

CRISTINA LÚCIA MICHAELLO MACÊDO DO NASCIMENTO

VALOR NUTRICIONAL E ENERGÉTICO DO FARELO DE
ALGODÃO DE ALTA ENERGIA® EM RAÇÕES PARA SUÍNOS

RECIFE
PERNAMBUCO - BRASIL

2009

CRISTINA LÚCIA MICHAELLO MACÊDO DO NASCIMENTO

VALOR NUTRICIONAL E ENERGÉTICO DO FARELO DE
ALGODÃO DE ALTA ENERGIA® EM RAÇÕES PARA SUÍNOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área Nutrição de Não Ruminantes.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Júnior, D. Sc.

Co-orientadores: Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, D.Sc.

Carlos Boa-Viagem, D.Sc.

RECIFE
PERNAMBUCO - BRASIL

2009

Ficha catalográfica

N244v Nascimento, Cristina Lúcia Michaello Macedo do
Valor nutricional e energético do farelo de algodão de alta
energia ® em rações para suínos / Cristina Lúcia Michaello
Macedo do Nascimento. - 2009.
64 f. : il.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Júnior
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.
Inclui referencia.

CDD 636.0852

1. Alimentos alternativos
2. Digestão
3. Valores energéticos
4. Ganho de peso
5. Carcaças
6. Nutrição animal
7. Suínos
 - I. Dutra Júnior, Wilson Moreira
 - II. Título

VALOR NUTRICIONAL E ENERGÉTICO DO FARELO DE ALGODÃO DE ALTA
ENERGIA® EM RAÇÕES PARA SUÍNOS

CRISTINA LÚCIA MICHAELLO MACÊDO DO NASCIMENTO

Dissertação defendida e aprovada em, ____ / ____ / ____, pela Banca Examinadora.

Orientador:

Prof. Wilson Moreira Dutra Júnior, D. Sc.
Presidente - UFRPE

Examinadores:

Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, D.Sc.
Professora – UFRPE

Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, D. Sc.
Professora – UFRPE/UAG

Terezinha Domiciano Dantas Martins, D. Sc.
Professora – UFPB/CCHSA

RECIFE
PERNAMBUCO - BRASIL
2009

Aos meus pais, “Amo vocês”

José Macêdo do Nascimento (in memorian) pelo incentivo, sempre para o prosseguimento dos meus estudos. E dizendo que: “O estudo é a única coisa na vida que ninguém te rouba”.

Pai eu senti muita a falta da tua presença física na minha conclusão da graduação e hoje na minha pós, mas sei que estás muito presentes espiritualmente neste momento importante da minha vida.

Otilia Michaello Macêdo do Nascimento (minha Gordita), que sempre nos ensinou a ser guerreira e que atualmente está dando esse exemplo de vida para todos nós, vencendo todos os obstáculos e surpreendendo a toda uma UTI de um hospital. Mãe, eu devo minha vida a ti e hoje me vejo sem o teu colo pra me acolher num momento especial da minha vida. Como eu queria a tua presença Mãe!

DEDICO

Aos meus irmãos, Cláudio, Flávio, Fátima, Vera, Regina, Ana, Carmem e Luciana. Aos meus sobrinho e sobrinhos netos, para que acreditem na perseverança de ir em busca de seus sonhos e objetivos de vida, sempre com fé, respeito, carinho e amor ao próximo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo o dom da vida, e por ter me dado o privilégio de ser filha dos meus pais José Macêdo e Ottilia Macêdo.

Aos meus pais, pelos ensinamentos de honestidade, educação, carinho, respeito e amor ao próximo, sempre nos orientando a caminhar para a vida.

À minha irmã Vera Macedo e sobrinha Mirella, pelo apoio, compreensão, carinho, cumplicidade, incentivando-me e dando-me forças nos momentos difíceis.

À Jandyra Guerra, pelo carinho e incentivo, quando em momentos de cansaço e desespero, sempre me deu forças para continuar e, muitas vezes, utilizando-se do dom materno para comigo.

À Empresa Bunge Alimentos S.A, pelo apoio na pesquisa através da pessoa do Dr. Silvio Souza, pelo fornecimento das matérias primas para as rações utilizadas no desenvolvimento da pesquisa.

À Granja Bom Recreio, de propriedade da Sra. Elza Alves de Souza, pela aquisição dos animais para a realização da pesquisa.

Ao Prof^o Wilson Moreira Dutra Junior e orientador, por ter me aceitado como orientanda, mesmo antes de prestar a seleção como aluna especial, repassando os seus conhecimentos, sempre prestativo, compreensivo e paciente, dando-me forças nos momentos difíceis.

Ao Prof^o Carlos Boa-Viagem Rabello, como co-orientador, que, muitas vezes, na ausência do orientador, sempre foi atencioso e solícito quando o procurava para algumas dúvidas nos meus cálculos.

À Prof^a Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pela presteza com que me atendeu sempre que era solicitada.

À Prof^a Ângela Batista, pelo seu acolhimento e carinho no Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia, quando das realizações das minhas análises.

À Prof^a e Amiga Elisa Cristina Modesta, pela força e carinho.

À Prof^a e amiga Maria Eunice Queiroz Vieira, por me iniciar na área de pesquisa na graduação e incentivando o meu ingresso ao mestrado.

A todos os professores da pós-graduação que contribuíram para minha formação profissional.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Departamento de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade da realização do meu mestrado.

Aos funcionários e ao Prof. Ariosvaldo Nunes de Medeiros, responsável pelo Laboratório de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba – Campus Areia, pelo acolhimento e ensinamentos para a realização das análises de energia bruta.

Aos estagiários: Guilherme, Michelle, Débora, Liliane, Rafaela, Alex, Almir, Rafael, Caio, Alexandre, Silvania, Monique (Codai), Ivânia, Flávia, Juliana e Thiago. A participação de todos foi fundamental para a realização da pesquisa. Vocês formaram uma equipe coesa e equilibrada, atributos indispensáveis para o sucesso.

Em especial, ao casal Guilherme e Michelle que, de estagiários, passaram a fazer parte do meu ciclo de amizades; pelo carinho, cumplicidade e dedicação até o final, vocês foram enviados por Deus, Amo vocês!

À amiga e irmã desde a graduação, Laura Leandro da Rocha, pelo carinho, apoio e incentivo. Obrigada por tudo. Como também a Francisco (Chico), pelo apoio.

Aos amigos de equipe da suinocultura: Izaura Lorena, Elisabeth Cristina, Clenilson, Alcilene, Cláudio, pela colaboração e apoio E em especial a Marco Aurélio pela presteza, dedicação e colaboração nas minhas estatísticas, valeu amigo!

A Edney, pela colaboração, repassando um pouco de suas idéias e sempre dando contribuições valiosas. Micheli, pela sua presteza nas análises de laboratório e apoio.

Aos amigos da pós-graduação, que, indiretamente, me ajudaram na sala de informática ou em outros momentos: Fabiana Maria, Thaysa, Evaristo, Érica Carla, Alessandra, Carolina, Polyana. E, em especial, a minha amiga Keyla (Lady) pelo carinho e palavras de conforto, Fabiana Lopes(Faby), amiga para todas as horas.

A Stélio, pela sua contribuição valiosa, com disposição a colaborar mesmo a distância.

À zootecnista Fátima Sampaio, responsável técnica pelos setores de Suinocultura e Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFRPE.

Aos irmãos por afinidade, Cleidida e Fernando Tavernari, pelo apoio e carinho.

A Edmilsom, pela contribuição na elaboração do meu projeto.

À amiga piralha Waleska (in memorian), pelo apoio e carinho.

À Raquel e Omér, pela contribuição, no Laboratório do Departamento de Zootecnia.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia (Sr. Nicácio, Roberto, Cristina e Sr. Bui).

Aos meus colegas e chefia de trabalho da Dircon-Secretaria de Planejamento da Prefeitura do Recife, pela compreensão, nos momentos que precisava me ausentar para

as atividades experimentais, nas pessoas de: Maristela Araújo, Maria Lúcia Amorim e Renilson Nascimento.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu concluísse mais uma etapa da minha vida.

