UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

DEPARAMENTO DE APOIO A PESQUISA

PROGRAMA DE APOIO À INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO AMAZONAS

AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE DIETAS FIBROSAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Bolsista: Évelyn Prestes Brito, CNPq

PARINTINS

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA DE APOIO À INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO AMAZONAS

RELATÓRIO FINAL
PIB – A/0009/2013

AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE DIETAS FIBROSAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Bolsista: Évelyn Prestes Brito, CNPq
Orientador: Dr. Bernardo Berenchtein

PARINTINS
2014

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Núcleo de Estudo e Pesquisa em Relação Água-Solo-Planta-Animal aliado a Sustentabilidade da Amazônia e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Relação Água-Solo-Planta-Animal aliado a Sustentabilidade da Amazônia.

AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE DIETAS FIBROSAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se por meio deste estudo avaliar a digestibilidade de diferentes fontes fibrosas para suínos na fase de terminação. No experimento foram utilizados vinte suínos mestiços, machos castrados, com peso médio de 70 ± 1,95kg, distribuídos em delineamento de blocos casualizados para correção das diferenças iniciais de peso, com quatro tratamentos e cinco repetições (blocos), sendo utilizado um animal por gaiola. A determinação da digestibilidade dos nutrientes e a da energia foi efetuada pelo método da coleta total de fezes e urina dos suínos, os quais foram alojados em gaiolas de estudos metabólicos durante 12 dias. Diante dos dados analisados observou-se que, o Feno de Tifton apresentou 2425 kcal de energia digestível/kg, com baixo teor de proteína digestível (3,36%). Quanto aos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentou teores de 28,47 e 22,63%, respectivamente.A polpa cítrica apresentou 2850 kcal de energia digestível/kg, porém baixo teor de proteína digestível (1,47%). Quanto aos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentou teores de 8,14 e 7,85%, respectivamente.Já a casca de Soja, apresentou 2250 kcal de energia digestível/kg, com proteína digestível alta em relação ao teor de Proteína Bruta (7,85%), em virtude do coeficiente de digestibilidade ser relativamente alto. Quanto aos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentou teores de 21,7 e 26,39%. Diante dos resultados analisados, pode-se concluir que, as fontes fibrosas apresentam teores de Energia e nutrientes digestíveis bastante semelhantes, não alteram a produção de energia renovável e ainda são interessantes ao uso na configuração das matrizes nutricionais de suínos em terminação.

EVALUATION OF DIGESTIBILITY FIBROUS OF DIETS FOR FINISHING PIGS

ABSTRACT

The objectivewasto determinethrough this study to evaluate the digestibility of different fiber sources for pigs in the finishing phase.In experiment were used twenty crossbred barrows with an average weight of 70 ± 1.95 kg, distributed in a randomized block design to fix the initial weight differences, with four treatments and five replications (blocks) an animal being used by cage.The determination of digestibility of nutrients and energy was performed by method total collection of feces and urine of pigs, which were housed in metabolism cages for 12 days. From the data analyzed it was observed that the Hay Tifton presented 2425 kcal of energy/kg digestible, low in digestible protein (3.36%).For the levels of neutral detergent fiber and acid detergent fiber, presented levels of 28.47 and 22.63%, respectively. The citrus pulp showed 2.850 kcal of energy/kg digestible, but low in digestible protein (1.47%).For the levels of neutral detergent fiber and acid detergent fiber, showed levels of 8.14 and 7.85%, respectively. Have husk Soybeans, presented 2250 kcal of digestible / kg energy, with high digestible protein with the content of crude protein (7.85%), due to the digestibility coefficient is relatively high. For the levels of neutral detergent fiber and acid detergent fiber, showed levels of 21.7 and 26.39%. Given the results analyzed, it can be concluded that the fibrous sources present levels of energy and digestible nutrients very similar, do not alter the production of renewable energy and are still interesting for use in the setting of nutritional matrixes for finishing pigs.

SUMÁRIO

1..... INT

RODUÇÃO 8

2..... REV

ISÃO BIBLIOGRÁFICA 10

2.1 Fibra dietética e os efeitos da inclusão na dieta de suínos sob aspectos produtivos e ambientais.....10

2.2 Caracterização dos ingredientes fibrosos 14

3. MATERIAL E MÉTODOS.....16

4. RESULTADO E DISCUSSÕES 19

5. CONCLUSÃO 22

6. REFERÊNCIAS 22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e nutricional da dieta referência **.....17**

Tabela 2. Composição química, teor de energia bruta, coeficientes de digestibilidade aparente (CD) e Nutriente Digestível (ND) das diferentes fontes fibrosas para suínos na fase de terminação **.....20**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gaiolas metabólicas (unidades experimentais).....**18**

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira, a exemplo de outras cadeias produtivas do agronegócio, cresceu significativamente nos últimos anos. Diante deste crescimento, um fato extremamente relevante é o grau de competição nutricional que os suínos apresentam em relação à espécie humana. Aproximadamente 75% das matérias prima diretamente utilizada na nutrição humana também são destinadas para esta espécie (LUDKE, 2000).

