

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**MILHETO EM DIETAS DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO
E TERMINAÇÃO**

Rodrigo Caetano de Abreu

CAMPO GRANDE, MS
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**MILHETO EM DIETAS DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO
E TERMINAÇÃO**

**Rodrigo Caetano de Abreu
Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer
Co-orientadora: Profa. Dra. Fabiana Villa Alves**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS 2013

A humildade é o primeiro degrau para a sabedoria

Tomás de Aquino

À minha família, meus pais José Pessoa de Abreu (in memoriam) e Josefa Caetano de Abreu e aos meus tios Luiz Jorge Bossay e Francisca de Abreu Bossay.

Pelo esforço que fizeram para me dar a oportunidade de realizar os meus estudos com dedicação. Pelo apoio, amparo e palavras de incentivo nos momentos em que precisei e, principalmente, pelo amor, carinho, respeito e paciência em todos esses anos.

Ao Prof. Dr. Charles Kiefer.

Por ter me oferecido a oportunidade de trabalhar com suínos e realizar esse estudo. Pela confiança e pela força de vontade transmitida.

A minha amada companheira de todos os momentos Viviane Bento da Silva pela cumplicidade de todos os meus erros e acertos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Mestrado em Ciência Animal, representado pelo Prof. Dr. Fernando de Almeida Borges, pelo apoio durante o curso.

Aos professores do Mestrado por compartilharem seus conhecimentos durante o exercício do ensino e pela disposição e atenção despendida sempre que os solicitei.

A Profa. Dr^a. Fabiana Villa Alves pela co-orientação e apoio em todos os momentos.

A Profa. Dr^a. Karina Márcia Ribeiro de Souza pela amizade, ensinamentos, apoio e colaboração na realização dos trabalhos.

Aos meus grandes amigos Danilo Alves Marçal e Bruna Ferreira de Oliveira, pela amizade, apoio nos trabalhos, pela seriedade, dedicação e alegria em todos os dias de convivência.

A aluna de pós-doutorado Liliane Maria Piano e a aluna de doutorado Viviane Oliveira por dividirem seus conhecimentos.

Ao amigo, mestre em ciência animal Alexandre Pereira pela força, muita força, no início do mestrado.

Aos Alunos Leandro Pereira, Caiki Fantini, Elaine Mariza Rosa, Lúcia dos Santos Lucas, Gabriela Puhl Rodrigues, Stephan Alexander, Jenifer Gonçalves, Talita Pereira, alunos de graduação (Zootecnia), que colaboraram imensamente na condução do experimento, momentos de aprendizagem e, principalmente de muita alegria, descontração e amizade.

A empresa sementes Adriana pelo incentivo à pesquisa e apoio financeiro do projeto.

A Dr^a. Roberta Gomes Coelho pelo auxílio na elaboração das análises laboratoriais.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente me acompanharam, ajudaram, deram força e proporcionaram a realização das minhas atividades. O meu muito obrigado!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites térmicos e hídricos do milho, milho e sorgo.....	12
Tabela 2. Comparativo dos ganhos na produtividade obtidos no melhoramento genético do milho a partir do cultivar comum.....	13
Tabela 3. Composição energética e aminoacídica de diferentes grãos.....	14
Tabela 4. Composição nutricional analisada do milho híbrido 8010 [®]	24
Tabela 5. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de crescimento (30 – 50 kg).....	25
Tabela 6. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de crescimento (50 – 70 kg).....	26
Tabela 7. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de terminação (70 – 100 kg).....	27
Tabela 8. Desempenho de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de milho nas fases de crescimento e terminação.....	30
Tabela 9. Características de carcaça de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de milho nas fases de crescimento e terminação.....	32
Tabela 10. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos alimentados com milho.....	40
Tabela 11. Teores de lipídios totais na carne e gordura de suínos alimentados com milho.....	43
Tabela 12. Concentração de lipídeos na gordura (mg de ácido graxo/100g de gordura) de suínos alimentados com milho.....	43
Tabela 13. Concentração de lipídeos e colesterol (mg de ácido graxo/100g de carne) na carne de suínos alimentados com milho.....	44
Tabela 14. Índice aterogênico (IA) e trombogênico (IT) da carne e gordura de suínos alimentados com dietas contendo milho.....	45

Resumo

ABREU, R.C. Milheto em dietas de suínos em crescimento e terminação. 2013. 48f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2013.

O objetivo do estudo foi avaliar a substituição do milho por híbrido de milheto nas dietas de suínos em crescimento e terminação sobre o desempenho e características quantitativas de carcaça e perfil lipídico na carne e gordura. Foram utilizados 48 animais, machos castrados, geneticamente similares, com peso inicial de 30 kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro níveis de inclusão de milheto na dieta (0; 25; 50 e 75%), seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais. Foram analisados os parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), as características de carcaça (peso da carcaça no frigorífico, peso da carcaça quente, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, percentual de carne magra e quantidade de carne magra), perfil lipídico da gordura e da carne e o colesterol. Os níveis de inclusão de milheto não influenciaram ($P>0,05$) os parâmetros de desempenho e as características de carcaça dos suínos. O aumento do nível de milheto na dieta dos suínos reduziu ($P<0,05$) a concentração dos ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1), heptadecanoico (17:0) e aumentou ($P<0,05$) a concentração do ácido linoleico (C18:2 9c12c) na gordura subcutânea. O híbrido de milheto pode ser incluído em nível de até 75% nas dietas de suínos em crescimento e terminação. O nível de inclusão de 50,82% de milheto na dieta possibilita máxima deposição do ácido linolênico (C18:3) na gordura.

Palavras-chave: alimento energético, carcaça, desempenho, híbrido ADR 8010®, nutrição.

Abstract

ABREU, R.C. Millet in diets for growing-finishing pigs. 2013. 48f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2013.

The aim of this study was to evaluate the replacement of corn by hybrid of millet in the diets of growing and finishing pigs on performance, carcass quantitative characteristics and lipid profile in meat and fat. 48 animals were used, males castrated, similar genetic, with initial weight around 30 kg. The animals were distributed on design experimental of blocks randomize, with four levels of inclusion of millet in the diet (0; 25; 50 and 75%), six replicate of two animals each. Were analyzed the parameters of performance (feed intake, weight gain and feed conversion), carcass traits (weight and height of carcass, back fat thickness, depth of muscle, percentage and amount of lean meat), the lipid profiles of fat and meat and the amount of cholesterol. The level of inclusion of millet do not influence ($P>0.05$) the parameters of performance and characteristics of carcass of pigs. The increased level of millet in the diet of pigs reduced ($p<0.05$) the concentration of myristic acid (C14:0), palmitic (C16:0), palmitoleic (C16:1), heptadecanoic (17:0) and increased ($P>0.05$) the concentration of linoleic acid (C18:2 9c12c) in subcutaneous fat. Levels of millet did not change the fatty acid profile and cholesterol content in pork. The millet can be included within 75% on diets of pigs in growth and finishing. The inclusion level of 50.82% of millet in the diet allowed maximum deposition of linolenic acid (C18:3) in fat.

Keywords: carcass, energetic food, hybrid ADR 8010®, nutrition, performance.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1 O milheto.....	11
2 Cultivares de milheto.....	13
3 Composição nutricional do milheto.....	14
4 Milheto e desempenho animal.....	15
5 Dieta e composição de ácidos graxos da carne suína.....	16
REFERÊNCIAS.....	17
Substituição do milho por milheto nas dietas de suínos em crescimento e terminação.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e Métodos.....	23
Resultados e Discussão.....	28
Conclusões.....	32
Literatura citada.....	32
Milheto na dieta de suínos sobre o perfil lipídico da carne e da gordura.....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	42
Conclusões.....	46
Literatura citada.....	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48

INTRODUÇÃO

A procura por alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja representa uma das maiores preocupações dos suinocultores em períodos de crise no setor. No entanto, a baixa disponibilidade desses alimentos e o pouco conhecimento dos seus reais potenciais produtivos entravam sua produção e comercialização.

Diversas pesquisas têm demonstrado que o milho pode ser substituído parcial (MARQUES et al., 2007; PARRA et al., 2008) e, em alguns casos, totalmente (FURLAN et al., 1998; BASTOS et al., 2002; BASTOS et al., 2005; KIEFER & QUADROS, 2006) nas dietas de suínos em crescimento e terminação. Dentre os substitutos do milho, tem-se o milheto, gramínea anual cujos grãos constituem importante fonte de proteínas e energia em dietas de suínos.

O milheto é um cereal originário do continente africano, adaptado a condições climáticas desfavoráveis ao milho e a soja. Sua introdução no continente americano deu-se por volta de 1875 (MARTIN et al., 1976). A introdução do milheto no Brasil ocorreu em 1929, como espécie forrageira (ARAÚJO, 1972). A partir daí houve aumento considerável da área plantada, uma vez que esta cultura tornou-se muito importante para a produção de palhada no sistema de plantio direto no Cerrado.

Embora seu uso na alimentação animal no Brasil ainda seja pequeno devido a aspectos relacionados à estabilidade na oferta de grãos, o milheto apresenta boa qualidade nutricional, o que demonstra seu grande potencial de uso. Quanto à sua utilização na alimentação humana, apesar de ser largamente utilizado em países da África e na Índia, ainda é muito pouco utilizado no Brasil.

O milheto tem potencial para ser cultivado como cultura de entressafra (safrinha) também pode ser uma alternativa de cultivo de safra, principalmente em regiões ou anos nos quais tem-se baixa disponibilidade de água para o plantio do milho (LAWRENCE et al., 1995).

Nesse contexto, propôs-se realizar esse trabalho com o objetivo de avaliar o desempenho dos suínos, as características de carcaça e o perfil lipídico da carne e gordura de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de milheto híbrido.