LUZ PARA TODOS

09/01/94

A luz do sol nos ilumina tanto

A luz do mar é luz e é poesia

Que venha a luz que nos afaste o pranto

Bendita luz que aclare os nossos dias.

A luz do céu que envolve a nossa mente

É luz-amor que chega como a fé

A luz do alto que diz “está presente”

É luz maior, que vem do Onipotente.

Boa Viagem – José Macedo

(Ditada por ele)

“Tudo é do Pai”!

Toda honra e toda a Glória,

É dele a vitória alcançada em minha vida.....

Autor: Frederico Cunha

BIOGRAFIA

CRISTINA LÚCIA MICHAELLO MACÊDO DO NASCIMENTO, filha de José Macêdo do Nascimento (*in memorian*) e Otilia Michaello Macêdo do Nascimento, nasceu em Recife, Pernambuco, em 28 de Agosto de 1958.

Em Abril de 2003, Graduiu-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Em Março de 2007 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia no Departamento de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na área de Produção Animal, concluindo em Agosto de 2009.

SUMÁRIO

Introdução Geral	13
Literatura Citada	20
CAPÍTULO I: Valor Nutritivo do Farelo de Algodão de Alta Energia® para Suínos em Crescimento	
Resumo	24
Abstract	25
Introdução	26
Material e Métodos	27
Resultados e Discussão	30
Conclusões	33
Literatura Citada	34
CAPÍTULO II: Desempenho e Características de Carcaças em Fêmeas Suínas nas Fases de Crescimento e Terminação com Farelo de Algodão de Alta Energia®	
Resumo	37
Abstract	38
Introdução	39
Material e Métodos	41
Resultados e Discussão	48
Conclusões	61
Literatura Citada	62
Anexo: Normas da Revista Brasileira de Zootecnia	64

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I – Valor nutritivo do farelo de algodão de alta energia® para suínos em crescimento.

Tabela 1 – Composição centesimal da ração referência	28
Tabela 2 – Médias dos teores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de extrato etéreo (EE), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA) e de energia bruta (EB), determinadas para o farelo de algodão de alta energia ® (FAAE)	30
Tabela 3 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), extrato etéreo (CDEE) e valores de matéria seca digestível (MSD), proteína bruta digestível (PBD), energia digestível (ED) e extrato etéreo digestível (EED) do FAAE.	31

CAPÍTULO II - Desempenho e características de carcaças em fêmeas suínas nas fases de crescimento e terminação com farelo de algodão de alta energia®

Tabela 1 – Composição alimentar e valores analisados das rações experimentais para a fase de crescimento	43
Tabela 2 – Composição alimentar e valores analisados das rações experimentais para a fase de terminação	44
Tabela 3 – Desempenho das fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão de alta energia (FAAE)	50
Tabela 4 – Coeficiente de digestibilidade aparente da material seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e do extrato etéreo (CDAEE) das dietas com diferentes níveis de inclusão do FAAE	52
Tabela 5 – Parâmetros das características de carcaças de fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do FAAE.....	54
Tabela 6 – Características dos cortes comerciais em fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do FAAE.....	56
Tabela 7 - Média dos pesos e rendimentos dos órgãos internos das fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do FAAE.....	57
Tabelas 8 – Médias dos parâmetros de avaliação econômica (R\$) para os períodos experimentais: receita bruta média (RBM), custo médio da alimentação (CMA), margem bruta média (MBM) e rentabilidade média (RM)	59

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 - Fluxograma do processamento do algodão e produção do FAAE..... 16

INTRODUÇÃO GERAL

A suinocultura moderna exige, cada vez mais, o uso adequado das tecnologias de produção disponíveis. Com o avanço na área de melhoramento genético e com a utilização de linhagens de suínos, mais produtivas e mais exigentes em ambiente, nutrição e manejo, trazem como consequência a necessidade de se buscar um maior profissionalismo na atividade, com a adoção de tecnologias e procedimentos que maximizem o desempenho ao menor custo de produção possível. A alimentação é o componente de maior participação no custo de produção, exigindo uma atenção especial dos suinocultores. Isso implica na escolha cuidadosa dos alimentos, na formulação precisa das rações, e também, na correta mistura dos ingredientes (EMBRAPA, 1999).

Os períodos de instabilidade são freqüentes na suinocultura brasileira devido à elevação de preços dos ingredientes que compõem as rações (Trindade Neto et al. 1995). Em virtude das matérias-primas utilizadas na fabricação das rações para suínos serem compostas principalmente pelo milho e o farelo de soja, respectivamente, como alimento energético e suplemento protéico, os suinocultores ficam sujeitos às oscilações no custo dessas matérias - primas, ocasionando alterações no custo final da produção de suínos. Portanto, têm-se buscado alternativas que viabilizem a substituição parcial ou total desses ingredientes (Moreira et al., 2006).

A alimentação representa a maior parte do custo total de produção de suínos, e, portanto, pode-se avaliar a necessidade de aperfeiçoamento e eficiência alimentar à medida que se conhece a disponibilidade dos nutrientes nos alimentos e as exigências dos animais, nas diferentes fases de produção (Mascarenhas et al., 2002).

Dentro desse contexto, surge como um desafio para os nutricionistas a busca constante de alimentos alternativos que possam substituir os alimentos tradicionais, de

forma a reduzir custos, assim como manter e melhorar o desempenho dos animais. E para isso faz-se necessário o conhecimento das características químicas, físicas e aspectos econômicos e limitações dos alimentos (Barbosa & Gattás, 2004), assim como a disponibilidade comercial, qualidade e quantidade de energia e características dos nutrientes (Bellaver & Ludke, 2004).

A utilização de ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja na alimentação de suínos tem despertado interesse continuamente, quando, sob o ponto de vista nutricional e econômico, atingem os objetivos do setor (Silva et al., 2002). Uma das alternativas que vem sendo estudadas é a utilização do farelo de algodão, que é um subproduto da industrialização do algodão, obtido a partir do caroço decorticado após a extração do óleo por solvente e moagem fina para o consumo humano (Butolo, 2002). O alto teor relativo de proteína bruta e o baixo custo do farelo de algodão o tornam uma opção para a formulação de dietas para não-ruminantes. Porém, devido à presença do gossipol e à baixa composição de aminoácidos, alto teor de fibra, combinado ao valor nutricional da proteína, limitam a sua utilização em larga escala (Prawirodigdo et al., 1997).

De acordo com Andrigueto et al. (1982), o algodoeiro, *Gossypium hirsutum*, família das malváceas, é cultivado para a produção de fibra. A torta resultante do processo de cozimento da semente e posterior prensagem ou extrusão para a extração do óleo, representa mundialmente a segunda mais importante fonte de suplemento protéico disponível para a alimentação animal, ultrapassada apenas pela soja.

A cultura do algodão tem grande destaque mundial por fornecer matéria - prima aos setores de grande necessidade para a população e importância econômica, como vestuário, produtos farmacêuticos e hospitalares. O produto principal da cotonicultura é a fibra de algodão, e do algodoeiro se aproveita tudo. A semente de algodão tem grande

importância na fabricação do óleo bem como para o fornecimento *in natura* ou extrusado na alimentação animal. A cada 100 kg de algodão em pluma, resulta uma produção média de 26,23 kg de farelo (Lopes, 2003).

Segundo dados da COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB, 2009), a área plantada com a cultura de algodão subiu de 848 mil hectares para 852,6 mil hectares, sendo 20,9% inferior à área cultivada na safra de 2007/2008. No levantamento da produção de grãos da safra 2008/2009, houve uma produção total de 3,21 milhões de toneladas, o que representa uma queda de 21,9 % em relação à safra anterior. Os números apontam que a produção do algodão em caroço deve atingir 1,952 milhões de toneladas e para o algodão em plumas, 1,253 milhões de toneladas, para a atual safra 2008/2009.