Desta forma, torna-se evidente que a nutrição e alimentação de suínos, devam ser totalmente reformuladas. Isso pode ser executado através de estudos que investiguem a habilidade desses animais em utilizar alimentos alternativos como fonte de energia e/ou de proteína, que preferencialmente não sejam utilizados diretamente pelo homem e que apresentem menor custo para o produtor, tais como o uso de alimentos fibrosos.

A possibilidade de se utilizar forragens e outros volumosos como fonte de alimento na produção de suínos já fora teorizado por Carroll (POLLMANN; DANIELSON; PEO JÚNIOR,1979). Entretanto, são necessários novos estudos sobre o potencial de diversos alimentos fibrosos sobre a produção suína, através da identificação, quantificação e avaliação das interações entre os efeitos fisiológicos e associativos sobre a digestibilidade, desempenho animal, bem como o potencial poluente das excretas, em virtude dos animais apresentarem limitada capacidade do trato digestivo para processar este material fibroso. O conceito de fibra dietética está diretamente relacionado aos componentes da parede celular vegetal, que são os carboidratos estruturais tais como a celulose, hemicelulose, pectina e a lignina (MERTENS apud GOMES, 1992), as quais são degradadas a ácidos graxos voláteis de cadeia curta através do processo de fermentação no intestino grosso (GOMES; QUEIROZ; FONTES, 1994), sendo responsáveis por até 30% das exigências energéticas de manutenção dos animais (KENNELLY; AHERNE; SAUER,1981; RÉRAT et al., 1981).

Neste contexto, alimentos fibrosos também vêm se tornando uma fonte viável de energia para suínos na fase de terminação, em que nessa situação são utilizados visando diluir o conteúdo energético das dietas para animais dessa categoria. Segundo Oliveiraet al. (2008), afirma que desse modo, consegue-se abatê-los com peso acima de 100 kg, com menor acúmulo de gordura, importante característica considerada em sistemas de tipificação de carcaça.

Os animais não-ruminantes, como os suínos, embora digiram e utilizem a fração fibrosa dos alimentos de forma diversa dos ruminantes, a fibra dietética vem sendo considerada uma fonte alternativa de energia na alimentação desta espécie animal, principalmente para animais destinados ao abate nas fases de terminação em virtude de proporcionar o bem estar dos suínos, controlar o excessivo ganho de peso advindo de maior deposição de tecido adiposo e minimizar o estresse decorrente do confinamento e da restrição alimentar. É importante ressaltar que cerca de 5 a 30% do requerimento de energia de manutenção pode ser suprido através da utilização dos ácidos graxos voláteis de cadeia curta, resultantes da fermentação da fibra dietética no ceco dos suínos.

No entanto, a fibra dietética, apesar dessa contribuição energética, se não ocorrer o controle e balanceamento de certos níveis de fibras incluídos na dieta dos suínos pode provocar efeitos deletérios sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos, além de afetar a taxa de ingestão alimentar. Assim, tornasse necessária a busca de fontes de fibras dietéticas alternativas juntamente com sua adoção criteriosa na dieta dos suínos na fase de terminação.

A possibilidade de se utilizar forragens e outros volumosos como fonte de alimento na produção de suínos já fora teorizado por Carroll (POLLMANN, et al. 1979). No entanto, são necessários novos estudos sobre o potencial de diversos alimentos fibrosos sobre a produção suína, através da identificação, quantificação e avaliação das interações entre os efeitos

fisiológicos e associativos sobre a digestibilidade, desempenho animal, bem como o potencial poluente das excretas, em virtude dos animais apresentarem limitada capacidade do trato digestivo para processar este material fibroso. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a digestibilidade de dietas com o incremento de 8% de FDN, de diferentes fontes fibrosasem comparação a dieta convencional a base de milho e farelo de soja, oferecidas a suínos confinados durante a fase de terminação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fibra dietética e os efeitos da inclusão na dieta de suínos sob aspectos produtivos e ambientais

A fibra dietética representa uma mistura de polissacarídeos estruturais (celulose, hemicelulose e pectina) e não-estruturais, como gomas e mucilagens (THEANDER, WESTERLUND & AMAN, 1989; SCHULZE; VAN LEEUWEN; VERSTEGEM, 1994b), além da lignina (polímero do álcool fenilpropano) (MITARU et al., 1984), sendo que, o incremento desta fração como percentual da ração é responsável pela redução da digestibilidade da fração energética (POND, 1989).