1 O milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma gramínea anual de verão e tem como características morfológicas o porte ereto, perfilhos de 1,5 a 3 metros de altura, panículas de 15 a 45 cm de comprimento e 1,0 a 5,0 cm de diâmetro (PADOVAN et al., 2011).

As panículas são similares em tamanho e forma, sendo rígida e compacta, cilíndrica, cônica ou de forma espiralada com sementes e/ou as glumas de coloração cinza, marrom, púrpura, marrom amarelado ou cinza clara (EMBRAPA, 2003).

As exigências térmicas e hídricas ideais para a planta de milheto são de temperaturas médias de 19 a 25°C, no entanto temperaturas de 34°C não afetam negativamente sua produtividade (Tabela 1). O milheto necessita de um mínimo de 30 mm de água para germinação, podendo ser, desta forma, uma boa opção como planta de cobertura de outono-inverno, embora a época recomendada para o plantio do milheto seja mesmo o verão (EMBRAPA, 2003). O nível ótimo de pluviosidade para esta cultura é de 700 mm por ano, porém, em áreas cuja precipitação pluviométrica é de 350 mm anuais, desenvolve relativamente bem (GOMES et al., 2008).

Tabela 1. Limites térmicos e hídricos do milheto, milho e sorgo.

	Milheto	Milho	Sorgo
Temperatura máxima (°C)	34,0	30,0	38,0
Temperatura mínima (°C)	19,0	15,5	16,0
Água (mm)	700-350	800-500	600-380

Fonte: EMBRAPA, (2003).

O milheto vem sendo utilizado no Brasil com diferentes finalidades: como planta forrageira para cobertura do solo, principalmente no sistema de plantio direto, como pastoreio para o gado e como produtora de grãos para fabricação de ração. O sistema de plantio direto contribuiu com o aumento da expansão da cultura nas regiões do Cerrado, onde a gramínea se desenvolve bem em situações adversas de clima e solo.

A utilização do milheto como cobertura do solo se deve a elevada produtividade de massa e ao seu sistema radicular bem desenvolvido. Segundo Alvarenga et al. (2001) o milheto fornece palhada mais duradoura na superfície do solo e, com seu sistema radicular mais desenvolvido, pode alcançar mais de 2,0 m, absorvendo nutrientes em maiores profundidades, extraíndo e reciclando nutrientes não absorvidos pelas culturas anuais, que têm raízes menos profundas.

2 Cultivares de milho

Existem diversas cultivares de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) e cada uma com diferenças fenotípicas que podem favorecer ou não sua utilização como planta forrageira ou na nutrição animal (Tabela 2). Apesar da diversidade existente, poucos são os cultivares de milho testados disponíveis para produção de grãos, forragem e adaptados aos diversos sistemas de produção em uso (EMBRAPA, 2003).

Tabela 2. Comparativo dos ganhos na produtividade obtidos no melhoramento genético do milho a partir do cultivar comum.

Genótipo	kg/há	Sacas/hectare	% em relação ao comum
Comum	759	13	100
ADR-300®	1862	31	245
ADR-500®	2070	35	273
ADR-7010®	2545	42	335
ADR-7020®	3142	52	414
ADR-8010®	3108	52	409

Fonte: Adaptado de <http://www.sementesadriana.com.br> (2012).

Pesquisando dois cultivares de origem africana (Guerguera e HKP) e duas de origem brasileira (BN-2 e IAPAR), Geraldo et al. (2000) encontraram resultados significativos para a produção de grãos por hectare, onde as cultivares africanas produziram, em média, 34% mais grãos que as brasileiras. Por outro lado, Geraldo et al. (2002) pesquisando a fenologia e produtividade de duas cultivares brasileiras de milho-pérola, BN 2 e BRS 1501, comparadas com três cultivares africanas, Souna III, Guerguera e HKP na época da seca não encontraram diferença significativa entre as cultivares nacionais e as africanas. Os autores ressaltam ainda que a recém-lançada cultivar brasileira BRS 1501, no plantio da seca e sem adubação, apresentou o mesmo potencial produtivo de biomassa e de grãos que os genótipos africanos.

O milho apresenta grande amplitude de variabilidade genética no germoplasma já coletado e apesar de os cultivos de milho no Brasil voltarem-se principalmente para a produção de palhada, a introdução de genótipos selecionados para produção de grãos poderia propiciar uma renda adicional ao produtor (GERALDO et al., 2000). Para tanto, é necessário a realização de pesquisas que comprovem a eficiência dos cultivares existentes no mercado nacional.

3 Composição nutricional do milheto

O milheto possui alto valor nutricional e se compara em valores nutritivos ao milho, ao trigo, à cevada e ao arroz. O milheto possui, em média, 12% de proteína, com variações de 8,8% a 20,9% (BURTON et al., 1972). Da mesma forma, o teor de aminoácidos do milheto é superior ao sorgo e ao milho e comparável a outros pequenos grãos, como a cevada e o arroz (EJETA et al., 1987).

Segundo Adeola & Orban (1995), o milheto possui maior quantidade de lisina, principal aminoácido limitante na nutrição de suínos. A metionina e treonina, segundo e o terceiro aminoácidos limitantes, também são mais elevados no milheto que no milho (Tabela 3).

Tabela 3. Composição energética e aminoacídica¹ de diferentes grãos.

	Milheto	Milho	Sorgo	Trigo
Energia Metabolizável, kcal/kg	2940	3340	3315	3260
Energia Líquida, kcal/kg	2313	2648	2610	2505
PB, %	12,71	7,88	8,97	11,7
Lisina, %	0,36	0,23	0,20	0,35
Metionina, %	0,26	0,16	0,15	0,20
Treonina, %	0,48	0,32	0,29	0,37
Triptofano, %	0,15	0,06	0,01	0,15

Fonte: Rostagno et al. (2011). ¹aminoácidos totais.

O teor de extrato etéreo do milheto, segundo Lawrence et al. (1995), é duas vezes maior que do milho, o que poderia explicar a sua maior energia bruta. Adeola & Orban (1995), obtiveram, para o milho, energia bruta de 3.788 kcal/kg e de 4.132 e 4.307 kcal/kg, para as duas variedades de milheto.

A composição química do milheto pode apresentar grande variação. O teor de proteína bruta, por exemplo, oscilou de 8,8 a 20,9% em 180 amostras testadas (BURTON et al., 1972). As diferenças encontradas por Burton et al., (1972) podem ser segundo Andrews & Kumar (1992), decorrentes das variações no manejo, nas condições climáticas e nas diferenças entre variedades.

Pesquisando a composição química de três diferentes milhetos (cultivar COMUM, variedade BN2 e a linhagem IAPAR IA98301), Bastos et al. (2005) observaram que os milhetos apresentaram teores de proteína bruta, em média, 47% superiores ao milho e a menor diferença observada foi com o milheto IAPAR Normal, de 38,4%. Os níveis nutricionais do milheto são superiores ao milho e ao sorgo para os aminoácidos essenciais lisina, metionina e treonina que são os principais limitantes na criação de suínos. Entretanto o milheto possui

menor quantidade de energia digestível, sendo necessário adicionar óleos e gorduras para balancear a dieta.

O valor energético é o principal limitante na inclusão de milheto em rações de suínos, pois, embora a energia bruta do milheto seja superior à do milho, a concentração de energia digestível para suínos é cerca de 15% inferior (BASTOS et al., 2005). Lawrence et al. (1995) obtiveram valores de 3.170 e 2.900 kcal/kg de energia digestível, para o milho e milheto, respectivamente, atribuídos à maior quantidade de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido do milheto, o que pode provocar diminuição no aproveitamento da energia bruta.

4 Milheto e desempenho animal

O milheto possui diversas vantagens em comparação ao milho e ao sorgo quando utilizado em rações para suínos: altos teores de proteína e aminoácidos, ausência de compostos tóxicos, baixos níveis de aflatoxinas e menor custo de produção (ANDREWS & KUMAR, 1992; MURAKAMI et al., 2009).

O milheto pode substituir o milho na alimentação de suínos em até 60%. Bastos et al. (2002) pesquisando o efeito da inclusão de diferentes níveis de milheto (0, 15, 30, 45 e 60%) na alimentação de suínos em crescimento e terminação, não encontraram diferença no desempenho dos animais.

Avaliando a utilização do milheto na alimentação de suínos na fase inicial (15 aos 30 kg de peso), Bastos et al. (2004) não encontraram efeito significativo sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Nesse trabalho, os pesquisadores utilizaram dietas com até 60% de inclusão do milheto.

Em trabalho com suínos na fase de crescimento, Pinheiro et al. (2003) avaliaram o desempenho e determinaram a digestibilidade da proteína e os valores energéticos do milheto. Esses autores observaram que a substituição total do milho pelo milheto na dieta proporciona o mesmo desempenho dos suínos e que o milheto possui 36,6% mais proteína bruta (11,60 vs 8,49), 62,96% mais extrato etéreo (5,41 vs 3,32) e 8,17% menos energia metabolizável (3.166 vs 3.448) em comparação ao milho.

Avaliando diferentes tipos de milheto (variedades: IAPAR, COMUM, BN2 e BN2S) na alimentação de suínos em crescimento (30 a 55 kg) e terminação (55 a 90 kg), Moreira et al. (2007), também não encontraram efeito significativo sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar nas fases avaliadas, indicando que os tipos de milheto testados podem ser utilizados até o nível de 60% nas dietas para suínos.

5 Dieta e composição de ácidos graxos da carne suína

A carne suína é um alimento considerado rico em lipídios, colesterol e ácidos graxos saturados, e com isto seu consumo está associado à crença de alimento que pode trazer riscos potenciais a saúde humana. Estudos relatam que além da dieta, outros fatores como o sedentarismo e o tabagismo são importantes para o aparecimento de doença cardíaca coronariana (DCC) sendo o fator genético um dos mais importantes (RIQUE et al., 2002).