A Região Centro-Oeste é a maior produtora do país, tendo o estado do Mato Grosso como principal produtor nacional, contribuindo com 61% da produção de algodão em caroço. Mesmo com a redução de 30% devido às instabilidades climáticas, o estado não apresentou alterações na produção do algodão em plumas (CONAB, 2009).

A Região Nordeste, com uma área plantada de 335,4 mil hectares de algodão herbáceo, é responsável por cerca de 30% da produção brasileira. A Bahia, com uma área plantada de 247 mil hectares, é o principal estado produtor da Região Nordeste e o segundo do país, apresentando uma produção estimada em 815,1 mil toneladas de algodão em caroço, o que corresponde a 88% da produção regional (Barbosa & Caser, 2005).

A composição do farelo de algodão é altamente variável, dependendo da variedade plantada, e da quantidade de cascas extraídas durante o processamento. Assim pode - se ter farelos de algodão com baixos teores de fibra e altos teores de proteína.

Quando houver separação das cascas durante o processo, sendo estes recomendados para utilização nas dietas de aves e suínos ou tem-se farelos de algodão com altos teores de fibra e baixos teores de proteína. Quando as cascas forem pouco separadas, ou muitas vezes adicionadas no final do processo, estes são recomendados para uso em dietas de ruminantes (Polinutri Alimentos, 2003).

Quanto ao farelo de algodão com alta energia® (FAAE), este é obtido a partir do deslintamento, com a retirada dos fios remanescentes do caroço de algodão (cariopses), que é quebrado para depois passar pelo condicionador e ser extrusado. Daí então será prensado para separar o farelo da borra, que depois de ser resfriado será comercializado a granel ou em sacos. Esse processo de extrusão pelo qual passa o caroço confere ao alimento uma melhor digestibilidade se comparado a “torta gorda” e ao caroço de algodão *in natura*. A Figura 1 demonstra as fases do processamento do algodão e a produção do farelo utilizado nesse trabalho.

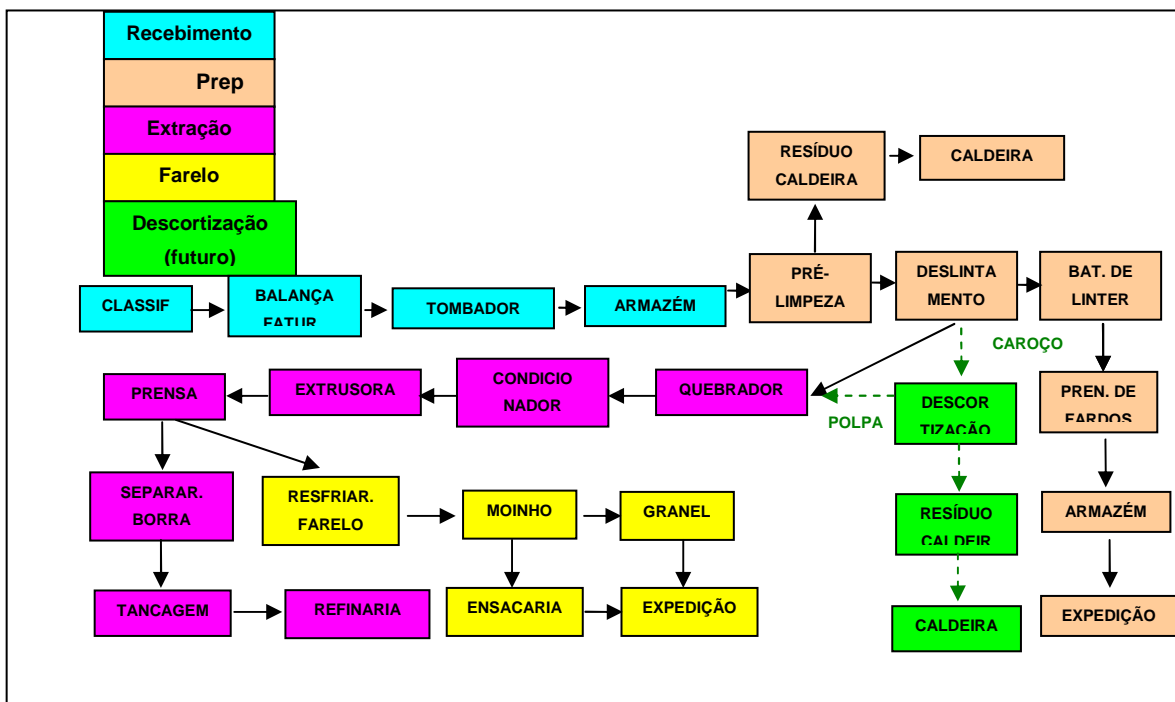


Figura 1. Fluxograma do processamento do algodão e produção do FAAE.

Fonte: Bunge Alimentos(2007).

As análises de proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo e gossipol livre são nutrientes importantes como ferramentas para se avaliar o valor nutritivo do farelo de algodão e a estratégia de uso deste alimento nas rações de aves e suínos torna-se interessante devido à alta variação de preços existente no mercado. A análise química desse ingrediente é condição obrigatória para a correta formulação e ajuste nutricional das rações de aves e suínos. Em situações práticas, a utilização do farelo de algodão se torna viável economicamente quando seu preço representa 45% ou menos do preço do farelo de soja quando usada em formulações para aves e 55% ou menos do preço do farelo de soja quando usada em formulações para suínos (Polinutri Alimentos, 2003).

Segundo Tanksley Junior (1992), o farelo de algodão possui elevados teores de fibras e conseqüentemente baixos valores de energia digestível para não-ruminantes, visto que o teor de fibra dos alimentos para suínos é inversamente proporcional ao valor energético deles (Chiba, 2000). Como também possui a relação Ca: P muito elevada, chegando a 6:1 (NRC, 1998; Ferreira et al., 1997), além de elementos antinutricionais, como o gossipol, variando com as diversas formas de processamento.

Outro fator que dificulta sua utilização são as formas de processamento (prensas hidráulicas, extrusão ou solventes) para a retirada do óleo, que resultam em farelos com diferentes características químicas e nutricionais, dificultando a elaboração de dietas de forma precisa. Valores de proteína bruta de 30 a 39% são citados por Rostagno et al. (2005), enquanto Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000) indica até 50% de PB nos farelos de algodão, grandes variações também são encontradas nos valores dos demais nutrientes e da energia dos farelos.

O farelo de algodão tem sido avaliado como alimento alternativo ao farelo de soja, visando sua inclusão em rações para suínos nas diferentes fases de criação (Moreira et al., 2003; Paiano et al., 2006). Entretanto, apresenta como fator antinutricional o

gossipol ($C_{30}H_{30}O_8$), um pigmento polifenólico amarelo presente nas sementes, hastes e raízes da planta do algodão, confinado em glândulas especiais (glândulas de gossipol), perfazendo 20,6 a 30% do peso dessas glândulas. Este composto possui vários subtipos, todos com propriedades semelhantes. As mudanças em sua conformação estão relacionadas ao local em que as glândulas que o produzem se localizam: planta, folhas, flor ou semente (Stipanovic, 1988).

O gossipol pode ser classificado tanto como um fator tóxico, como um fator anti-nutricional. A sua concentração na planta depende da espécie, temperatura e índice pluviométrico durante o crescimento, apresentando correlação negativa com a temperatura ambiente e positiva com o índice pluviométrico. O conteúdo de gossipol varia entre as espécies de plantas, podendo oscilar de 0,002% a mais de 6%. A semente de algodão pode conter quinze pigmentos diferentes de gossipol, em grânulos. No caroço de algodão, o gossipol total está em torno de 1,32% e o livre varia de 0,7 a 0,8%; enquanto no farelo, o gossipol total é de aproximadamente 1,06% e o livre varia de 0,3 - 0,5% (Randel et al., 1992).