Os componentes da fibra dietética são digeridos diferentemente pelos suínos, isto é, a lignina é indigerível enquanto que as pectinas são quase todas degradadas, sendo a hemicelulose mais digerível que a celulose, embora ambas sejam parcialmente digeríveis (NOBLET & LE GOFF, 2001). Porém, a fibra dietética promove menor valor de energia digestível e metabolizável devido ao aumento da proteína endógena e perda adiposa e interações negativas entre a fibra e os outros componentes dietéticos. Deve-se ressaltar que, apesar da contribuição positiva da fibra em relação ao suprimento energético, que pode variar entre 5-30% do requerimento energético de manutenção (NOBLET & LE GOFF, 2001), esta pode promover alterações na taxa de absorção de diferentes nutrientes, especialmente

proteína, aminoácidos e minerais, e/ou na excreção de nitrogênio endógeno (SCHULZE, VERSTEGEN & TAMMINGA, 1994a).

Em relação à idade e peso vivo, observa-se que animais mais velhos, como suínos em terminação e reprodutores, apresentam valores de digestibilidade maiores (NOBLET & LE GOFF, 2001) do que os observados para animais em crescimento (VAREL, 1987), muito embora, animais adultos tenham apresentado redução na digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (H), celulose (C) e energia bruta (EB), quando alimentados com rações contendo diferentes níveis de fibra dietética (ETIENNE, 1987; GOMES, 1996; GOMES et al., 2007a). A idade do animal e o tamanho dos órgãos do trato digestório de suínos alimentados com dietas fibrosas determinam a atividade fermentativa dos microrganismos celulolíticos do intestino grosso, bem como o grau de utilização dos ácidos graxos voláteis produzidos pela atividade fermentativa da microbiota local (GOMES, 1996; PENZ JÚNIOR, 2001) que serão utilizados para suprir parte da exigência energética de manutenção (NOBLET & LE GOFF, 2001).

Em relação ao desempenho animal, o suíno adulto, mesmo quando alimentado com altos níveis de fibra dietética, consegue manter o ganho diário de peso em índices adequados (NOBLET & LE GOFF, 2001), devido à sua capacidade de elevação do consumo alimentar, como tentativa de manter estável o nível de energia digestível ingerida. Entretanto, GOMES et al. (2008), não detectaram prejuízo no desempenho zootécnico de suínos ainda em fase de crescimento alimentados com ração com elevada quantidade de fibra dietética.

De acordo com Diericket al. (1989), rações contendo elevados teores de fibra dietética promovem efeitos sobre a secreção digestiva dos suínos, sendo detectado significativos aumentos nas taxas de secreções gástricas, biliares e pancreáticas.

O decréscimo da digestibilidade protéica nas rações de suínos adultos alimentados com elevados níveis de fibra dietética pode ser relacionado ao aumento da atividade microbiana no intestino grosso dos animais mais velhos, resultando em alta excreção fecal de proteína microbiana (ETIENNE, 1987). Além disso, dietas fibrosas podem aumentar o teor de nitrogênio endógeno no conteúdo fecal (DIERICK et al., 1989). Contrariamente à grande maioria dos trabalhos não foi detectado efeito negativo sobre a digestibilidade da proteína bruta, quando adicionada fibra dietética na ração de porcas gestantes (GOMES, 1996).

Observa-se, entretanto, que a fibra dietética, apesar de contribuir para atender o requerimento energético de manutenção dos suínos, paralelamente, promove efeitos quase sempre deletérios sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos (GOMES, 1996; GOMES et al., 2007ab), havendo necessidade de equilibrar os requerimentos nutricionais, de cada categoria animal, para com os nutrientes fornecidos pelas dietas.

Outro benefício da inclusão de alimentos fibrosos na dieta de suínos refere-se à possível melhoria da qualidade da carcaça, com maior deposição e rendimento de carne magra, adequada deposição de gordura subcutânea. Um dos métodos empregados pelos produtores, em que há o sistema de tipificação de carcaças, é fazer a restrição alimentar para os animais na fase de terminação. No entanto, essa restrição requer algumas adaptações nas instalações que geram aumento de custos de produção (FRAGAet al., 2004), além do estresse causado aos animais, que pode alterar as características qualitativas da carne. Outra alternativa seria a restrição alimentar qualitativa, que visa reduzir o teor energético das rações por meio da inclusão de ingredientes fibrosos e resíduos do processamento de alimentos, como cascas e bagaços, os quais estão entre os principais produtos a serem utilizados para a diluição das dietas de suínos (WATANABE, 2007).

Em relação ao impacto ambiental gerado, os potenciais impactos negativos causados pelo setor suinícola, se baseiam principalmente no tocante aos impactos ambientais

observados no ar, através de emissões de metano (CH_4) para atmosfera e geração de odor, na água pela poluição dos corpos d'água e no solo, pela contaminação através de nitrogênio e fósforo.

É importante ressaltar que o setor agropecuário apresenta significativa contribuição no cenário acima descrito, ressaltando que a produção animal de forma geral responde aproximadamente por 18% da emissão total de gases, seja CO_2, metano (CH_4) ou amônia. Desse total, os suínos respondem por 15% e os bovinos por 68% (NÄÄS, 2003). Deve-se ressaltar que quando os dejetos são decompostos por bactérias anaeróbicas, principalmente as metanogênicas, ocorre grande produção de gás metano, o qual pode ser devidamente aproveitado para geração de renda adicional ao setor pecuário, para provimento de propriedades, ou empresas do setor agropecuário auto-sustentáveis.