Estudos mostram que a ingestão de lipídios é fundamental para o correto desenvolvimento e crescimento corporal principalmente em crianças (LAURINDO et al., 1992), no entanto é grande a disseminação de resultados que apenas relacionam o aparecimento de doenças cardiovascular (DCV) com o consumo exagerado de energia. Além do consumo exagerado de energia na dieta outros fatores são relacionados ao aparecimento de DCV (LIMA et al., 2000).

A avaliação de um alimento ou dieta é importante visto que nem todos os lipídios têm o mesmo potencial no aparecimento de DCV. Os ácidos graxos saturados são promotores do desenvolvimento de DCV, em contra partida, os ácidos graxos insaturados (linoléico e linolênico), ácidos graxos monoinsaturados, fibra dietética e antioxidantes tem ação preventiva contra DCV (NORUM, 1992). Dietas ricas em ácido esteárico (C 18:0) não elevam o colesterol sérico (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991), ácidos graxos de cadeia curta (abaixo de 10 carbonos) também não aumentam o colesterol no sangue, no entanto os ácidos graxos láurico (C 12:0), mirístico (C 14:0) e palmítico (C 16:0) podem provocar mudanças degenerativas nas paredes arteriais (HORNSTRA & LUSSENBERG, 1975).

Os efeitos dos lipídios na nutrição humana são bem documentados na literatura atual, no entanto os efeitos dos lipídios sobre a composição da carne de suínos ainda necessita de maiores esclarecimentos, pois os trabalhos existentes se propuseram apenas em realizar uma caracterização da carne comercializada e não o efeito da alimentação sobre o perfil lipídico.

É sabido que a composição nutricional da dieta pode diferenciar a composição da carcaça de suínos e aves (LUDKE et al., 1999) da mesma forma a composição em ácidos graxos da dieta pode melhorar a capacidade cardiovascular de humanos. Os valores encontrados na carne suína são semelhantes à de aves e a bovina para o colesterol e lipídeos (VALLE et al., 2000), no entanto, existe demanda por trabalhos que descrevam os efeitos das dietas e seus componentes na composição da carcaça de suínos.

Neste sentido propôs se realizar um estudo avaliando a substituição do milho por híbrido de milheto nas dietas de suínos em crescimento e terminação. Os resultados obtidos no presente foram abordados nos artigos intitulados de: "**Substituição do milho por milheto nas dietas de**

suínos em crescimento e terminação" e "Milheto na dieta de suínos sobre o perfil lipídico da carne e da gordura" redigidos conforme as normas editoriais da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira e adaptações as normas de elaboração de dissertações do programa de Pós Graduação em Ciência Animal da UFMS.

REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.; ORBAN, J.I. Chemical composition and nutrient digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) fed to growing pigs. **Journal of Cereal Science**, v.22, p.177-184, 1995.
- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.
- ANDREWS, D.J.; KUMAR, K.A. Pearl millet for food, feed, and forage. In: PARKS, D.L., (ed.) **Advances in Agronomy**, San Diego: Academic Press, v.48, p.90-139, 1992.
- ARAÚJO, A.A. Forragens de verão e outono. In: **Forrageiras para ceifa, capineiras, pastagens, fenação e ensilagem**, 2.ed. Porto Alegre: Sulina. Cap.6, p.79-136, 1972.
- BASTOS, A.O.; FILHO, L.C.L.; PASSIPIERI, M.; BASTOS, J.F.P. Diferentes níveis de grão de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) na alimentação de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1753-1760, 2002.
- BASTOS, A.O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; FRAGA, A.L.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, E. Composição química, digestibilidade dos nutrientes e da energia de diferentes milhetos (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) em suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.520-528, 2005.
- BASTOS, A. O.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E.; OLIVEIRA, G.C.; PAIANO, D.; KUTSCHENKO, M.; Utilização do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) grão na alimentação de suínos na fase inicial (15-30kg de Peso vivo). **Ciencia Rural**, v. 34, p.1915-1919, 2004.
- BURTON, G.W.; WALLACE, A.T.; RACHIE, K.O. Chemical composition and nutritive value of pearl millet (*Pennisetum typhoyde*) grain. **Crop Science**, v.12, p.187, 1972.
- EJETA, G.; HANSEN, M.M.; MERTZ, E.T. In vitro digestibility and amino acid composition of pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and others cereals. **Proceedings of National Academy of USA**, v.84, p.6016-6019, 1987.
- EMBRAPA. Manejo da Cultura do Milheto. **Circular Técnica**, 29, p.65, 2003.
- FURLAN, A.C.; ANDREOTTI, M.O.; MURAKAMI, A.E. SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; FRAIHA, M.; CAVALIERI, F.L.B. Valor energético de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1147-1150, 1998.

- GERALDO, J.; OLIVEIRA, L.D.; PEREIRA, M.B.; PIMENTEL, C. Fenologia e produção de massa seca e de grãos em cultivares de milheto-pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p. 1263-1268, 2002.
- GERALDO, J.; ROSSIELLO, R.O.P.; ARAÚJO, A.P.; PIMENTEL, C. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milheto pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1367-1376, 2000.
- GOMES, P.C.; RODRIGUES, M.P.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, M.F.M.; MELLO, H.H.C.; BRUMANO, G. Determinação da composição química e energética do milheto e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1617-1621, 2008.
- HORNSTRA, G.; LUSSENBERG, R.N. Relationship between the type of dietary fatty acid and the arterial thrombus tendency in rats. **Atherosclerosis**, v.22, p.499-516, 1975.
- KIEFER, C.; QUADROS, A.R.B. Avaliação técnico-econômica da substituição do milho pela quirera de arroz em dietas de suínos. **Revista Ceres**, v.53, p.31-37, 2006.
- LAURINDO, V.M.; CALIL, T.; LEONE, C.R.; RAMOS, J.L.A. Composição nutricional do colostro de mães de recém-nascidos de termo adequados e pequenos para a idade gestacional. II - Composição nutricional do leite humano nos diversos estágios da lactação. Vantagens em relação ao leite de vaca. IN-**VIII Congresso Brasileiro de Infectologia Pediátrica**, 23 a 27 de maio, 1992.
- LAWRENCE, B.V.; ADEOLA, O.; ROGLER, J.C. Nutrient digestibility and growth performance of pigs fed pearl millet as replacement for corn. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2026-2032, 1995.
- LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C.; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.13, p.73-80, 2000.
- LUDKE, M.C.M.M.; LOPES, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. **Ciência Rural**, v.29, p.181-187, 1999.
- MARQUES, B.M.F.P.P.; ROSA, G.B.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A.d'A.; LOVATTO, P.A. Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.767-772, 2007.
- MARTIN, J.H.; LEONARD, W.H.; STAMP, P.L. Principles of field crop production. 3.ed. New York: **McMillan**, p.615-617, 1976.
- MOREIRA, I.; BASTOS, A.O.; SCAPINELO, C.; FRAGA, A.L.; KUTSCHENKO, M. Diferentes tipos de milheto utilizados na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, v 37, p.495-501, 2007.
- MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G.; MASSUDA, E.M.; ALVES, F.V.; GUERRA, R.H.; GARCIA, A.F.Q. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com

- diferentes níveis de milheto em substituição ao milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.31-37, 2009.
- NORUM, K.R. Dietary fat and blood lipids. **Nutrition Reviews**, v. 50, n. 4, p. 30-37, 1992.
- PADOVAN, M.P.; MOTTA, I.S.; CARNEIRO, L.F.; MOITINHO, M.R. Estádio mais Adequado de Manejo do Milheto para Fins de Adubação Verde. **Comunicado Técnico-Embrapa**, Dezembro, 2011.
- PARRA, A.R.P.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; PAIANO, D.; SCHERER, C.; CARVALHO, P.L.O. Utilização da casca de café na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.433-442, 2008.
- PINHEIRO, M. S. M.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; SILVA, H. O. Milheto moído em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento e terminação: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.99-109, 2003.
- RIQUE, A.B.R.; SOARES, E.A.; MEIRELLES, C.M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, p.244-254, 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.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**, 3.Ed. Viçosa: UFV, 2011.
- ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, v.338, p.985–992, 1991
- VALLE, E.R. Mitos e realidades sobre o consumo de carne bovina. **Embrapa Gado de Corte**, 33p, 2000.

Substituição do milho por milheto nas dietas de suínos em crescimento e terminação

Resumo – Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar a substituição do milho por novo híbrido de milheto em dietas de suínos em crescimento e terminação sobre o desempenho e características quantitativas de carcaça. Foram utilizados 48 animais, machos castrados, geneticamente similares, com peso inicial de $29,99 \pm 2,94$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro níveis de inclusão de milheto na dieta (0; 25; 50 e 75%), seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais. Foram analisados os parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) e as características de carcaça (peso e comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, percentual e quantidade de carne magra). Os níveis de milheto não influenciaram ($P>0,05$) os parâmetros de desempenho e características de carcaça dos suínos. O milheto ADR 8010® pode substituir o milho em até 75% nas dietas de suínos em crescimento e terminação sem prejudicar o desempenho e características de carcaça dos animais.

Termos para indexação: alimento energético, carcaça, desempenho, híbrido ADR 8010®, nutrição.

Replacement of corn by millet in diets of growing and finishing pigs

Abstract - The aim of this study was to evaluate the replacement of corn by a new cultivate of millet in the diets of pigs in growing and finishing on performance and carcass quantitative characteristics. Were used 48 animals, males castrated, similar genetic, with initial weight around 29.99 ± 2.94 kg. The animals were distributed on design experimental of blocks randomize, with four levels of inclusion of millet in the diet (0; 25; 50 and 75%), six replicate of two animals each. Were analyzed the parameters of performance (feed intake, weight gain and feed conversion) and carcass traits (weight and height of carcass, back fat thickness, depth of muscle, percentage and amount of lean meat). The level of inclusion of millet do not influence ($P>0.05$) the parameters of performance and characteristics of carcass of pigs. The millet ADRR 8010® can replace the corn up to 75% on diets of pigs in growth and finishing without impacting performance and carcass characteristics of animals

Index terms: carcass, energetic food, hybrid ADR 8010®, nutrition, performance.