Os níveis de gossipol podem estar presentes sob duas formas: livre ou condensada. Níveis de gossipol condensados altos indicam baixa disponibilidade do aminoácido lisina e baixa digestibilidade da proteína, porém, não-tóxica. Já os níveis de gossipol livres elevados (acima de 100 ppm) provocam efeitos tóxicos e antinutricionais para suínos e aves (Tanksley Junior, 1992). Os efeitos tóxicos são cumulativos e a morte de suínos pode ocorrer após 4 a 8 semanas de uso de altos níveis de inclusão de farelo de algodão com elevados níveis de gossipol livre. O gossipol livre reduz a capacidade carreadora de oxigênio no sangue e resulta em respiração curta e edema de pulmões. Prejuízos às funções reprodutivas também ocorrem, principalmente, em machos observando-se acentuado dano testicular (Polinutri Alimentos, 2003).

A intoxicação pelo gossipol pode causar esterilidade dos reprodutores suínos, debilidade muscular, edema cardíaco (Polinutri Alimentos, 2002) e outros prejuízos econômicos decorrentes da queda do desempenho.

O gossipol pode ser inativado por tratamentos térmicos, embora o uso destes processos térmicos possa formar complexos inertes e indigestíveis entre o gossipol e a proteína (Tanksley Junior, 1992). Sua toxidez pode ser prevenida pela adição de sais de ferro à dieta, como sulfato ferroso, utilizado na proporção 1:1 (1 g de ferro: 1g de gossipol livre). O ferro forma um complexo insolúvel e irreversível com o gossipol no trato intestinal, evitando sua absorção (Chiba, 2001), como, também, através da utilização de elevados níveis de proteína na ração assim como a suplementação da mesma com lisina sintética, proporcionando grupos aminas livre para se complexarem com o gossipol livre (Polinutri Alimentos, 2003).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo determinar o valor nutricional e energético do farelo de algodão de alta energia®, visando à inclusão do mesmo em rações para suínos na fase de crescimento e terminação, visando uma possível redução nos custos de produção, assim como avaliar o efeito deste no desempenho e características de carcaças em suínos.

LITERATURA CITADA

- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 1982.
- BARBOSA, F. F.; GATTÁS, G. Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.1, n.3, p. 147-156, 2004. Disponível em: <www.nutritime.com.br>. Acesso em 23 agos 2008.
- BARBOSA, M. Z.; CASER, D.V. **Algodão: Panorama Brasileiro**. In: Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index>>. Acesso em: 27 /11/2008.
- BELLAVER, C. ; LUDKE, J. V. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. **ENIPEC**. Cuiabá, 2004.
- BUTOLO, José Eduardo, **Qualidade de ingredientes na alimentação animal – Campinas: 2002 430p**.
- CHIBA, L. I. Protein supplement. In: LEWIS, A.I.; SOUTHERN, L.L. (Ed.). **Swine nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 803-837.
- CHIBA, L. I. Protein supplements In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Eds.) **Swine nutrition**. Washington, D.C2001. p.803-837.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2009. **Algodão em caroço** .Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4levsafra>> Acesso em: 09/06/2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, **Perspectiva da Suinocultura Brasileira, 1999**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/publicacoes/getView>> Acesso em: 07/07/2008.
- FERREIRA, E.R.A.; FIALHO, E. T.; TEIXEIRA, A.S. et al. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 3, p. 514-523, 1997.
- LOPES, Aloísio Moreira – Uso de subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA – **Métodos Nutricionais e Alimentação de ruminantes** – zôo 645 - Viçosa, junho de 2003.
- MASCARENHAS, A.G., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., et al. Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos inteiros dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.3, p. 1403-1408, 2002.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Normas e padrões de nutrição e alimentação animal - Revisão**. Brasília – DF, 152p, 2000.
- MOREIRA, I.; PAIANO, D., SILVA, M.A.A., et al. Utilização de dois farelos de algodão na alimentação de suínos na fase inicial 1. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. p.1-5.
- MOREIRA, I., SARTORI, I.M., PAIANO, D., et al. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p. 1077-1084, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998.
- PAIANO, D.; MOREIRA, I.; SILVA, M.A.A. et al. Farelos de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de suínos na fase inicial – Digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.28, n.4, p.415-422, 2006.
- POLINUTRI ALIMENTOS. 2002. **Gossipol: princípio tóxico do algodão**. Disponível em: <www.polinutri.com.br> Acesso em: 17/07/2008.
- POLINUTRI ALIMENTOS. 2003. **Farelo de Algodão: Utilização para Suínos e Aves**. Disponível em: <www.polinutri.com.br> Acesso em: 17/07/2008.
- PRAWIRODIGDO, S. E.S. BATTERHAM, L.M. ANDERSEN, F.R., et al. Nitrogen retention in pigs given diets containing cottonseed meal or soybean meal. **Animal Feed Science Technology** 67: 205-211, 1997.
- RANDEL, R. D.; CHASE Jr., C.C.; WYSE,S.J. Effectes of gossypol and cottonseed products on reproduction of animals. **Journal Animal Science** v.70, n.5, p.1628-1638, 1992.
- ROSTAGNO, H.S. Tabelas brasileiras para aves e suínos. In: ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M. LOPES, D.C. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005, v.2, 186 p.
- SILVA, C. A. PINHEIRO, J. W., FONSECA, N. A. N., et al. Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31,n.2, p. 982-990, 2002.
- STIPANOVIC, R.D.; ALTMAN, D.W.; BELGIN, D.L. et al. Terpenoid aldehydes in upland cottons: analysis by aniline and HPLC methods. **Journal of Agriculture Food and Chemistry**, v.36, p.509-515, 1988.

TANKSLEY JR., T.D. Cottonseed meal. In: THACKER, P.A.; KIRKWOOD, R.N. (Eds.) **Nontraditional feed sources for use in swine production**. Washington, D.C.: 1992. P.139-151.

TRINDADE NETO, M.A., LIMA, J.A.F., FIALHO, E.T. et al. Farelo de glúten de milho (FGM) para suínos em crescimento e terminação (desenvolvimento). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.24, n.1, p. 108-116, 1995.

Capítulo I

Valor nutritivo do farelo de algodão de alta energia® para suínos em crescimento

*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Valor nutritivo do farelo de algodão de alta energia® para suínos em crescimento

RESUMO: Um ensaio de digestibilidade foi conduzido com o objetivo de determinar o valor nutricional e o efeito do nível de inclusão do farelo de algodão na digestibilidade do mesmo em suínos na fase de crescimento. Foram utilizados 15 animais machos castrados de uma linhagem comercial com peso vivo médio 30,35 kg, submetidos a um período de dez dias de experimento, sendo cinco dias para adaptação às dietas experimentais e cinco para coleta das fezes. Foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi considerada uma unidade experimental representada por uma gaiola metabólica com um animal. Utilizou-se a metodologia de coleta total de excretas, utilizando-se óxido férrico (2%) na ração como marcador do início e final do período de coleta. Os tratamentos foram os seguintes: T1= ração referência à base de milho e farelo de soja (RR); T2= RR com inclusão de 20% do farelo de algodão; T3= RR com inclusão de 30% do farelo de algodão. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da energia bruta (CDEB) e valores de matéria seca digestível (MSD), proteína bruta digestível (PBD), extrato etéreo digestível (EED) e energia digestível (ED), foram respectivamente: 78,70; 84,58; 53,97; 41,99; 73,00; 21,65; e 3,38 %; 1.971,37 (Kcal/kg) para o T2; 69,99; 81,84; 72,41; 53,06; 64,92; 20,95; 4,54 % e 2.490,49 (Kcal/kg) para o T3. Para os valores de CDEE, CDEB, EED e ED, observou-se que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O nível de substituição do farelo de algodão afetou os coeficientes de digestibilidade da energia, extrato etéreo, energia digestível e extrato etéreo digestível. Conclui-se que o nível de trinta por cento é o mais adequado para estimar a digestibilidade da energia com valor de 2.490,49 Kcal/Kg.

Palavras-chave: alimentos alternativos, digestibilidade, valores energéticos.

