.9, p.2420-2432, 2002.
- DUBREUIL, P.; LAPIERRE, H. Biochemistry reference values for Quebec lactating dairy cows, nursing sows, growing pigs and calves. **Canadian Journal Veterinary Research**, v.61, n.3, p.235-239, 1997.

- ETUK, E.B.; IFEDUBA, A.V.; OKATA, U.E.; CHIKA, I.; OKOLI, I.C.; OKEUDO, N.J.; ESONU, B.O.; UDEDIBIE, A.B.I.; MOREKI, J.C. Nutrient Composition and Feeding Value of Sorghum for Livestock and Poultry: a Review. **Journal of Animal Science Advances**, v.2, n.6, p.510-524, 2012.
- FABIAN, J.; CHIBA, L.I.; KUHLEERS, D.L.; FROBISH, L.T.; NADARAJAH, K.; McELHENNEY, W.H. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile, and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**, v.81, n.5, p.1142-1149, 2003.
- FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H.O. Corn substitution by sorghum without tannin in piglet rations: nutrient digestibility and animal performance. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.105-111, 2002.
- FRIENDSHIP, R.M.; LUMSDEN, J.H.; MCMILLAN, I.; WILSON, M.R. Hematology and biochemistry reference values for Ontario swine. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, v.48, n.4, p.390-393, 1984.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S.; LIM, G.J.M.M. **Análise econômica da utilização do trigo para suínos**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 179, p.1-2, 1991. (Comunicado Técnico).
- GU, L.; HOUSE, S.E.; ROONEY, L.W.; PRIOR, R.L. Sorghum extrusion increases bioavailability of catechins in weanling pigs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, n.4, p.1283-1288, 2008.
- HERRERA, R.; PÉREZ, A.; ARECE, J. Utilization of sorghum grain and forage from ligneous plants in pig fattening. **Pastos y Forrajes**, v.36, n.1, p.64-71, 2013.
- JONDREVILLE, C.; VAN DEN BROECKE, J.; GÂTEL, F.; GROSJEAN, F.; VAN CAUWENBERGHE, S.; SÉVE, B. Ileal digestibility of amino acids and estimates of endogenous amino acid losses in pigs fed wheat, triticale, rye, barley, maize and sorghum. **Animal Research**, v.50, n.2, p.119-134, 2001.
- LÓPEZ, M.; FIGUEROA, J.L.; GONZÁLEZ, M.J.; MIRANDA, L.A.; ZAMORA, V.; CORDERO, J.L. Niveles de lisina y treonina digestible en dietas Sorgo-pasta de soya para cerdos en crecimiento. **Archivos de zootecnia**, v.59, n.226, p.205-216, 2010.
- LOPES, R.M.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J. Effect of different rutin dosis on the concentration of albumin, creatinine, urea and uric acid in the serum of rabbits. **Revista Brasileira de Farmácia**, v.86, n.1, p.35-38, 2005.
- MARQUES, B.M.F.P.P.; ROSA, G.B.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A.d'A.; LOVATTO, P.A. Replacement of corn by low tannin sorghum in pig diets: digestibility and metabolism. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.767-772, 2007.
- MORALES, J.; BAUCCELLS, M. D.; PÉREZ, J. F.; MOUROT, J.; GASA, J. Body fat content, composition and distribution in Landrace and Iberian finishing pigs given *ad libitum* maize and acorn-sorghum-maize based diets. **Animal Science**, v.77, n.2, p.215-224, 2003.

MUSHANDU, J.; CHIMONYO, M.; DZAMA, K.; MAKUZA, S.M.; MHLANGA, F.N. Influence of sorghum inclusion level on performance of growing local Mukota, Large White and their F1 crossbred pigs in Zimbabwe. **Animal Feed Science and Technology**, v.122, n.3-4, p.321-329, 2005.

NYANNOR, E.K.D.; ADEDOKUN, S.A.; HAMAKER, B.R.; EJETA, G.; ADEOLA, O. Nutritional evaluation of high-digestible sorghum for pigs and broiler chicks. **Journal of Animal Science**, v.85, n.1, p.196-203, 2007.

O'KENNEDY, M.M.; GROOTBOOM, A.; SHEWRY, P.R. Harnessing sorghum and millet biotechnology for food and health. **Journal of Cereal Science**, v.44, n.3, p.224-235, 2006.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. Pearl millet or orghum diets with amino acids supplementation for finishing pigs. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p.58- 62, 2007.

PASCOAL, L.A.F.; MIRANDA, E.C.; LAMENHA, M.I.A.; WATANABE, P.H.; MIRANDA, C.C.; SILVA, L.P.G.; ARAÚJO, D.M. Inclusion of coconut meal in diets for growing pigs with or without enzymatic supplementation . **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.11, n.1, p.160-169, 2010.

PATRÍCIO, V.M.I.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N.; JOBIM, C.C.; COSTA, C. Nutritional evaluation of high moisture sorghum silage grain of high or low tannin contents for nursery piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1406-1415, 2006.

PÉREZ, A.; SAUCEDO, O.; IGLESIAS, J.; WENCOMO, H.B.; REYES, F.; OQUENDO, G.; MILIÁN, I. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Pastos y Forrajes**, v.33, n.26, p.1-26, 2010.

REIS, J.C. **Estatística aplicada à pesquisa em ciência veterinária**. Olinda-PE: J.C.R., 2003. 651p.

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. Digestibility of nutrients and performance of growing and finishing pigs fed diets based on corn or sorghum supplemented with enzymes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª. ed. Viçosa: UFV, 2005. v.1, 186p.

SHELTON, J.L.; MATTHEWS, J.O.; SOUTHERN, L.L.; HIGBIE, A.D.; BIDNER, T.D.; FERNANDEZ, J.M.; PONTIF, J.E. Effect of nonwaxy and waxy sorghum on growth, carcass traits, and glucose and insulin kinetics of growing-finishing barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.82, n.6, p.1699-1706, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**. Version 9.0. Cary: 2005.

SWINDLE, M.M.; SMITH, A.C.; LABER, K.L.; GOODRICH, J.A.; BINGEL, S.A. Biology and medicine of swine In: REUTER, J.D.; SUCKOW, M.A. (Eds.). **Laboratory animal**

medicine and management, 2003.

Disponível em: www.ivis.org,
document B2511.1103. Acesso em:
07/11/2003.

TABOSA, J.N.; FRANÇA, J.G.E.;
SANTOS, J.P.O.; MACIEL, G.A.;
LIRA, M.de.A.; ARAÚJO, M.R.A.de;
GUERRA, N.B. Test in sorghum lines
in the Semi-Arid region of Pernambuco
for human consumption. **Pesquisa
Agropecuária Brasileira**, v.28, n.12,
p.1385-1390, 1993.

TEIXEIRENSE, M.A.S. Sorgo. In:
CONAB (Companhia Nacional de
Abastecimento). **Estudos de
prospecção de mercado safra
2009/2010**, Brasília-DF, 2009 p.73-76.

Data de recebimento: 31/10/2013

Data de aprovação: 25/02/2014