Introdução

A suinocultura representa a terceira maior atividade em produção de carne no Brasil (IBGE, 2011) e a necessidade de reduzir custos com a alimentação dos animais é uma constante para produtores e pesquisadores da área. No Brasil apesar das elevadas produções de soja e milho, que são os principais insumos usados na nutrição dos suínos, os produtores ainda sofrem com períodos de instabilidade econômica.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja e o terceiro de milho e de acordo com dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2012), a produção destes atingiram 56,3 e 72,7 milhões de toneladas de milho e soja, respectivamente. O fato das *commodities* terem seus preços regulados de acordo com o mercado internacional implica em maiores oscilações na margem de lucro dos produtores de suínos que utilizam esses grãos.

Todavia, diversas pesquisas têm demonstrado que o milho pode ser substituído parcial (Marques *et al.*, 2007; Parra *et al.*, 2008) e em alguns casos totalmente (Bastos *et al.*, 2002; Bastos *et al.*, 2005; Kiefer & Quadros, 2006) nas dietas de suínos em crescimento e terminação. Dentre os substitutos do milho está o milheto, gramínea anual cujos grãos constituem importante fonte de proteínas e energia em dietas de suínos. O milheto tem potencial para ser cultivado como cultura de entressafra (safrinha) e também pode ser uma alternativa de cultivo de grãos durante o ano quando os padrões de temperatura e chuvas estiverem abaixo do necessário para o plantio do milho de tal forma que os rendimentos seriam negativamente afetados pela seca de verão ou uma estação de crescimento curta (Lawrence *et al.*, 1995).

Ingredientes alternativos como o milheto podem contribuir para redução dos custos em momentos de alta no preço do milho, no entanto novas cultivares vem sendo desenvolvidas e devem ser testadas a fim de selecionar o melhor híbrido desta espécie utilizada nas dietas de suínos. Avaliando o desempenho e a viabilidade econômica da substituição do milho pelo

milheto em dietas de frangos de corte, Murakami *et al.* (2009) observaram que a de milheto nas dietas resultou em redução de até R\$ 0,30 no custo do kg de frango produzido, aumentando assim a rentabilidade da criação.

As vantagens do milheto são o maior teor protéico, maior digestibilidade dos aminoácidos além de ausência de tanino e micotoxinas, sendo que a única desvantagem do milheto está relacionada ao seu reduzido valor energético quando comparado ao milho (Lawrence *et al.*, 1995).

Estudos avaliando a substituição de 60% do milho pelo milheto (Bastos *et al.*, 2002; Bastos *et al.*, 2004; Moreira *et al.*, 2007) consideraram essa substituição viável. Nesse sentido, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar a substituição do milho por milheto híbrido nas dietas de suínos em crescimento e terminação sobre o desempenho e as características quantitativas de carcaça.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos/MS, nos meses de abril a junho de 2011. Foram utilizados 48 animais, machos castrados, geneticamente similares, com peso inicial de $29,99 \pm 2,94$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro níveis de inclusão do milheto (0, 25, 50 e 75%), seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais.

O milheto utilizado para a elaboração das dietas experimentais foi o híbrido ADR 8010® da empresa Sementes Adriana. A determinação da composição nutricional para proteína e aminoácidos totais do milheto foi realizada no laboratório da Evonik Animal Nutrition Services (Tabela 4). A partir dos valores totais analisados e dos coeficientes de digestibilidade descritos

por Rostagno *et al.* (2011) foram determinados os níveis de aminoácidos digestíveis do milho.

Tabela 4. Composição nutricional analisada do milho híbrido 8010[®].

Nutriente	Total (%) ¹	Coefficiente de digestibilidade (%) ²	Aminoácido Digestível (%)
Proteína bruta	11,9	-	-
Lisina	0,35	81,9	0,29
Treonina	0,46	80,3	0,37
Metionina + Cistina	0,50	91,3	0,46
Valina	0,63	88,0	0,55
Arginina	0,53	94,8	0,50
Histidina	0,28	94,6	0,26
Triptofano	0,13	85,7	0,11
Leucina	1,20	89,8	1,08
Isoleucina	0,49	87,3	0,43
Fenilalanina	0,60	90,0	0,54

¹Laboratório Evonik Animal Nutrition Services; ² Rostagno *et al.* (2011).

As dietas experimentais foram isonutritivas, formuladas à base de milho, milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas e minerais, de modo a atender as exigências nutricionais estabelecidas por Rostagno *et al.* (2011) para suínos dos 30 aos 50 kg (Tabela 5), dos 50 aos 70 kg (Tabela 6) e dos 70 aos 100 kg (Tabela 7). A ração foi fornecida *ad libitum* aos animais durante todo o período experimental.

Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente às 8:00 e 16:00 horas, por meio de um conjunto de termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Os valores registrados foram, posteriormente, convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

Tabela 5. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de crescimento (30 – 50 kg).

Ingredientes (%)	% de milho			
	0	25	50	75
Milho	75,47	53,61	29,63	5,64
Milheto	0,00	25,00	50,00	75,00
Farelo de soja, 45%	20,04	16,83	14,00	11,17
Óleo de soja	0,00	1,19	2,79	4,52
Caulim	1,12	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	1,18	1,19	1,22	1,24
Calcário calcítico	0,72	0,73	0,73	0,73
Mistura mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Mistura vitamínica ²	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,41	0,41	0,42	0,43
L-Lisina HCl	0,37	0,44	0,50	0,56
DL-Metionina	0,09	0,09	0,08	0,07
L-Treonina	0,11	0,12	0,14	0,15
L-Triptofano	0,01	0,01	0,01	0,01
Bacitracina de Zinco	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>TOTAL</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>
Composição nutricional				
Proteína bruta (%)	15,81	15,60	15,30	15,14
EL (kcal/kg)	2.400	2.400	2.400	2.400
Lisina digestível, (%)	0,943	0,943	0,943	0,943
Met+Cist digestível, (%)	0,556	0,556	0,556	0,556
Treonina digestível, (%)	0,613	0,613	0,613	0,613
Triptofano digestível, (%)	0,170	0,170	0,170	0,170
Valina digestível, (%)	0,651	0,651	0,651	0,651
Cálcio (%)	0,635	0,635	0,635	0,635
Fósforo disponível, (%)	0,314	0,314	0,314	0,314
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180

¹Conteúdo por quilograma de ração: cobre-0,03g; ferro-0,1; iodo-1,9; manganês-0,07; zinco-0,16.

²Conteúdo por quilograma de ração: colina-0,4872g; niacina-30; vit. B12-25mcg; vit.B2-5mg; vit.k3- 5mg; selênio-0,3mg; vit.B6-3mg; ácido fólico-1,5mg; vit.A-10.000UI; vit.D3-2000UI; ácido pantotênico-10,816mg; vit.B1-2mg, biotina-0,3mg, vit.E- 50UI.

Tabela 6. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de crescimento (50 – 70 kg).

Ingredientes (%)	% de milho			
	0	25	50	75
Milho	77,35	57,21	33,21	9,21
Milho	0,00	25,00	50,00	75,00
Farelo de soja, 45%	17,58	14,04	11,21	8,39
Óleo de soja	0,00	0,52	2,25	3,98
Caulim	1,95	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	0,95	0,96	0,99	1,01
Calcário calcítico	0,66	0,67	0,67	0,68
Mistura mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Mistura vitamínica ²	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,38	0,39	0,39	0,40
L-Lisina HCl	0,38	0,46	0,52	0,57
DL-Metionina	0,09	0,07	0,07	0,06
L-Treonina	0,11	0,12	0,14	0,15
L-Triptofano	0,02	0,02	0,01	0,01
Bacitracina de Zinco	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>TOTAL</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>
Composição nutricional				
Proteína bruta (%)	14,86	14,65	14,42	14,20
EL (kcal/kg)	2.400	2.400	2.400	2.400
Lisina digestível, (%)	0,891	0,891	0,891	0,891
Met+Cist digestível, (%)	0,526	0,526	0,526	0,526
Treonina digestível, (%)	0,579	0,579	0,579	0,579
Triptofano digestível, (%)	0,160	0,160	0,160	0,160
Valina digestível, (%)	0,610	0,610	0,610	0,610
Cálcio (%)	0,552	0,552	0,552	0,552
Fósforo disponível, (%)	0,269	0,269	0,269	0,269
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170

¹Conteúdo por quilograma de ração: cobre-0,03g; ferro-0,1; iodo-1,9; manganês-0,07; zinco-0,16.

²Conteúdo por quilograma de ração: colina-0,4872g; niacina-30; vit. B12-25mcg; vit.B2-5mg; vit.k3- 5mg; selênio-0,3mg; vit.B6-3mg; ácido fólico-1,5mg; vit.A-10.000UI; vit.D3-2000UI; ácido pantotênico-10,816mg; vit.B1-2mg, biotina-0,3mg, vit.E- 50UI.

Tabela 7. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em fase de terminação (70 – 100 kg).