Nutritious value of the high-energy cottonseed meal ® for growing pigs

ABSTRACT: Digestibility assay was lead with the objective to determine the nutritional value and the effects of the levels of inclusion of the high-energy cottonseed meal ® for pigs in growing phase. Fifteen crossbred barrows with mean live weight from 30,35 kg were used. The experiment had five days of adaptation period and five days for sampling of feces. The experiment was in a randomized block design, with three treatments and four replicates; the experimental unit was represented by metabolic cage with one animal. The nutritional value was determinate using the methodology of total excrete collection with ferric oxide (2%) in the diet to mark the beginning and the end of the collection period. The experimental treatments were: T1= diet reference the base of corn and soy (RR); T2= RR containing 20% of the cottonseed meal; T3= RR containing of 30% of cottonseed meal. The values of digestibility coefficients of dry matter (CDMS), crude protein (DCPB), ether extract (CDEE), gross energy (CDEB), and values of digestible dry matter (MSD), digestible crude protein (PBD), digestible ether extract (EED), and digestible energy (ED) were: T2; 78,70; 84,58; 53,97; 41,99; 73,00; 21,65; and 3,38; 1.971,37 (Kcal/kg), and T3; 69,99; 81,84; 72,41; 53,06; 64,92; 20,95; 4,54; and 2.490,49 (Kcal/kg), respectively. No difference ($P < 0,05$) were detected among treatments for values of CDEE, CDEB, EED and ED. However, the inclusion level of cottonseed meal affected the digestibility coefficients of energy, ether extract, digestible energy, and digestible ether extract. These results indicated that the level of thirty percent is more appropriate for estimating the energy digestibility whit value of the 2.490,49 Kcal/kg.

Key Words: alternative feed, digestibility, energy values

INTRODUÇÃO

A ciência da nutrição integra conhecimentos bioquímicos e fisiológicos relacionando o organismo animal com o suprimento alimentar de suas células; logo, o objetivo final é transformar recursos alimentares de menor valor nutricional em alimentos para o consumo humano, de melhor valor biológico (Bertechine, 1998).

O consumo de alimentos é um aspecto fundamental na nutrição animal, pois estabelece a quantidade de ingestão de nutrientes e, portanto, determina as respostas do animal (Van Soest, 1991), enquanto a digestibilidade diz respeito à quantidade de nutrientes contidos no alimento que o animal é capaz de utilizar após o seu consumo.

Barbosa & Gattás (2004), que trabalharam com o farelo de algodão com altos índices de substituição ao farelo de soja, sugerem que o farelo de algodão pode substituir totalmente o farelo de soja nas rações de crescimento e terminação, desde que, devidamente suplementadas com 0,4% de monoclóridato de L-lisina.

Pesquisas com animais não-ruminantes (Peixoto & Maier, 1993) recomendam em geral usar o farelo de algodão em até 5% de substituição ao farelo de soja, enquanto que Furlan (1995) recomenda como nível máximo, 10% de farelo de algodão na ração para monogástricos.

Em trabalhos com piscicultura (Oiolli et al., 1992) limitaram o uso do farelo de algodão em 33% de inclusão para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Enquanto que Barros et al. (1995) limitaram o emprego do farelo de algodão em níveis de substituição à farinha de peixe em até 24% da dieta inicial para carpa comum (*Cyprinus carpio*).

Segundo Salaro et al. (1999) que trabalharam com reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), concluíram que o gossipol afetou a fisiologia reprodutiva destes, mas não influenciou o comportamento de corte e nidificação da espécie. Já

Mbahinzireki et al. (2000) concluíram que o farelo de algodão pode substituir parcialmente a farinha de peixe, como principal fonte de proteína na alimentação de tilápias, em não mais que 50%, e que o gossipol presente no farelo de algodão, foi identificado como o principal fator limitante para a aceitação e a utilização deste nas dietas para tilápia do Nilo.

Dávila et al. (2007), utilizando o farelo de algodão (38% PB), observaram a substituição eficiente de 33% até 100% pelo farelo de soja para coelhos em crescimento.

Segundo Paiano et al (2006), que trabalharam com dois tipos de farelo de algodão, com 36% e 42% de PB com inclusão de 30% dos respectivos farelos na alimentação de leitões na fase inicial, observaram que não houve diferenças estatísticas entre os coeficientes de digestibilidade para os farelos estudados.

Sendo assim, o ensaio de digestibilidade teve como objetivo, determinar o valor nutricional e o efeito do nível de inclusão do farelo de algodão para suínos em fase de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizados 12 animais de uma linhagem comercial de suínos, todos machos castrados, com peso vivo médio de 30,35 kg. Os animais foram alojados em uma sala de metabolismo e mantidos em gaiolas de digestibilidade, conforme modelo descrito por Pekas (1968). Os suínos foram submetidos a um período experimental de dez dias, sendo cinco de adaptação às gaiolas e às rações, seguido de cinco dias de coleta das excretas.

As dietas consistiram dos seguintes tratamentos: T1= ração referência (RR), a base de milho e farelo de soja; T2= RR com inclusão de 20% FAAE; T3= RR com inclusão de 30% do FAAE, suplementadas com minerais e vitaminas atendendo às recomendações mínimas de Rostagno et al. (2005) (Tabela1).

Tabela 1. Composição centesimal da ração referência

Ingredientes	%
Milho Grão	73,469
Farelo de Soja	22,461
Óleo de Soja	0,552
Fosfato Bicálcio	0,515
L-Lisina Hcl	0,457
DL – Metionina	0,046
Premix mineral e vitamínico ¹	2,500
Total	100,00
Valores Calculados	
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3.230
Proteína Bruta, %	16,820
Cálcio, %	0,803
Fósforo Disponível, %	0,332
Metionina, + Cistina, %	0,600
Lisina, %	1,170
Sódio, %	0,181
Metionina, %	0,316

Quantidade por kg/ração: Ácido fólico 15 mg; Antioxidante- 200 mg; Biotina – 3m g; Cálcio- 190 mg; Cobalto-17 mg; Cobre-5.000 mg; Ferro-2.500 mg; Flúor-500 mg; Fósforo-60 g; Iodo-13 mg; Manganês-334 mg; Niacina-479 mg; Pantotenato de Cálcio-240 mg; Piridoxina-48 UI; Promotor de crescimento-2.940 mg; Riboflavina-75 mg; Selênio-5 mg; Sódio-60 g; Tiamina-33 mg; Vit. A-150. 000 UI; Vit. B12-643 mg; Vit. D3-27.000 UI; Vit. E-450 UI; Vit. K-14 mg; Zinco-2.500 mg.

O Teor máximo de gossipol encontrado no farelo de algodão utilizado foi de 0,12%, Bungue Alimentos, (2007), por esse motivo não foi necessário nenhum tratamento para a sua utilização nas rações para suínos.

As rações foram fornecidas em duas refeições diárias, às 8 e às 16 h. A quantidade fornecida diariamente foi estabelecida de acordo com o consumo médio e o peso metabólico ($PV^{0,75}$) em kg dos suínos, obtidos durante o período de adaptação. A água foi fornecida à vontade, com bebedouro tipo chupeta.

Durante todo período experimental, foram feitas as medições das temperaturas e da umidade relativa do ar em diferentes períodos do dia, pré-estabelecidos - às 6:00; 9:00; 12:00; 15:00; 18:00; e às 21:00 horas. Na fase experimental, a temperatura média e a umidade relativa do ar foram, respectivamente, 28,4 °C e 78,6%.

Foi utilizado o método de coleta total de excretas, determinando-se o início e o fim da coleta através da adição de 2% de óxido férrico como marcador (Fe_3O_2) às rações. As fezes foram coletadas, diariamente, às 8 e às 16h, durante cinco dias e colocados em sacos plásticos e armazenados em freezer (-2°C), até a análise laboratorial.

Foram coletadas amostras das dietas de cada tratamento, das fezes, para análises químicas-bromatológicas, conforme recomendação do AOAC (1990). As amostras foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, para determinação de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. As análises de energia bruta das dietas e fezes foram determinadas através da bomba calorimétrica Parr Instrument (1984), e analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Paraíba - Campus Areia.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três tratamentos e quatro repetições, em que cada repetição foi considerada uma unidade experimental representada por uma gaiola metabólica com um animal. O critério de bloqueamento foi

de acordo com o peso dos animais no início do experimento evitando-se diferenças maiores que 1 kg na média entre os tratamentos.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade do farelo de algodão foram calculados utilizando-se a fórmula de Matterson et al. (1965). Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de médias com o auxílio do programa computacional – SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados da composição químico-bromatológica do farelo de algodão, determinados no Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia (LNDZ)/UFRPE.