Quanto aos biodigestores, os mesmos têm como vantagens a redução da contaminação por coliformes, a redução do odor, a redução da incidência de moscas, a disponibilização dos componentes dos efluentes para uso na fertirrigação (NPK), a minimização do impacto ambiental e a geração de renda a partir do uso do gás obtido ao final do processo, gerando dessa forma eficiência energética. Assim, a real possibilidade de ganho para o setor suinícola pode ser expressa através de venda créditos de carbono, originária da redução das emissões pelos dejetos por biodigestores e via entérica; melhor aproveitamento do biofertilizante gerado; ganho ambiental através do tratamento dos efluentes gerados e produção de gás e sua transformação em energia.

Estudos envolvendo a nutrição animal como ferramenta para a mitigação do efeito ambiental são escassos, no entanto, sabe-se que além dos aspectos econômicos e aqueles relacionados ao bem-estar animal, a utilização da fibra na alimentação de suínos pode afetar a quantidade de nitrogênio endógeno excretado (SOUFFRANT, 2001).

2.2 Caracterização dos ingredientes fibrosos

A inclusão de ingredientes como feno, cascas e bagaços resultantes do processamento de alimentos e biocombustiveis estão entre os principais produtos a serem utilizados em dietas fibrosas para suínos.

Na América Latina, são produzidas grandes quantidades de subprodutos e resíduos agroindustriais, sendo o Brasil produtor de mais da metade destes, onde apesar de serem pobres em nutrientes, tais subprodutos são geralmente abundantes em fibra e ricos em lignina e sílica (SOUZA & SANTOS, 2004).

Deve-se ressaltar que o agronegócio brasileiro vem batendo sucessivos recordes de produção e exportação de commodities agropecuárias, onde se destaca a produção de suco de laranja, soja, açúcar, carne bovina, além da crescente venda de commodities ambientais, tais como os créditos de carbono.

Neste cenário, o Brasil é o maior produtor mundial de suco de laranja(ABECitrus, 2011), havendo grande disponibilidade de resíduos destas indústrias, tais como a polpa cítrica, que é amplamente utilizada na alimentação de animais ruminantes. Considerando sua composição em fibras e a tendência à redução do consumo quando incluída em certas proporções na dieta (DOMINGUEZ, 1995), a polpa cítrica pode ser uma potencial fonte fibrosa para os suínos.

Bampidis& Robinson (2006) demonstraram que a polpa cítrica apresenta valores próximos para as fibras solúvel e solúvel em detergente neutro (30 e 31%, respectivamente), devido ao seu alto teor em pectina (20%). De acordo com o estudo de Watanabe (2007), o nível de inclusão de polpa cítrica recomendado varia entre 8 e 10% nas dietas para suínos em terminação, não alterando negativamente o desempenho e a qualidade da carne, porém a inclusão também não proporciona melhoria nas características de carcaça, não promovendo portanto, aumento na bonificação recebida pelos produtores por carcaças de melhor qualidade.

Já em relação à soja, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) estima uma área plantada no Brasil de 24,6 milhões de hectares, gerando a produção estimada de 71,7 milhões de toneladas. A extração do óleo de soja gera coprodutos, tais como o farelo de soja e ainda a casca de soja. Considerando que a casca representa 7 – 8% do peso do grão de soja (RESTLEet al., 2004), são produzidas portanto, aproximadamente, 5,7 milhões de toneladas deste produto.

A casca de soja obtida do processamento de extração de óleo do grão de soja pode ser uma alternativa de alimento para suínos visto que por suas características bromatológicas pode substituir parte do milho e parte do farelo de soja. Este ingrediente apresenta cerca de 12% de proteína bruta, cerca de 36% de fibra bruta (ANFAR, 1989), 3765 kcal de energia bruta por kg, 1,3% de extrato etéreo, 0,5% de cálcio e 0,2% de fósforo total (EMBRAPA, 1991). Gentiliniet al. (2008),concluíram que suínos na fase de terminação podem receber até 6% de casca de soja na dieta. O comprimento de carcaça, a espessura de toucinho nas regiões da paleta, do lombo e da garupa, além das áreas de gordura e de olho de lombo também foi aumentada significativamente com nível de 6% de casca de soja na dieta em relação ao tratamento testemunha.

Além das produções agrícolas, o Brasil também se destaca na produção bovina, usualmente a baixa produção e a redução na qualidade da forragem, apresentadas pelas espécies tropicais, durante a época seca do ano, são um dos fatores responsáveis pelos baixos índices de produtividade em quase todo o Brasil. Esse fato leva à necessidade de se armazenarem forragens de alto valor nutricional, em forma de feno ou silagens, para alimentar os animais nesta época do ano, desta forma, os fenos são encontrados em todo o território nacional, podendo, portanto também ser utilizado na dieta de animais não ruminantes, tais como os suínos.