Ingredientes (%)	% de milho			
	0	25	50	75
Milho	77,84	57,91	33,18	8,46
Milheto	0,00	25,00	50,00	75,00
Farelo de soja, 45%	16,88	13,85	11,72	9,59
Óleo de soja	0,00	0,33	2,12	3,92
Caulim	2,42	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	0,85	0,86	0,88	0,90
Calcário calcítico	0,62	0,63	0,64	0,64
Mistura mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Mistura vitamínica ²	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,36	0,36	0,37	0,38
L-Lisina HCl	0,32	0,38	0,42	0,46
DL-Metionina	0,06	0,04	0,03	0,02
L-Treonina	0,09	0,10	0,11	0,11
L-Triptofano	0,01	0,00	0,00	0,00
Bacitracina de Zinco	0,04	0,04	0,04	0,04
<i>TOTAL</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>
Composição nutricional				
Proteína bruta (%) ³	14,50	14,50	14,50	14,50
EL (kcal/kg)	2.400	2.400	2.400	2.400
Lisina digestível, (%)	0,829	0,829	0,829	0,829
Met+Cist digestível, (%)	0,497	0,497	0,497	0,497
Treonina digestível, (%)	0,555	0,555	0,556	0,555
Triptofano digestível, (%)	0,149	0,149	0,150	0,155
Valina digestível, (%)	0,598	0,598	0,598	0,598
Cálcio (%)	0,512	0,512	0,512	0,512
Fósforo disponível, (%)	0,250	0,250	0,250	0,250
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160

¹Conteúdo por quilograma de ração: cobre-0,03g; ferro-0,1; iodo-1,9; manganês-0,07; zinco-0,16.²Conteúdo por quilograma de ração: colina-0,4872g; niacina-30; vit. B12-25mcg; vit.B2-5mg; vit.k3- 5mg; selênio-0,3mg; vit.B6-3mg; ácido fólico-1,5mg; vit.A-10.000UI; vit.D3-2000UI; ácido pantotênico-10,816mg; vit.B1-2mg, biotina-0,3mg, vit.E- 50UI.

Foram coletados diariamente os resíduos de ração do chão e somados às sobras do comedouro ao final do período experimental para determinar o consumo de ração diário. Foram realizadas quatro pesagens por ocasião do início de cada fase e ao final do experimento para obtenção de dados relativos ao ganho de peso e a conversão alimentar. Ao término do experimento os animais permaneceram em jejum de sólidos por 8 horas. Após o jejum, os animais foram pesados e transportados para o frigorífico, onde foram novamente pesados para determinar o peso no frigorífico e o rendimento de carcaça. Os animais foram abatidos seguindo-se as normas de manejo e procedimentos de abate vigentes no Brasil.

Ao final da linha de abate, as carcaças foram pesadas e divididas em duas metades por um corte longitudinal na linha dorso-lombar, que corresponde à coluna vertebral. Foram mensurados os comprimentos de carcaça, medindo-se da borda cranial da primeira costela até a borda cranial da sínfise pubiana, com auxílio de fita métrica. Foram realizados cortes na metade esquerda de todas as carcaças para a exposição do músculo *Longissimus dorsi* e do toucinho para a determinação da profundidade do músculo e da espessura de toucinho, com o auxílio de um paquímetro digital.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado através da equação proposta por Bridi & Silva (2007): rendimento de carne (%) = $60 - (\text{espessura de toucinho} \times 0,58) + \text{profundidade do músculo} \times 0,10$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Durante o período experimental os valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo negro e índice de temperatura de globo e umidade corresponderam a $20,65 \pm 5,28^\circ\text{C}$, $75,7 \pm 12,9\%$, $24,2 \pm 4,9^\circ\text{C}$ e $72,4 \pm 6,3$, respectivamente. Considerando que a

temperatura média registrada durante o período experimental foi inferior à crítica máxima de 27°C estabelecida para as categorias de crescimento e terminação (Sampaio *et al.*, 2004) e que o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado foi similar ao obtido por Sanches *et al.* (2010) ($69,6 \pm 4,0$) para suínos submetidos a ambiente de termoneutralidade. Portanto pode-se inferir que os animais foram mantidos em ambiente de conforto térmico durante o período experimental.

Os níveis de inclusão do milheto não influenciaram ($P > 0,05$) os parâmetros de desempenho (consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar) avaliados nas diferentes fases de produção (Tabela 8). Avaliando níveis de milheto de até 60% na fase inicial (15–30 kg) e de até 71% para as fases de crescimento e terminação, Bastos *et al.* (2004) e Pinheiro *et al.* (2003) também não observaram efeitos da substituição do milho por milheto sobre o desempenho dos suínos. De modo similar, Bastos *et al.* (2002) e Moreira *et al.* (2007), avaliando níveis de até 60% de inclusão de milheto nas dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação não encontraram efeitos sobre o desempenho.

De acordo com Lawrence *et al.* (1995), o milheto possui menor quantidade de energia digestível e metabolizável para os suínos em comparação com o milho, resultado de seu maior valor em fibras, o que, em tese, poderia provocar aumento no consumo de ração diário dos suínos, pois estes regulam o consumo através da quantidade de energia na dieta. Todavia, essa resposta não foi observada no presente estudo.

O fato de não se ter observado variação do desempenho dos suínos, neste estudo, pode ser justificado pela formulação das dietas para conter mesmas concentrações nutricionais. Todavia, existem evidências que a suplementação de óleo nas dietas poderia ser responsável pela redução da velocidade do trânsito da digesta, o que possibilitaria maior tempo para a digestão e absorção dos nutrientes melhorando a conversão alimentar (Adeola & Orban, 1995).

Tabela 8. Desempenho de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de milho nas fases de crescimento e terminação.

nas fases de crescimento e terminação.						
Variáveis	Níveis de milho, %				CV%	Valor P
	0	25	50	75		
30-50kg						
Peso inicial, kg	30,38	29,96	29,37	29,85	10,21	0,893
Peso final, kg	45,59	46,93	45,80	45,50	9,62	0,853
Consumo de ração diário, kg	1,64	1,76	1,64	1,66	11,31	0,456
Ganho de peso diário, kg	0,76	0,85	0,80	0,81	15,18	0,365
Conversão alimentar	2,20	2,08	2,11	2,21	14,41	0,697
30-70kg						
Peso final, kg	75,00	76,58	77,10	75,77	7,52	0,853
Consumo de ração diário, kg	2,32	2,26	2,26	2,34	9,26	0,764
Ganho de peso diário, kg	0,91	0,95	0,97	0,95	8,83	0,441
Conversão alimentar	2,55	2,37	2,34	2,49	9,92	0,198
30-100kg						
Peso final, kg	99,51	99,88	101,77	98,04	8,04	0,807
Consumo de ração diário, kg	2,71	2,59	2,60	2,75	9,45	0,450
Ganho de peso diário, kg	0,95	0,96	0,99	0,94	9,27	0,651
Conversão alimentar	2,87	2,70	2,63	2,92	9,28	0,651

Coeficiente de variação (CV%).

A redução do esvaziamento gástrico seria provocada pelo efeito inibitório que os lipídios exercem sobre este esvaziamento, principalmente os lipídios com cadeias formadas por 12 a 18 carbonos, presentes em grande quantidade em óleos e gorduras. Este efeito parece ser mediado pela ação da colecistocinina liberada pela mucosa intestinal, em resposta à presença de lipídios na dieta (Donzele *et al.*, 1998). Este fato que poderia melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes das dietas contendo maior nível de lipídios, contudo, essa resposta não foi verificada no presente estudo.

O peso de frigorífico, peso de carcaça quente, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, rendimento de carcaça, percentual e quantidade de carne magra não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de milho das dietas (Tabela 9).

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os observados por Nunes *et al.* (1997) e Bastos *et al.* (2002), que também não obtiveram diferença para as características de carcaça dos suínos utilizando 78 e 60% de substituição pelo milho, respectivamente. Entretanto, os autores citados, ressaltaram que a adição crescente de milho proporcionou valores mais elevados para a espessura de toucinho, porém sem diferença significativa. Essa resposta é similar a observada no presente estudo e pode ser justificada, provavelmente, pelo fato do milho utilizado neste estudo conter uma concentração energética acima daquela estabelecida em Rostagno *et al.* (2011). Além dos efeitos aditivos e sinérgicos proporcionados pela inclusão de níveis elevados de lipídios (Donzele *et al.*, 1998) nas dietas contendo maiores concentrações de milho.

Novos experimentos com as novas cultivares geneticamente melhoradas de milho disponíveis no mercado são necessárias, com vistas à determinação precisa do valor energético o que possibilitaria a redução dos níveis de inclusão de óleo na dieta e, portanto, reduções ainda maiores nos custos de alimentação.

Tabela 9. Características de carcaça de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de milho nas fases de crescimento e terminação.

Variáveis	Níveis de milho, %				CV%	Valor P
	0	25	50	75		
Peso no frigorífico, kg	93,96	92,53	95,50	95,20	6,02	0,797
Carcaça quente, kg	79,38	78,08	79,66	81,41	6,94	0,775
Comprimento de carcaça, cm	93,00	89,33	92,20	92,20	3,50	0,268
Espessura de toucinho, cm	1,38	1,36	1,40	1,46	22,71	0,948
Profundidade de músculo, cm	60,50	64,60	62,66	63,83	8,07	0,561
Rendimento de carcaça, %	84,39	84,36	83,43	85,54	2,62	0,449
Carne magra, %	58,02	58,81	58,14	57,87	3,21	0,831
Carne magra, kg	45,98	45,86	46,30	47,12	6,18	0,871

Conclusões

O milho híbrido ADR 8010® pode substituir o milho nas dietas de suínos em crescimento e terminação em até 75% sem prejudicar o desempenho e características quantitativas de carcaças dos animais.

Comissão de Ética

Pesquisa aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais, sob protocolo nº 423/2012/UFMS.