Tabela 2. Médias dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e de energia bruta (EB), determinadas para o farelo de algodão de alta energia® (FAAE)

Composição química e energética	Farelo de algodão
Matéria seca, %	92,76
Proteína bruta, %	25,60
Extrato etéreo, %	5,82
Fibra em detergente neutro, %	47,30
Fibra em detergente ácido, %	24,10
Energia bruta, kcal/kg	4.694

Os valores de MS, FDA e EB encontrados nesse trabalho se mostraram superiores aos encontrados por Rostagno et al. (2005) com 88,99%; 16,97% e 4.116 Kcal/kg, respectivamente. Porém, Santos, et al. (2005) encontraram valores maiores de FDA e Energia Bruta 34,10 % e 4.867 Kcal, respectivamente, aos obtidos nesta pesquisa.

Moreira et al. (2006), trabalhando com o farelo de algodão, encontraram valores inferiores para MS (91,90%), EE (0,77%) e FDN (38,69%), entretanto os valores de PB (36,22%) e FDA (27,18%) foram superiores aos valores encontrados no presente trabalho.

Porém, os valores de MS, PB, FDA, FDN, EE e EB foram inferiores ao encontrado por Carvalho (2008) que foram de 95,91%; 27,00%; 34,00%; 48,00%; 9,80% e 4.867 Kcal/kg, respectivamente, o qual se utilizou o mesmo farelo de algodão na avaliação nutricional para frangos de corte.

Na Tabela 3 são apresentados os coeficientes de digestibilidade para o FAAE.

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da energia bruta (CDEB), do extrato etéreo (CDEE) e valores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), extrato etéreo digestível (EED), e energia digestível (ED) do FAAE.

ITEM	Nível de inclusão (%)		P *
	20	30	
CDMS, %	78,70 ± 7,92	69,99 ± 2,94	NS
CDPB, %	84,58 ± 6,14	81,84 ± 3,32	NS
CDEE, % ¹	53,97 ^b ± 7,55	72,41 ^a ± 7,79	0,01
CDEB, % ¹	41,99 ^b ± 5,02	53,06 ^a ± 6,43	0,03
MSD, %	73,00 ± 7,35	64,92 ± 2,73	NS
PD, %	21,65 ± 1,57	20,95 ± 0,85	NS
EED, % ¹	3,38 ^b ± 0,47	4,54 ^a ± 0,48	0,01
ED ¹ , Kcal/kg	1.971,37 ^b ± 235,95	2.490,48 ^a ± 302,11	0,03

¹Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey a 5%, P* = probabilidade pelo teste F.

Houve efeito significativo (p<0,05) para os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) e energia bruta (CDEB), como também dos valores de extrato etéreo digestível (EED) e energia digestível (ED), sendo que, à medida que aumentou o nível de inclusão de 20 para 30%, esses valores também aumentaram.

Sabe-se que a fibra pode afetar negativamente a utilização de alguns nutrientes, com conseqüente redução de sua digestibilidade, por aumentar a velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal do suíno (Kass et al., 1980). Nesse experimento com o aumento do nível de inclusão do FAAE e a conseqüente elevação dos teores de fibra bruta, a digestibilidade da MS, PB, EE, e da EB não foi afetada negativamente.

Pode-se observar, contudo que o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), determinados com 20% e 30% (78,70 e 69,99%, respectivamente) foram inferiores aos 82,05% encontrados por Rostagno et al. (2005), quando utilizou o farelo de algodão de 39% de PB ao nível de 30% de inclusão para frangos de corte. Porém, Santos et al. (2005) trabalhando com farelo de algodão com 32,1% PB, em suínos na mesma faixa etária e peso, encontraram valores de digestibilidade de 66,2 %, para o nível de inclusão (30%).

Para a energia digestível (ED), o valor encontrado por Santos et al. (2005) foi de 2.480 kcal/kg, trabalhando com o nível de inclusão de 30%. No presente trabalho, com o nível de 20% de inclusão, determinou-se um valor de 1.971,37 kcal/kg de ED; porém, os resultados foram semelhantes aos obtidos por esses autores, quando se utilizou o nível de 30% de inclusão do farelo de algodão com um valor de 2.490,48 kcal/kg de ED.

Paiano et al. (2006) utilizando farelo de algodão com 36% de PB, encontraram valores semelhantes para CDEB (53,13%), e inferiores para a ED de 2.256 kcal/kg, aos obtidos no presente trabalho, que foi de 53,06% CDEB e 2.490,48 kcal/kg ED, trabalhando com suínos na mesma faixa de peso e o mesmo nível de inclusão.

O aproveitamento da energia bruta contida no alimento depende de fatores ligados ao alimento, como, por exemplo, teor de fibra, método de processamento, nível de ingestão do alimento pelo animal e de seu peso e idade (Santos et al., 2005).

CONCLUSÕES

O nível de inclusão de 30% do farelo de algodão para suínos em crescimento foi o mais adequado para estimar a digestibilidade da energia e do extrato etéreo. E o teor de energia digestível para suínos do FAAE foi de 2.490,48 kcal/kg e proteína digestível de 21,65%.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Washington, EUA. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, DC, 1990. 1094p.
- BARBOSA, F. F. ; GATTÁS, G. Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo numero 15- publicado em 11 de novembro de 2004. Disponível em: <www.nutritime.com.br> Acesso em: 27/12/2007.
- BARROS, M. M.; SILVEIRA, A. C.; PEZZATO, T. E. Efeitos do farelo de algodão, como sucedâneo protéico, sobre o desempenho de alevinos de carpa (*Cyprinus carpio*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7., 1995, Peruíbe. **Anais...** Peruíbe: ACIESP, 1995. p.23-29.
- BERTECHINE, Antonio Gilberto **Nutrição de monogástricos**. Editora UFLA, Lavras: 1998. 11p.: il.
- BUNGE ALIMENTOS – **Informações técnicas dos produtos**: Nutrição Animal. Guia Técnico: Impresso, 2007.
- CARVALHO, C.B. **Avaliação nutricional do farelo de algodão para frangos de corte**, Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.
- DÁVILA, N. F. P.; GOMES, A.V.C.; PESSÔA, M.F., et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão na alimentação de coelhos em crescimento. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.29, n.3, p.277-282, 2007.
- FURLAN, A. C. **Classificação dos alimentos**: Universidade Estadual de Maringá, 1995. (Apostila didática de Alimentos e Alimentação).
- KASS, M.L. VAN SOEST, P. J., POND, W. G., et al., Utilization of dietary fiber from alfafa by growing swine. I apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. **Journal of Animal Science**, v.50, p. 175- 191, 1980.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).
- MBAHINZIREKI, G. B.; DABROWSKI, K.; LEE, K. J., et al. Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis sp.*) fed cottonseed meal-based diets in a recirculating system. In: TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p.173.
- MOREIRA, I., SARTORI, I.M., PAIANO, D., et al. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.3, p.1077-1084, 2006.

- PAIANO, D.; MOREIRA, I.; SILVA, M.A.A. et al. Farelos de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de suínos na fase inicial – Digestibilidade e desempenho. **Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.28, n.4, p.415-422, 2006.
- OIOLLI, K. V.; SILVEIRA, A. C.; LUVIZZOTO, M. C. R. Desempenho produtivo e alterações anatomopatológicas, resultantes da utilização do farelo de algodão na alimentação inicial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Boletín Red Regional de Acuicultura**, Bogotá, n.1, p.6-9, 1992.
- PARR INSTRUMENTS CO. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, 1984. 29p. (Parr Manual, 153).
- PEIXOTO, R. R.; MAIER, J. C. **Nutrição e alimentação animal**. 2. ed. Pelotas: UCPel/EDUCAT, 1993.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v. 27, n. 5, p. 1303-1306, 1968.
- ROSTAGNO, H.S. Tabelas brasileiras para aves e suínos. In: ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005, v.1. 186 p.
- SALARO, A. L.; PEZZATO, L. E.; VICENTINI, C. A., et al. Efeito da inclusão do farelo e da farinha de semente de algodão em rações para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.6, n.28, p.1169-1176, 1999.
- SANTOS, Z.A. de S.; FREITAS, R. T.F.; FIALHO, E.T., et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinados na Universidade Federal de Lavras, **Revista Ciências Agrotécnicas**, v.29, n. 1 p.232-237, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas-SAEG**. Versão 9.1 Viçosa, MG, 2007.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.74, p.3583-3597.1991.