Nesse sentido, é crescente a busca por forragens que apresentem altas produções de matéria seca, com boa relação lâmina/colmo e alto valor nutritivo. O híbrido Tifton 85 (*Cynodon* spp.) é uma alternativa viável para esta finalidade e é caracterizado pela alta produção de matéria seca e alta digestibilidade, quando produzida em condições adequadas. Este híbrido apresenta porte alto, rápida taxa de crescimento e boa relação lâmina/colmo, quando comparado aos outros cultivares do gênero Cynodon (BURTON et al., 1993).

Gomes et al. (2006) realizaram um vasto estudo avaliando o fornecimento de feno de Tifton para suínos em diferentes categorias, com o incremento de fibra em detergente neutro (FDN) nas dietas e concluíram que a inclusão de fibra dietética na ração de suínos pode representar uma estratégia alimentar desta espécie monogástrica, uma vez que este componente não provoca alterações deletérias no desempenho e nem prejudica características de carcaça, adequando ganho de peso com rendimento em carne magra. Além disto, a inclusão da fibra dietética promoveu alteração morfológica em relação ao peso de alguns órgãos digestivos, indicando adaptação orgânica dos animais ao componente fibra dietética.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no departamento de Suinocultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), onde foram utilizados vinte suínos mestiços, machos castrados, com peso vivo médio inicial de 70 kg ± 1,2 kg, distribuídos em delineamento de blocos casualizados em função do peso vivo, com quatro tratamentos, a dieta referência (Tabela 1), formulada de acordo com as Tabelas Brasileiras de Exigências para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011) e as dietas teste, as quais eram constituídas de 80% da Dieta referência e 20% dos ingredientes fibrosos (**polpa cítrica, casca de soja ou feno de Tifton**), com cinco repetições (blocos) por tratamento, sendo um animal por gaiola metabólica (unidade experimental), conforme a figura 1.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional da dieta referência.

Ingredientes	Dieta-referência
Milho	81,35
Farelo de soja (45%)	16,07
Fosfato Bicálcico	0,82
Calcário	0,65
Suplemento vitamínico[1]	0,40
Suplemento mineral[2]	0,10
Sal	0,40
L-Lisina (78%)(HCl)	0,15
Sulfato de cobre (25%)	0,06
Valores calculados	
EM, kcal/kg	3230
Proteína bruta, %	14,19
Metionina digestível, %	0,22
Metionina + cistina digestível, %	0,45
Lisina total, %	0,76
Lisina digestível, %	0,68
Treonina digestível, %	0,45
Cálcio, %	0,53
Fósforo total, %	0,44
Fósforo disponível, %	0,25

[1]Quantidades por kg de ração: vit. A - 2520 UI; vit. D_3- 540 UI; vit. E - 9,9 UI; vit. K_3 - 0,72 mg; tiamina - 404 mcg; riboflavina - 1,98 mg; piridoxina - 404 mcg; vit. B_{12} - 8,1 mcg; ácido fólico – 225,2 mcg; ácido pantotênico - 6,3 mg; niacina - 12,6 mg; promotor de crescimento - 10 mg; Se - 0,24 mg.
[2]Quantidades por kg de ração: Cu - 9 mg; Fe - 81 mg; I – 0,9 mg; Mn - 54 mg; Zn - 135 mg.

As quantidades das dietas fornecidas foram calculadas de acordo com o peso metabólico ($PV^{0,75}$) e umedecidas na proporção de 1:1 água e ração, sendo fornecidas aos animais em duas refeições diárias, às 08:00 e às 16:00 horas. A partir do consumo médio de ração na fase de adaptação, foi estabelecida a quantidade restrita de ração (QRR) fornecida durante os dias de coleta de fezes, de acordo com os seguintes cálculos:

QRR = I x Peso metabólico

onde:

- QRR = Quantidade restrita de ração (kg);
- I = Índice = consumo médio de ração dos 7 dias (kg) / Peso metabólico;
- Peso metabólico (kg) = $(\text{Peso vivo})^{0,75}$

O índice I foi calculado para todos os animais, no entanto, foi adotado o menor valor de I, para o cálculo do QRR. Apesar de haver a padronização do valor de I, o CRR foi determinado individualmente, sendo calculado também em função do peso de cada animal. A água foi fornecida à vontade durante todo o período experimental.

Figura 1. Gaiolas metabólicas (unidades experimentais)
Fonte: BERENCHTEIN, 2013.