Literatura Citada

- ADEOLA, O.; ORBAN, J.I. Chemical composition and nutrient digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) fed to growing pigs. **Journal of Cereal Science**, v.22, p.177-184, 1995.
- BASTOS, A.O.; FILHO, L.C.L.; PASSIPIERI, M.; BASTOS, J.F.P. Diferentes níveis de grão de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) na alimentação de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1753-1760, 2002.
- BASTOS, A.O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; FRAGA, A.L.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, E. Composição Química, Digestibilidade dos Nutrientes e da Energia de

- Diferentes Milhetos (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) em Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.520-528, 2005.
- BASTOS, A.O.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E.; OLIVEIRA, G.C.; PAIANO, D.; KUTSCHENKO, M. Utilização do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) r. brown) grão na alimentação de suínos na fase inicial (15-30 kg de peso vivo). **Ciência Rural**, v.34, p.1915-1919, 2004.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 97p, 2007.
- DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O.; FERREIRA, A.S. Digestibilidade e metabolizabilidade de energia de rações com diferentes níveis de óleo de soja para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.922-927, 1998.
- IBGE - **Indicadores IBGE Estatística da Produção Pecuária Dezembro de 2011**. Acessado em: 22/01/2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
- KIEFER, C.; QUADROS, A.R.B. Avaliação técnico-econômica da substituição do milho pela quirera de arroz em dietas de suínos. **Revista Ceres**, v.53, p.31-37, 2006.
- LAWRENCE, B.V.; ADEOLA, O.; ROGLER, J.C. Nutrient digestibility and growth performance of pigs fed pearl millet as replacement for corn. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2026-2032, 1995.
- MARQUES, B.M.F.P.P.; ROSA, G.B.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A.d'A.; LOVATTO, P.A. Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.767-772, 2007.
- Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – assessoria de gestão estratégica. **Brasil projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Acessado em: 20/01/2012, disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>.
- MOREIRA, I.; ORIO, A. B.; SCAPINELO, C.; FRAGA, A. L.; KUTSCHENKO, M. Diferentes tipos de milheto utilizados na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, v.37, p.495-501, 2007.
- MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G.; MASSUDA, E.M.; ALVES, F.V.; GUERRA, R.H.; GARCIA, A.F.Q. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milheto em substituição ao milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.31-37, 2009.
- NUNES, R.C.; BANDEIRA, M.N.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do grão de milheto (*Pennisetum americanum* L. Leeke) em rações para suínos na fase de crescimento. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás**, v.27, p.41-47, 1997.
- PARRA, A.R.P.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; PAIANO, D.; SCHERER, C.; CARVALHO, P.L.O. Utilização da casca de café na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.433-442, 2008.

- PINHEIRO, M. S. M.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; SILVA, H. O. Milheto moído em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento e terminação: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.99-109, 2003.
- 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.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**, 3.Ed. Viçosa: UFV, 2011.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A.; BOFF, C. E. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, p.785-790, 2004.
- SANCHES, J. F.; KIEFER, C.; CARRIJO, A. S.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A.; SANTOS, A. P. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1523-1529, 2010.

Milheto na dieta de suínos sobre o perfil lipídico da carne e da gordura

Resumo – Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de milheto na dieta de suínos nas fases de crescimento e terminação na composição lipídica e de colesterol da carne e gordura subcutânea. Foram utilizados 48 animais, machos castrados, geneticamente similares, com peso inicial de $29,99 \pm 2,94$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro níveis de inclusão de milheto na dieta (0; 25; 50 e 75%), seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais. Foram analisados os perfis lipídicos da gordura e da carne através de cromatografia gasosa e a quantidade de colesterol nas amostras de carne foi determinada seguindo a metodologia de extração. O aumento do nível de milheto na dieta dos suínos reduziu ($P < 0,05$) a concentração dos ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1), heptadecanoico (17:0) e aumentou a concentração do ácido linoleico (C18:2 9c12c) na gordura subcutânea. O nível de inclusão de 50,82% de milheto na dieta possibilita máxima deposição do ácido linolênico (C18:3) na gordura. Os níveis de milheto não modificam o perfil de ácidos graxos e o teor de colesterol na carne suína. O nível de 42,09% de inclusão de milheto na dieta resulta no maior índice trombogênico da carne.

Termos para indexação: ácidos graxos, híbrido ADR 8010®, nutrição, *Pennisetum glaucum*.

Millet in pig diets on lipid profile of meat and fat

Abstract – The aim of this study was to evaluate the replacement of corn by millet in the diets of pigs in growing and finishing on the lipid composition and cholesterol from meat and subcutaneous fat. Were used 48 animals, males castrated, similar genetic, with initial weight around 29.99 ± 2.94 kg. The animals were distributed on design experimental of blocks randomize, with four levels of inclusion of millet in the diet (0; 25; 50 and 75%), six replicate of two animals each. We analyzed the lipid profiles of fat and meat by gas chromatography and the amount of cholesterol in the meat samples was determined following the extraction methodology. The increased level of millet in the diet of pigs reduced ($P < 0.05$) the concentration of myristic acid (C14:0), palmitic (C16:0), palmitoleic (C16:1), heptadecanoic (17:0) and increased the concentration of linoleic acid (C18:2 9c12c) in subcutaneous fat. The inclusion level of 50.82% of millet in the diet allowed maximum deposition of linolenic acid (C18:3) in fat. Levels of millet did not change the fatty acid profile and cholesterol content in pork. The level of 42.09% inclusion of millet in the diet results in the highest rate thrombogenic meat.

Index terms: fat acid, hybrid ADR 8010®, nutrition, *Pennisetum glaucum*.

Introdução

A carne suína é um alimento considerado rico em lipídios, colesterol e ácidos graxos saturados, e com isto seu consumo está associado à crença de alimento que pode trazer riscos potenciais a saúde humana. Estudos relatam que além da dieta outros fatores como o sedentarismo e o tabagismo são importantes para o aparecimento de doenças cardiovasculares (DCV) sendo o fator genético um dos mais importantes (Rique *et al.*, 2002).

A dieta pode prejudicar a saúde quando esta contribui para aumento nos níveis de colesterol e ácidos graxos saturados na corrente sanguínea humana, ou seja, quando são fornecidas quantidades elevadas de determinadas gorduras (Lima *et al.*, 2000).

Em revisão sobre os efeitos dos lipídios na ocorrência de doença cardíaca coronariana Ulbricht & Southgate (1991) verificaram que a avaliação da relação de lipídios polinsaturados/saturados não é adequada para avaliar uma dieta ou alimento, pois apenas três ácidos graxos são de fato hipercolesterolêmicos. Dessa forma propuseram a utilização de dois índices na avaliação lipídica de um alimento, o índice aterogênico (IA) e o índice trombogênico (IT). O grau de aterogenicidade de um alimento é calculado levando-se em conta a presença dos ácidos graxos: ácido láurico (C12:0), ácido mirístico (C14:0) e ácido palmítico (C16:0) que promovem essa patologia e os ácidos graxos: Omega três, Omega seis, ácido oléico e os ácidos graxos monoinsaturados como preventivos.

Estudos mostram que a ingestão de lipídios é fundamental para o correto desenvolvimento e crescimento corporal principalmente em crianças (Laurindo *et al.*, 1992), no entanto é grande a disseminação de resultados que apenas relacionam o aparecimento de doenças cardiovasculares (DCV) com o consumo exagerado de energia. Além do consumo exagerado de energia na dieta outros fatores como os hábitos relacionados ao estilo de vida, consumo de gorduras saturadas, colesterol e sal, bem como consumo de bebida alcoólica, tabagismo e sedentarismo são relacionados ao aparecimento de DCV (Lima *et al.*, 2000).

A avaliação de um alimento ou dieta é importante visto que nem todos os lipídios têm o mesmo potencial no aparecimento de DCV. Os ácidos graxos saturados são promotores do desenvolvimento de DCV em contra partida os ácidos graxos insaturados (linoléico e linolênico), ácidos graxos monoinsaturados, fibra dietética e antioxidantes são protetores (tem ação preventiva) contra DCV (Norum, 1992). Dietas ricas em ácido esteárico (C 18:0) não elevam o colesterol sérico (Ulbricht & Southgate, 1991), ácidos graxos de cadeia curta (abaixo de 10 carbonos) também não aumentam o colesterol no sangue, no entanto os ácidos graxos láurico (C 12:0), mirístico (C 14:0) e palmítico (C 16:0) podem provocar mudanças degenerativas nas paredes arteriais (Hornstra & Lussenberg, 1975).

Os efeitos dos lipídios na nutrição humana são bem documentados na literatura atual, no entanto os efeitos dos lipídios sobre a composição da carne de suínos ainda necessita de maiores esclarecimentos, pois os trabalhos existentes se propuseram apenas em realizar uma caracterização da carne comercializada e não o efeito da alimentação sobre o perfil lipídico.

É sabido que a composição nutricional da dieta pode diferenciar a composição da carcaça de suínos e aves (Ludke *et al.*, 1999) da mesma forma a composição em ácidos graxos da dieta pode melhorar a capacidade cardiovascular de humanos. Existe demanda por trabalhos que descrevam os efeitos das dietas e seus componentes na composição da carcaça de suínos. Portanto, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de milho na dieta de suínos nas fases de crescimento e terminação sobre a composição lipídica e de colesterol da carne e gordura subcutânea.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Foram utilizados 48 animais, machos castrados, geneticamente similares. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro níveis de

inclusão do milho híbrido ADR 8010[®] (0, 25, 50 e 75%) nas dietas (Tabela 10), seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais. As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências nas fases de crescimento (30 – 50 kg), crescimento (50 – 70 kg) e terminação (70 – 100 kg). Ao fim da fase de terminação os animais passaram por jejum de sólidos de 8 horas e posterior transporte ao frigorífico. Após o abate dos animais, foram retiradas e coletadas amostras do *Longissimus dorsi*, com a gordura subcutânea no ponto P2 (região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar a seis centímetros da linha dorsal). As amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos para posterior análise em laboratório.