Capítulo II

Desempenho e características de carcaças em fêmeas suínas nas fases de crescimento e terminação com farelo de algodão de alta energia®

*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Desempenho e características de carcaças em fêmeas suínas nas fases de crescimento e terminação, alimentadas com farelo de algodão de alta energia®

RESUMO: Um ensaio de desempenho foi conduzido com o objetivo de avaliar os parâmetros de desempenho e características de carcaças em fêmeas suínas submetidas à alimentação com diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão de alta energia® nas rações e sua viabilidade econômica. Foram utilizadas 24 fêmeas suínas de uma linhagem comercial, com idade média inicial de 103 dias e peso vivo médio de $48,20 \text{ kg} \pm 5,44$ (fase de crescimento) e idade média de 131 dias e peso vivo médio de $87,62 \pm 6,72 \text{ kg}$ (fase de terminação) respectivamente, em um período médio total de 65 dias de experimento. Distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições, onde cada unidade experimental correspondeu a um suíno por baía. Os tratamentos foram: T1= RR a base de milho e farelo de soja; T2= RR com inclusão de 10% de FAAE (farelo de algodão de alta energia); T3= RR com inclusão de 20% de FAAE; T4= RR com inclusão de 30% de FAAE. Os parâmetros avaliados foram ganhos de peso diário (GPD), consumo de ração diária (CRD), conversão alimentar (CA); características de carcaças, peso e rendimento da carcaça fria (PCF e RCF), peso e rendimento da carcaça quente (PCQ e RCQ), área de olho de lombo ultra-som (AOLUS), área de olho de lombo ao abate (AOL-ABATE), espessura de toucinho ultra-som modo A (ETUS-A), espessura de toucinho ultra-som modo B (ETUS-B), espessura de toucinho ao abate (ET-ABATE), relação Carne/Gordura, peso e rendimento dos cortes nobres (pernil, paleta, costela, carré e copa) e parâmetros econômicos. A covariância foi significativa para o GPD ($P < 0,05$) e CRD para as fases de terminação e total ($P < 0,05$). Pelos resultados encontrados, não houve alteração nas características de carcaça, exceto para (ET-ABATE), que apresentou efeito decrescente, ETUS-B, AOLUS e AOL-ABATE com efeito quadrático, com o aumento do nível de inclusão do FAAE. Quanto ao peso dos órgãos, também não houve efeito significativo ($P > 0,05$) exceto para coração e fígado, que foram maiores ($p < 0,05$) para o nível de 0% de inclusão de FAAE. Conclui-se que é possível incluir FAAE até o nível de 30%, sem afetar as características de rendimento de carcaças e cortes comerciais e inclusão de até 20% sem comprometer a digestibilidade parcial e desempenho desses animais. Entretanto, a viabilidade econômica de sua utilização está na dependência do preço de mercado dos seus ingredientes.

Palavras-chave: ganho de peso, características da carne, cortes comerciais, suínos

Performance assay and carcass characteristics in growing and finishing female pigs fed high -energy cottonseed meal ®

ABSTRACT: A performance assay was carried out to evaluate the parameters of performance and carcass characteristics in female pigs subjected to different diets with different levels of inclusion of high-energy cottonseed meal ® in diets and its economic viability. Twenty-four crossbred female pigs, with average initial age of 103 days and mean live weight of $48,20 \pm 5,44$ kg (growing) and 131 days old with the medium live weight of $87,62 \pm 6,72$ kg (finishing) respectively, to a total period of sixty-five days of trial. The experiment was in a randomized block design, with four treatments and six replications; the experimental unit was represented by one animal per pen. The treatments were: T1= RR consisted of corn and soybean; T2= RR with inclusion of 10% of FFAE (high -energy cottonseed meal); T3= RR with inclusion of 20% of FFAE; T4= RR with inclusion of 30% de FFAE. The analyzed parameters were: daily weight gain (GPD), daily ration intake (CRD), feed conversion (CA), carcass characteristics: cold carcass weight (PCF) and cold carcass yield (RCF), hot carcass weight (PCQ) and hot carcass yield (RCQ), ultra sound longissimus muscle area (AOLUS), longissimus muscle area at slaughter (AOL-ABATE), A mode ultra sound backfat thickness (ETUS-A), B mode ultra sound back fat thickness (ETUS-B), slaughter back fat thickness (ET-ABATE), lean/fat ratio, main cut yield (Ham, Palette, Rib, Carré, and Pantry), and economics parameters. The covariance was significant only to GPD ($P < 0,05$) in phase growth and GPD and CRD to the finishing and total period ($P < 0,05$). To weight gain the level of 30 % was statistically lower ($P < 0,05$) for all phases. According to the results, there was no change in carcass characteristics, except for slaughter ET, ETUS-B, which effect decreasing; AOLUS e AOL-ABATE showed a quadratic effect with the increasing inclusion of FFAE. There was also no significant effect ($P > 0,05$) for weight of the organs, except for heart and liver, which were higher ($P < 0,05$) for the 30% level of inclusion of FFAE. It is possible to include the FFAE up to 30%, without affecting the characteristics of carcass yield and commercial cuts and the inclusion up to 20% without compromising the partial digestibility and performance of these animals. However, the economic viability of their utilization is dependent on the market price of its ingredients.

Key Words: weight gain, characteristics of lean, commercial cuts, swine

INTRODUÇÃO

A suinocultura tem apresentado grande evolução nos índices de produção, onde a nutrição contribui com uma parcela significativa. Animais não-ruminantes, como suínos e aves, consomem convencionalmente rações baseadas em milho e farelo de soja, em que o primeiro compete diretamente com a alimentação humana. No Brasil, diante do elevado consumo de fubá, polenta, angu, canjica e maisena, entre outros co-produtos, mais de 40% do milho produzido é consumido por humanos, tornando-o uma matéria - prima de custo elevado para a produção animal (Costa, 2001).

Por outro lado, o farelo de soja, apesar de ser produzido em grande escala pelo Brasil, é uma *commodity*, e por isso sujeito às variações de preços regidos pelo mercado internacional gerando freqüentemente escassez dos produtos e conseqüente aumento de preço da carne suína. Portanto, visando reduzir essa dependência e reduzir custos, tem-se buscado produtos alternativos para viabilizar a substituição parcial ou total desses ingredientes, reduzindo assim o prejuízo em relação à alimentação animal. Neste contexto, algumas pesquisas têm sido realizadas para avaliar o uso do farelo de algodão como alimento alternativo ao farelo de soja (Li et al. 2000); porém, ele deve ser utilizado com cautela em função de poder apresentar em sua composição química o gossipol como um fator antinutricional.

O mercado de suínos em 2007 passou por grandes mudanças, gerados por diversos fatores, como: a prática de preços mais altos das carnes concorrentes no mercado interno, com a demanda doméstica firme, a gradual recuperação dos preços internacionais, o crescimento em 14,8% das vendas externas e o pequeno recuo em 1,0% na disponibilidade interna. No entanto, o desempenho econômico deixou muito a desejar, devido à oferta de suínos serem superior à demanda, com estoques altos na indústria no primeiro semestre e a pressão sobre os custos no segundo, decorrente dos

elevados preços dos grãos; com isto ocorreram dificuldades na melhoria de desempenho para toda a cadeia produtiva, em que parte dos ganhos de produtividade alcançados no período foi repassada à sociedade (ABIEPCS, 2007).