Na fase de adaptação, os animais foram estimulados a consumirem o máximo de ração e visando evitar sobras na fase de coleta, as quantidades de ração em cada tratamento foram baseadas no menor consumo dentre os animais do bloco, obtido no período de adaptação. Foi adicionado óxido férrico às dietas como marcador para indicar o início e o final da coleta de fezes, sendo que a determinação da digestibilidade dos nutrientes e a da energia foi efetuada pelo método da coleta total de fezes e urina dos suínos, os quais foram alojados em gaiolas de estudos metabólicos durante 12 dias. Os sete primeiros dias foram destinados a determinação do consumo diário de ração, adaptação às gaiolas e às rações, e já os cinco dias finais, para coleta de fezes e de urina. As fezes foram coletadas e pesadas duas vezes ao dia, sendo posteriormente mantidas congeladas. A urina foi coletada diariamente em baldes de plástico,

filtrada e o volume produzido mensurado, sendo que uma alíquota de 20% foi mantida congelada. Em cada recipiente utilizado para coleta de urina foram adicionados 20 mL de solução 1:1 de ácido clorídrico e água destilada, para evitar proliferação microbiana e volatilização de nitrogênio.

Após a coleta das fezes e urina, essas foram imediatamente acondicionadas em sacos e potes plásticos respectivamente, devidamente identificados e posteriormente congeladas.

Ao final do período de coleta, as amostras fecais de cada animal foram descongeladas e homogeneizadas, retirada uma subamostra equivalente a cerca de 600g. Estas subamostras foram secas em bandejas de alumínio, em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, durante 72 horas. Posteriormente, foram finamente moídas em moinho tipo Willey, em peneira crivada de 1 mm de diâmetro e submetidas às análises bromatológicas, realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (ICSEZ) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), campus Parintins-AM

Nas amostras de fezes e das dietas foram avaliados os teores de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), de acordo com Silva (2002), já nas amostras de urina foram ainda efetuadas análises de EB e nitrogênio.

Foram calculados os coeficientes de digestibilidade da MS, EB, PB, FDN, FDA, assim como os respectivos nutrientes digestíveis das rações. Pelas análises a serem feitas na urina também serão calculados o coeficiente de metabolizabilidade da energia, a energia metabolizável e o balanço de nitrogênio, calculados de acordo com metodologia proposta por Adeola (2001).

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

As análises químicas e os testes alimentares são os primeiros itens para determinar o potencial e o valor nutritivo dos alimentos. As espécies animais aproveitam os alimentos de

forma diferente, sendo essa variação quantificada mediante a determinação de seus coeficientes de digestibilidade e posteriormente a digestibilidade dos alimentos e/ou dietas.

A digestibilidade é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia nela contidos. A determinação da digestibilidade dos nutrientes de um ingrediente é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em rações para animais (PEZZATO et al., 2004).

Na Tabela 2 é encontrada a composição química, tais como a matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), os coeficientes de digestibilidade, bem como os nutrientes e a energia digestíveis do Feno de Tifton, Polpa Cítrica e da Casca de Soja.

Tabela 2. Composição química, teor de energia bruta, coeficientes de digestibilidade aparente (CD) e Nutriente Digestível (ND) das diferentes fontes fibrosas para suínos na fase de terminação.

Item	Composição Química			CD, %			ND		
	Feno de Tifton	Polpa Cítrica	Casca de Soja	Feno de Tifton	Polpa Cítrica	Casca de Soja	Feno de Tifton	Polpa Cítrica	Casca de Soja
Matéria Seca, %	93,94	90,19	91,32	65	89,1	55,63	61,06	80,35	50,8
Energia Bruta, kcal/kg[1]	3984,06	3650	3900	67,26	70,75	57,69	2425,78	2850	2250
Proteína Bruta, %	5,21	10,48	10,72	64,55	14	73,20	3,36	1,47	7,85
FDN %	74,67	20,86	68,09	38	39	31,87	28,47	8,14	21,7
FDA, %	45,28	17,44	50,89	50	45	51,86	22,63	7,85	26,39

[1]Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (LANA/CENA/USP)

O Feno de Tifton apresentou 2425 kcal de energia digestível/kg, com baixo teor de proteína digestível (3,36%). Quanto aos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentou teores de 28,47 e 22,63%, respectivamente. A polpa cítrica apresentou 2850 kcal de energia digestível/kg, porém baixo teor de proteína digestível

(1,47%). Quanto aos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentou teores de 8,14 e 7,85%, respectivamente. Já a casca de Soja, apresentou 2250 kcal de energia digestível/kg, com proteína digestível alta em relação ao teor de Proteína Bruta (7,85%), em virtude do coeficiente de digestibilidade ser relativamente alto. Quanto aos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentou teores de 21,7 e 26,39%.

Estes resultados estão de acordo com os determinados pelas Tabelas Brasileiras de Exigências para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011), e ainda de acordo com os postulados de Gomes (2006) e Watanabe (2007), os quais avaliaram a inclusão de Feno de "Coast Cross" e Polpa Cítrica na dieta de suínos.