A técnica para extração dos lipídeos e metilação dos ácidos graxos foi adaptada de Hara & Radin. (1978). Procedeu-se a pesagem de 5g de amostra de tecido muscular e colocou-se em tubo de ensaio largo. Adicionou-se mistura de isopropanol/hexano para extração dos ácidos graxos das amostras, obtendo ao final a mistura de lipídeos extraídos e secos. Para a reação de metilação desses ácidos graxos, pesou-se aproximadamente 40mg de amostra que foi colocada em tubo de ensaio. Adicionaram-se os solventes necessários para a reação (metil acetato, metóxido de sódio - 30% em metanol) e solução de ácido oxálico anidro. Obtiveram-se as amostras de ácidos graxos esterificadas para análise por cromatografia gasosa.

A separação e a detecção dos ácidos graxos foram feitas por meio de cromatografia gasosa usando cromatógrafo *Thermo*, modelo *Trace CG Ultra* com detector de ionização de chama (FID), em coluna capilar de sílica fundida de 100m de comprimento, 0,25mm diâmetro e 0,2µm de espessura (Restek RTX[®] - 2330, Bellefonte, PA, USA).

Tabela 10. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos alimentados com milho.

Ingredientes (%)	Fase de crescimento (30 – 50 kg)				Fase de crescimento (50 – 70 kg)				Fase de terminação (70 – 100 kg)			
	% de milho				% de milho				% de milho			
	0	25	50	75	0	25	50	75	0	25	50	75
Milho	75,47	53,61	29,63	5,64	77,35	57,21	33,21	9,21	77,84	57,91	33,18	8,46
Milho	0	25	50	75	0	25	50	75	0	25	50	75
Farelo de soja	20,04	16,83	14	11,17	17,58	14,04	11,21	8,39	16,88	13,85	11,72	9,59
Óleo de soja	0	1,19	2,79	4,52	0	0,52	2,25	3,98	0	0,33	2,12	3,92
Caulim	1,12	0	0	0	1,95	0	0	0	2,42	0	0	0
Fosfato bicálcico	1,18	1,19	1,22	1,24	0,95	0,96	0,99	1,01	0,85	0,86	0,88	0,9
Calcário calcítico	0,72	0,73	0,73	0,73	0,66	0,67	0,67	0,68	0,62	0,63	0,64	0,64
Mistura mineral ¹	0,1	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mistura vitamínica ²	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Sal comum	0,41	0,41	0,42	0,43	0,38	0,39	0,39	0,4	0,36	0,36	0,37	0,38
L-Lisina HCl	0,37	0,44	0,5	0,56	0,38	0,46	0,52	0,57	0,32	0,38	0,42	0,46
DL-Metionina	0,09	0,09	0,08	0,07	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03	0,02
L-Treonina	0,11	0,12	0,14	0,15	0,11	0,12	0,14	0,15	0,09	0,1	0,11	0,11
L-Triptofano	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0	0
Bacitracina de Zinco	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição nutricional												
Proteína bruta (%)	15,81	15,60	15,30	15,14	14,86	14,65	14,42	14,20	14,50	14,50	14,50	14,50
EL (kcal/kg)	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2400	2400	2400	2400
Lisina dig. (%)	0,943	0,943	0,943	0,943	0,891	0,891	0,891	0,891	0,829	0,829	0,829	0,829
Met+Cist dig. (%)	0,556	0,556	0,556	0,556	0,526	0,526	0,526	0,526	0,497	0,497	0,497	0,497
Treonina dig. (%)	0,613	0,613	0,613	0,613	0,579	0,579	0,579	0,579	0,555	0,555	0,556	0,555
Triptofano dig. (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,160	0,160	0,160	0,160	0,149	0,149	0,149	0,149
Valina dig. (%)	0,651	0,651	0,651	0,651	0,610	0,610	0,610	0,610	0,598	0,598	0,598	0,598
Cálcio (%)	0,635	0,635	0,635	0,635	0,552	0,552	0,552	0,552	0,512	0,512	0,512	0,512
Fósforo disp. (%)	0,314	0,314	0,314	0,314	0,269	0,269	0,269	0,269	0,250	0,250	0,250	0,250
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,170	0,170	0,170	0,170	0,160	0,160	0,160	0,160

¹Conteúdo por quilograma de ração: cobre-0,03g; ferro-0,1; iodo-1,9; manganês-0,07; zinco-0,16.

²Conteúdo por quilograma de ração: colina-0,4872g; niacina-30; vit. B12-25mcg; vit.B2-5mg; vit.k3- 5mg; selênio-0,3mg; vit.B6-3mg; ácido fólico-1,5mg; vit.A-10.000UI; vit.D3-2000UI; ácido pantotênico-10,816mg; vit.B1-2mg, biotina-0,3mg, vit.E- 50UI.

Os parâmetros de operação foram fixados em temperatura do detector: 270°C e temperatura do injetor: 250°C. A temperatura inicial da coluna foi de 120°C (5 min), subindo gradativamente até 240°C (15 min) a 3°C/min. Para o gás de arraste foi utilizado hélio com fluxo na coluna de 1,5mL/min. Para injeção foi utilizado 1µL, por meio da técnica "split" (razão 20:1). Os dados sobre os tempos de retenção e as percentagens dos componentes foram obtidos através de um software ChromQuest Version 4.2. A identificação e quantificação dos

ácidos graxos foi realizada por meio de tempo de retenção, comparação do tempo de retenção (t_r) e co-injeção de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras e padrões. A quantificação foi realizada utilizando padrão externo.

A quantidade de colesterol nas amostras de carne foi determinada seguindo a metodologia para extração proposta por Saldanha *et al.* (2004). Pesou-se cerca de 2g de amostra de carne. Adicionou-se solução aquosa de hidróxido de potássio 50% (m/v) e etanol 95% sobre as amostras. Levou-se em banho-maria a mistura a 40°C por 60 minutos com agitação até a solubilização das amostras e por mais 10 minutos a 60°C. Para finalizar a extração utilizou-se o hexano como solvente.

Para análise espectrofotométrica seguiu-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo lutz (1985). Tomou-se 2,0 mL de solução de amostra contendo o colesterol a ser quantificado e adicionou-se solução-reagente previamente preparada. Tampou-se, agitou-se e manteve-se em banho-maria por 20 minutos a 37°C. Foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 625 nm, utilizando-se cubetas de 1cm de caminho óptico. Para os cálculos, foi realizada a curva padrão da absorbância versus concentração de colesterol. Solução reagente: 100mL de ácido acético glacial, 110mL de anidrido acético e 15mL de ácido sulfúrico concentrado.

A avaliação da qualidade dos ácidos graxos da carne e gordura subcutânea foi realizada segundo cálculo sugerido por Ulbricht & Southgate (1991) (equação 1 e 2).

$$\text{Índice Aterogênico (IA)} = \frac{L+M}{L+M+P} \quad (1)$$

$$\text{Índice Trombogênico (IT)} = \frac{M}{L+M+P} \quad (2)$$

Onde,

L = ácido láurico (C 12:0)

M = ácido mirístico (C 14:0)

P = ácido palmítico (C 16:0)

$n-3$ e $n-6$ = ácidos graxos polinsaturados das respectivas famílias

O = ácido oleico

M' = restantes ácidos graxos monoinsaturados

S = ácido esteárico (C 18:0)

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS e a análises de regressão linear e quadrática, a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os níveis de milho não influenciaram ($P>0,05$) a quantidade de lipídios totais na carne e na gordura (Tabela 11). Os valores de lipídios totais são semelhantes aos descritos por Bragagnolo *et al.* (2002) para o lombo (3 ± 1) suíno e inferiores aos valores descritos por esses autores para a paleta (5 ± 1) e pernil (5 ± 3). Sabe-se que existe variação na quantidade de lipídio dos diferentes cortes (lombo, pernil, paleta e toucinho) sendo o lombo a região com menor teor de gordura (Bragagnolo, 1995; Bragagnolo *et al.*, 2002; Taco, 2006). A quantidade de lipídios presente na gordura subcutânea foi inferior a encontrada por Bragagnolo *et al.* (2002) (83 ± 1) e Taco (2006) (60,3).

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de milho sobre a concentração dos ácidos graxos cis-10-heptadecanóico (C 17:1), esteárico (C 18:0) e oleico (C 18:1) na gordura subcutânea (Tabela 12). O aumento dos níveis de milho na dieta dos suínos reduziu linearmente ($P<0,05$) a concentração dos ácidos graxos ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C 16:0), ácido palmitoleico (C 16:1) e ácido heptadecanóico (C 17:0) na gordura subcutânea.

Tabela 11. Teores de lipídios totais na carne e gordura de suínos alimentados com milho.

Milho	carne (g/100g)	gordura (g/100g)
0	2,02	50,88
25	2,21	44,42
50	2,70	49,99
75	2,01	41,85
CV (%)	49,21	17,02
Valor P	0,723	0,238

Tabela 12. Concentração de lipídeos na gordura (mg de ácido graxo/100g de carne) de suínos alimentados com milho.

Variáveis	Milho, %				Equações	Valor P
	0	25	50	75		
C 14:0	767	657	682	549	$Y = 759,11298 - 2,53722x$	0,01*
C 16:0	13480	11835	12703	10463	$Y = 13364 - 33,01691x$	<0,04*
C 16:1	536	410	413	279	$Y = 525,99456 - 3,09666x$	0,01*
C 17:0	1422	917	1074	918	$Y = 1302,92123 - 5,70478x$	0,03*
C 17:1	56	25	30	32	-	0,09
C 18:0	6631	6629	7403	5295	-	0,25
C 18:1	24791	20942	23257	19300	-	0,22
C 18:2 9c12c	3120	2892	4234	4896	$Y = 2826,10228 + 25,97507x$	<0,01*
C 18:3	66	84	166	106	$Y = 57,70613 + 3,05070x - 0,3029x^2$	<0,01**
C 20:4n6	9	32	34	11	-	0,59

*Efeito linear ($P < 0,05$). ** Efeito quadrático ($P < 0,05$).