Embora o presente experimento tenha avaliado a digestibilidade dos alimentos e não das dietas, para efeito comparativo, os experimentos de Lun, Smulders e Adeola (1988), encontraram valores de digestibilidade similares para matéria seca, energia bruta, energia digestível e energia metabolizável em rações de suínos em crescimento com a substituição de 50% do milho por triticale; entretanto, o incremento da fibra dietética acarretou decréscimo na digestibilidade aparente da proteína, nitrogênio diário absorvido e nitrogênio fecal, sendo causado provavelmente em decorrência da maior síntese de proteína microbiana no intestino grosso e consequentemente, aumento da excreção de nitrogênio bacteriano (SAUER et al. 1991), decrescendo portanto a digestibilidade da proteína.

Em relação ao Feno de Tifton, Rodriguez, Boucourt e Riveri (1990), analisando a inclusão de feno de "coastcross", todavia, observaram que a inclusão do mesmo acarretou redução na digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta, nitrogênio e fibra bruta.

Segundo Gomes et al. (2007) a redução da digestibilidade da matéria seca em rações contendo incremento de FDN pode ser acarretada pela substituição de uma fonte de

carboidrato altamente digestível (amido do milho) por outra fonte de menor digestibilidade como o feno de gramínea, rico em polissacarídeos não amiláceos, que apresentam menor grau de fermentabilidade, ou talvez devido à maior rapidez da taxa de passagem do digesta pelo trato gastrintestinal, fato que reduz a fermentação dos carboidratos estruturais.

Já Nadai (2003) avaliando a inclusão da casca de arroz para suínos em restrição alimentar quantitativa, verificou que a inclusão de 20% acarretou a redução da digestibilidade de ingredientes nobres como o milho e o farelo de soja.

Assim como os resultados obtidos no presente estudo, Watanabe (2007) demonstrou que a polpa cítrica apresentou alto coeficiente de digestibilidade da MS (72,60%), possivelmente por apresentar elevado teor de fibra solúvel, passível de maior fermentação, afirmando ainda, que os efeitos da fibra sobre a digestibilidade do alimento são distintos devido à solubilidade dos seus constituintes.

A princípio, podemos concluir que em virtude dos suínos na fase de terminação apresentarem completo desenvolvimento do sistema digestório, isso os torna capazes de degradar os diversos componentes da fibra, principalmente no ceco, variando de acordo com a os teores de FDN e FDA do ingrediente avaliado.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que as fontes fibrosas apresentam teores de Energia e nutrientes digestíveis bastante semelhantes, não alteram a produção de energia renovável e ainda são interessantes ao uso na configuração das matrizes nutricionais de suínos em terminação.

6. REFERÊNCIAS

ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **SWINE NUTRITION**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, p.903-916, 2001.

ANFAR - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES.**Padrõesoficiais de matériasprimasdestinadas à alimentação animal**. 40p. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CÍTRICOS. **Estatísticas**. 2011.
BAMPIDIS, V. A.; ROBINSON, P. H. Citrusby-products as ruminantfeeds: A review. **Anim. FeedSci. Technol.**128: 175–217, 2006.Disponível em: <http://www.abecitrus.com.br/>. Acesso em: 12 jun. 2014.

DIERICK, N. A. et al. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 141-167, 1989.

DOMÍNGUEZ, P.L. Pulpa de cítricosen la alimentación de cerdos.**RevistaComputadorizada de ProducciónPorcina**, Havana, v.2, n.2, p. 56-67,1995.

EMBRAPA.Suínos e Aves (Concórdia, SC).Tabela de ComposiçãoQuímica e ValoresEnergéticos de Alimentos para Suínos e Aves.3 ed. Concórdia, 1991.97p. (EMBRAPA- Suínos e Aves.Documento, 19).

ETIENNE, M. Utilization of high fibre and cereal by sow, a review.**Livestock and Production Science**, v. 16, p. 229-241, 1987.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.Restrição alimentar qualitativa e desempenho de suínos dos 90 aos 125kg de PV. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,41., 2004, Campo Grande. **Anais…** Campo Grande, 2004.

GENTILINI, F. P; LIMA, G. J. M. M.; GUIDON, A. L.; RUTZ, F. Casca de sojaemdietas para suínosemcrescimento e terminação. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.375-382, abr-jun, 2008.

GOMES, B. V.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C. A. A. Estudo das características físico-químicas de fenos de palhas. II. Efeito sobre a degradabilidade "in situ" da matéria seca, proteína bruta e fibra detergente neutro. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 2, p. 292-304, 1994.

GOMES, J. D. F. **Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro, sobre parâmetros de desempenho, de digestibilidade dos componentes dietéticos e da morfologia intestinal de marrãs.** Botucatu, 110p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, 1996.

GOMES, J. D. F. FUKUSHIMA, R. S. PUTRINO, S. M. et al. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. Braz. J. vet.**Res. anim. Sci**., São Paulo, v. 43, n. 2, p. 202-209, 2006.