Por outro lado, a concentração do ácido linoléico (C 18:2 9c12c) aumentou linearmente ($P < 0,05$). Para o ácido graxo linolênico (C 18:3), observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$), em que a máxima deposição foi estimada para o nível de 50,83% de milho na dieta.

A concentração de ácidos graxos na gordura subcutânea foi superior aos valores observados por Bragagnolo *et al.* (2002). O aumento da concentração do ácido linolênico pode produzir problemas associados ao aroma e uma maior susceptibilidade dos produtos cárneos à oxidação durante o armazenamento (Park *et al.*, 1989).

Os níveis de milho não influenciaram ($P > 0,05$) o perfil e a concentração dos ácidos graxos da carne dos animais (Tabela 13). A composição nutricional da carne dos monogástricos e os teores de ácidos graxos insaturados são fortemente influenciados pela composição da dieta (Rule *et al.*, 1995). Nos suínos, os ácidos graxos da alimentação são depositados diretamente

nos tecidos sem modificação química, sendo possível manipular a composição de ácidos graxos da carne e da gordura pela alimentação (Ludke *et al.*, 1999). Este efeito foi constatado no presente trabalho, pois ao elevar o fornecimento do milheto, houve necessidade de maior inclusão de óleo de soja para manter a concentração energética de acordo com a exigência e com isso, aumentou-se a concentração de ácidos graxos mono e poli-insaturados na dieta.

Tabela 13. Concentração de lipídeos (mg de ácido graxo/100g de carne) e colesterol (mg/100g de carne) na carne de suínos alimentados com milheto.

Variáveis	Milheto, %				CV (%)	Valor P
	0	25	50	70		
C 14:0	33	33	43	29	58,06	0,72
C 16:0	547	576	746	530	54,02	0,70
C 16:1	30	32	35	27	58,17	0,92
C 17:0	35	40	43	28	64,61	0,72
C 17:1	2	1	1	1	81,28	0,67
C 18:0	206	302	367	243	47,21	0,24
C 18:1	1096	1138	1306	998	48,52	0,84
C 18:2 9c12c	65	88	145	143	54,47	0,10
C 18:3	22	2	5	6	78,65	0,16
C 20:4n6	2	4	5	3	43,43	0,76
Colesterol	68	72	71	70	10,08	0,87

As características nutricionais pré-determinadas indicam que os óleos de soja comerciais contém de 44,0 a 62,0g/100g de ácido linoléico (C 18:2) e 4,0 a 11,0g/100g de ácido linolênico (C 18:3) (Brasil, 1999), resultando em maior disponibilidade destes nas dietas com maiores níveis de milheto.

O efeito da composição nutricionais das dietas experimentais sobre a composição dos ácidos graxos observado no presente estudo corrobora com outros estudos (Ludke *et al.*, 1999; Junqueira *et al.*, 2005) que verificaram que a composição de ácidos graxos pode ser alterada nas carcaças de animais monogástricos. Dessa forma, podemos inferir que é possível melhorar a composição das carcaças dos suínos, visto que segundo Perez *et al.* (2002) os ácidos monoinsaturados, oléico, e os poliinsaturados, linolênico e α -linolênico, reduzem os níveis de

LDL-colesterol e, conseqüentemente, o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares em humanos.

Os níveis de milho não alteraram ($P>0,05$) o teor de colesterol da carne dos suínos. Os valores de colesterol obtidos, no presente estudo, são superiores aos descritos por Bridi & Silva (2007), Bohac & Rhee (1988) e Bragagnolo *et al.* (2002). Os níveis de colesterol observados no presente estudo foram inferiores às carnes escuras de frango (80,0) e pele de frango (104,0) Bragagnolo *et al.* (2001).

Os níveis de milho provocaram efeito quadrático ($P<0,05$) no IT da carne, onde o maior índice foi estimado para o nível de 42,09% de inclusão de milho na dieta (Tabela 14). Os resultados dos índices trombogênicos encontrados no presente estudo são inferiores aos relatados na literatura para o pernil suíno (1,37), salsicha de porco grelhada (1,35), carne bovina magra (1,06) (Ulbricht & Southgate, 1991) e superior ao da carne de cordeiro (0,63) (Arruda *et al.*, 2012).

Tabela 14. Índice aterogênico (IA) e trombogênico (IT) da carne e gordura de suínos alimentados com dietas contendo milho.

Variáveis	Milheto, %				Equação	CV (%)	Valor P
	0	25	50	75			
IA							
Carne	0,563	0,553	0,602	0,527	-	10,96	-
Gordura	0,583	0,599	0,552	0,521	-	12,74	-
IT							
Carne	0,694	0,749	0,811	0,721	Y= 0,68712 + 0,00485x - 0,00005761x ²	8,21	**
Gordura	0,783	0,848	0,807	0,755	-	10,68	-

**Efeito quadrático ($P<0,05$).

O efeito quadrático observado para o IT pode ser explicado devido a aumentos, embora não significativos, das concentrações dos ácidos graxos mirístico (C 14:0), ácido palmítico (C 16:0) e ácido esteárico (C 18:0) na carne os quais são promotores trombogênicos, conforme Ulbricht & Southgate (1991). Todavia, os valores de IT da carne, do presente estudo, são

inferiores aos observados na literatura estabelecidos por Ulbricht & Southgate (1991) para a carne suína (1,37), pernil suíno assado (1,37), salsicha suína grelhada (1,35), carne de cordeiro (1,58) carne bovina magra (1,06), carne de frango assado com pele (0,95) e superiores à carne de peixe cavala (0,37) e da carne de cordeiro (0,63) estabelecido por (Arruda *et al.*, 2012).

Conclusões

O aumento do nível de inclusão de milho e, conseqüentemente, o aumento do nível de óleo na dieta dos suínos reduz a concentração dos ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1), heptadecanoico (17:0) e aumenta a concentração do ácido linoleico (C18:2 9c12c) na gordura subcutânea. O nível de inclusão de 50,82% de milho na dieta resulta em máxima deposição do ácido linolênico (C18:3) na gordura. Os níveis de inclusão do milho não modificam o perfil de ácidos graxos e o teor de colesterol na carne suína. O nível de 42,09% de inclusão de milho na dieta resulta no maior índice trombogênico da carne.

Comissão de Ética

Pesquisa aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais, sob protocolo nº 423/2012/UFMS.

Literatura citada

- ARRUDA, P.C.L.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BOMFIM, M.A.D.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; FONTENELE, R.M.; FILHO, J.G.L.R. Perfil de ácidos graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.
- BOHAC, C.E.; RHEE, K. S. Influence of animal diet and muscle location on cholesterol content of beef and pork muscles. **Meat Science**, v. 23, p. 71-79, 1988.
- BRAGAGNOLO, N.; AMAYA, D.B.R. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.98-1043, 2002.

- BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In- **2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**, p. 393-402, 2001.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, p.11-17, 1995.
- BRASIL. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, v.196. 13 de outubro. Seção I, p.82-87, 1999.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**, Londrina: Midiograf, 97p, 2007.
- HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v.90, p.420-426, 1978.
- HORNSTRA, G.; LUSSENBERG, R.N. Relationship between the type of dietary fatty acid and the arterial thrombus tendency in rats. **Atherosclerosis**, v.22, p.499-516, 1975.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V1: **Métodos Químicos e Físicos para análises de alimentos**, São Paulo: IMESP, 3ª Edição, p.809-822, 1985.
- JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; ARAÚJO, L.F.; DUARTE, K.F.; CANCHERINI, L.C.; RODRIGUES, E.A. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2335-2339, 2005.
- LAURINDO, V.M.; CALIL, T.; LEONE, C.R.; RAMOS, J.L.A. Composição nutricional do colostro de mães de recém-nascidos de termo adequados e pequenos para a idade gestacional. II - Composição nutricional do leite humano nos diversos estágios da lactação. Vantagens em relação ao leite de vaca. IN-**VIII Congresso Brasileiro de Infectologia Pediátrica**, 23 a 27 de maio, 1992.
- LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C.; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.13, p.73-80, 2000.
- LUDKE, M.C.M.M.; LOPES, J. Colesterol e composição dos ácidos graxos nas dietas para humanos e na carcaça suína. **Ciência Rural**, v.29, p.181-187, 1999.
- NORUM, K.R. Dietary fat and blood lipids. **Nutrition Reviews**, v. 50, n. 4, p. 30-37, 1992.
- PARK, J.; RHEE, K.S.; KEETON, J.T.; RHEE, K.C. Properties of lowfat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated oils. **Journal Food Science**, v. 54, p. 500-504, 1989.
- PEREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o

perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 11-18, 2002.

RIQUE, A.B.R.; SOARES, E.A.; MEIRELLES, C.M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, p.244-254, 2002.

RULE, D.C.; BUSBOOM, J.R.; KERCHER, C.J. Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. **Journal of Animal Science**, v.72, p.27-35, 1995.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24 p.109-113, 2004.

TACO: Tabela de composição de alimentos. 2. ed. **NEPA/UNICAMP**, p.113, 2006.

ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, v.338, p.985–992, 1991.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O milheto possui características nutricionais que o qualificam como uma excelente alternativa ao milho na nutrição de suínos.

O milheto possui menor quantidade energética em comparação ao milho o que torna necessário a utilização de alimento exclusivamente energético no balanceamento das dietas de suínos.

Com a introdução de novos cultivares de milheto deve-se ter a preocupação com a real composição nutricional destas e seu efeito na dieta de suínos, sendo necessário outros estudos avaliando sua composição e digestibilidade.