GOMES, J. D. F.;FUKUSHIMA, R. S.; GOMIDE, C. A. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre digestibilidade, desempenho e características de carcaça: II. fêmeas suínas em pré-puberdade e puberdade. **Semina:Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 727-738, out./dez. 2007b.

GOMES, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina,v. 28, P. 483-492, 2007.

GOMES, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; MARTELLI, M. R. Desempenho e Características de Carcaça de Suínos Alimentados com Dieta com Feno de Tifton (*Cynodondactylon*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 59-67, jan./mar. 2008.

KENNELLY, J. J.; AHERNE, F. X.; SAUER, W. C. Volatile fatty acid production in the hindgut of swine.**CanadianJournal Animal Science**, v. 61, p. 349-361, 1981.
LUDKE, J. V. A finalidade da nutrição animal. **Suinocultura Industrial**, Porto Feliz, ano 22, n. 143, p.12-15, 2000.

LUN, A. K.; SMULDERS, A. H. M.; ADEOLA, O. Digestilibityandacceptabilityof OAC wintri triticale bygrowingpigs. **CanadianJournalof Animal Science**, Otawa, v.68, p.503-510, 1988.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras, p.188-212. 1992.

MITARU, B. N. et al. Dark and yellow rapeseed hulls, soybean hulls and a purified fiber source: their effects on dry matter, energy, protein and amino acid digestibilities in cannulated pigs. **Journal of Animal Science**, v. 59, p. 1510-1518, 1984.

NÄÄS, I.A**. Interrelações do Conforto Térmico, dos Níveis de Ruído e da Qualidade do Ar na Produção de Suínos** – Creche e Terminação.Relatório de Projeto de Pesquisa. FAPESP. 89p. 2003.

NADAI,A. **Casca de arroz na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação. Jaboticabal**. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

NOBLET, J.; GOFF LE, G.Effect of dietary on the energy value of feeds for pigs.**Animal Feed Science and Technology**,v. 90, p. 35-52, 2001.

OLIVEIRA, E.R.A., SILVA, J.H.V., COELHO, M.S. et al. **Alimentos fibrosos para suínos**. PUBVET,v.2, n.25, Art#262, 2008.

PENZ JÚNIOR, A. M. Alimentação à vontade para porcas em gestação. In:SIMPÓSIO NACIONAL DE SUINOCULTURA, 2., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, p. 29-52, 2001.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*). **Acta Scientiarun – Animal Science**, v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004.

POLLMANN, D. S.; DANIELSON, D. M.; PEO JR, E. R.Value of high fiber diets for gravid swine.**Journal of Animal Science**, v. 48, p. 1385-1393, 1979.

POND, W. G. Plant fibre utilization by pigs.**Pig News and Information**, v. 10, p. 13-15, 1989.

RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES, D.C.F. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.

RODRIGUEZ, N.; BOUCOURT, R.; RIVERI, S. Digestiveindicators in pigsconsuming high final molasseslevelswiththeadditionoffiber. **Pig News andInformation**, London, v.11, p.436, 1990.

ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais.Viçosa: ImprensaUniversitária/UFV, 2011.

SAUER, W. C.; MOSENTHIN, R.; AHRENS, F.; HARTOG, L. A. The effectofsourceoffiberonilealand fecal amino aciddigestibilityandbacterialnitrogenexcretion in growingpigs. **Journalof Animal Science**, Savoy, v.69, n.10, p.4070-4077, 1991.

SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A.Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs.**Journalof Animal Science,** v. 72, p. 2362-2368, 1994b.

SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A.Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs.**Journal of Animal Science,** v. 72, p. 2362-2368, 1994.

SCHULZE, H.; VERSTEGEN, M.W.A.; TAMMINGA, S. Effect of an increased NDF content in the diet on urinary and faecal nitrogen (N) excretion in young growing pigs.**Pig News and Information**, v. 15, p. 390, Abstract. 1994a.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora UFV, 2002.

SOUFFRANT, W. B. **Effect of dietary fibreileal digestibility and endogenous nitrogen losses in the pig**. Anim. Feed Sci. Technol., 90: 93-102, 2001.

SOUFFRANT, W. B. Effectofdietaryfibreilealdigestibilityandendogenousnitrogenlosses in thepig. **Anim. FeedSci. Technol**., 90: 93-102, 2001.

SOUZA, O.; SANTOS I. E. Uso de resíduos pode incrementar a produção. **Revista DBO**. São Paulo, pp 88, 2004.

THEANDER, O.; WESTERLUND, E.; AMAN, P.Plant cell walls and monogastric diets.**Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 205-225, 1989.

VAREL, V. H. **Activityoffiber-degradingmicroorganisms in thepiglarge intestine**. J. Anim. Sci., 65: 488-496,1987.

WATANABE, P. H. **Polpa cítrica na restrição alimentar qualitativa para suínos em terminação.** Jaboticabal, 79p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV; Universidade Estadual Paulista, UNESP, 2007.