Na produção de 2008, o mercado tendeu a se estabilizar devido a um ajuste na produção de terminados e no número de matrizes. De acordo com dados recentes da ABIEPCS (2009), a exportação de carne suína do Brasil e as vendas internas não sofreram, até o momento, o impacto negativo da gripe A-H1N1, uma vez que foi no final de abril o aparecimento da mesma, em que as exportações do produto foram anteriores ao ocorrido e atingiu 53,99 mil toneladas, com aumento de 10,82 % em relação a igual período de 2008. Quanto às exportações futuras, fica difícil de fazer uma previsão, porque a referida enfermidade ocorreu em um momento em que as exportações de carne suína no Brasil estavam em franca expansão, conduzindo o país para o patamar de quarto maior exportador mundial, apesar da crise financeira.

Em estudos com suínos em crescimento e terminação, Aherne & Kennelly (1984) verificaram que 10% de farelo de algodão poderiam ser incorporados na ração sem reduzir o desempenho. Ricon et al. (1978) também trabalharam com suínos em terminação e verificaram que a troca de farelo de soja por farelo de algodão cru na variação de 20 a 80% da proteína da ração, não causou nenhum efeito negativo no desempenho dos animais.

Para Andriguetto et al. (1982) o máximo recomendável para aves poedeiras é de 3%. Em estudos com produção e qualidade de ovos, Fitzsimmons et al. (1989) verificaram que 15 ou 20% de farelo de algodão natural moído ou inteiro adicionado na ração prejudicavam o desempenho das aves, além de se observar uma redução no consumo de alimento e no peso das aves.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros de desempenho e características de carcaças em fêmeas suínas submetidas a diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão de alta energia® (FAAE), assim como a sua viabilidade econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) no período de 24 de setembro a 22 de outubro de 2008 (fase de crescimento-28 dias) e de 23 de outubro a 28 de novembro de 2008 (fase de terminação-37 dias), com duração total de 65 dias.

Foram utilizadas 24 fêmeas suínas de uma linhagem comercial, com idade média inicial de 103 dias e peso vivo médio de $48,20 \text{ kg} \pm 5,44$ (fase de crescimento) e idade média de 131 dias e peso vivo médio de $87,62 \pm 6,72 \text{ kg}$ (fase de terminação).

Os animais foram alojados em baias individuais com piso cimentado compacto medindo 3 metros de comprimento por 1 metro de largura, com altura de pé-direito de 2,10 metros, cobertas com telha cerâmica, com bebedouro tipo chupeta e comedouros de alumínio circular com 22 centímetros de diâmetro e 15 cm de profundidade. Os comedouros foram dispostos em um dos cantos no lado oposto à posição da porta e do bebedouro de cada baia, concretados diretamente dentro de uma estrutura de argamassa a uma altura de 10 centímetros acima do nível do piso.

Os leitões foram adquiridos com um peso médio de 33 kg e após a instalação os animais passaram por um período pré-experimental de 28 dias, no qual foram alimentadas com uma ração inicial medicada com Ivermectina, para combater parasitos internos e externos e adaptação às instalações experimentais.

As rações experimentais para as fases de crescimento e terminação foram: T1= ração referência (RR) a base de milho e farelo de soja; T2= RR com inclusão de 10% de farelo de algodão de alta energia® (FAAE); T3= RR com inclusão de 20% de FAAE; T4= RR com inclusão de 30% de FAAE. As composições nutricionais das rações experimentais na fase de crescimento e terminação são apresentadas nas tabelas 1 e 2, respectivamente. As rações foram isoenergética e isoprotéicas para atender as exigências mínimas estabelecidas para fêmeas suínas em crescimento e terminação de alto potencial genético com desempenho médio, segundo Rostagno et al. (2005).

Tabela1. Composição alimentar e valores analisados das rações experimentais para a fase de crescimento

Ingredientes %	Nível de inclusão do FAAE, %			
	0	10	20	30
Milho	53,430	54,985	56,541	58,096
Farelo de Soja 45	13,400	11,217	9,033	6,850
Farelo de Algodão	0,000	10,000	20,000	30,000
Farelo de Trigo	29,000	19,417	9,833	0,250
Óleo de Soja	1,990	2,200	2,410	2,620
Fosfato Bicálcio	0,000	0,143	0,287	0,430
Calcário	1,204	1,100	0,997	0,893
Sal Comum	0,380	0,375	0,370	0,365
L-Lisina HCL	0,275	0,253	0,232	0,212
DL-Metionina	0,013	0,012	0,012	0,011
Premix Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Cygro ³	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Treonina	0,060	0,048	0,035	0,023
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Valores Analisados				
Extrato Etéreo %	6,24	6,96	7,13	8,44
Proteína Bruta, %	15,71	15,38	15,40	15,66
Fibra em Detergente Neutro %	19,40	20,44	21,66	22,36
Matéria Seca %	87,85	87,46	87,80	87,88
Valores Calculados				
Energia digestível, kcal/kg.	3235	3235	3235	3235
Proteína bruta, %	15,28	15,28	15,27	15,27
Cálcio, %	0,551	0,551	0,551	0,551
Fósforo disponível, %	0,283	0,282	0,282	0,282
Lisina, %	0,894	0,894	0,894	0,894
Metionina + Cistina, %	0,544	0,569	0,595	0,620
Fibra bruta, %	4,451	6,334	8,217	10,100
Gordura, %	5,137	6,014	6,892	7,769

¹Quantidade por kg de ração: Vit. A- 8.000.000 UI; Vit. D3- 2.000.000 UI; Vit. E- 10.000 mg; Vit. K3- 2.000 mg; Vit. B1- 1.880 mg; Vit. B2- 5.000 mg; Vit B6- 1.500 mg; Vit. B12- 10.000 mg; Niacina 24.800 mg; Ac. Pantotênico 7.000 mg; Biotina 80 mg; Ac. Fólico 500 mg; Selênio 250 mg; Antioxidante 100.000 mg; Veículo Q.S.P. 1000 g.

² Quantidade/kg de ração (*amount/kg of diet*): Mn - 60,0 mg; Fe - 30,0 mg; Zn - 60,0 mg; Cu - 9,0 mg; I - 1,0 mg

³Cada 100 g do produto contém: Amônio de Maduramicina (1,0 g), Álcool benzílico (4,0 g), Óleo de milho refinado (3,3 g), Gérmen de milho (100,0 g).

Tabela 2. Composição alimentar e valores analisados das rações experimentais para a fase de terminação

Ingredientes %	Nível de inclusão do FAAE, %			
	0	10	20	30
Milho	57,002	57,314	57,626	57,938
Farelo de Soja 45	8,360	5,970	3,580	1,190
Farelo de Algodão	0,000	10,000	20,000	30,000
Farelo de Trigo	30,000	21,667	13,333	5,000
Óleo de Soja	2,265	2,683	3,102	3,520
Fosfato Bicálcio	0,000	0,115	0,230	0,345
Calcário	1,215	1,127	1,040	0,952
Sal Comum	0,355	0,350	0,346	0,341
L-Lisina HCl	0,220	0,201	0,183	0,164
DL-Metionina	0,000	0,000	0,000	0,000
Premix Vitamínico ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
Premix Mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Cygro ³	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Treonina	0,033	0,022	0,011	0,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Valores Analisados				
Extrato Etéreo, %	5,96	6,15	7,5	9,3
Proteína Bruta, %	13,38	13,00	13,10	13,31
Fibra em Detergente Neutro, %.	18,24	20,00	23,13	24,94
Matéria Seca, %	88,10	87,76	86,77	89,06
Valores Calculados				
Energia digestível, kcal/kg.	3231	3231	3231	3231
Proteína bruta, %	13,37	13,37	13,37	13,37
Cálcio, %	0,546	0,546	0,546	0,546
Fósforo disponível, %	0,280	0,280	0,280	0,280
Lisina, %	0,728	0,728	0,728	0,728
Metionina + Cistina, %	0,485	0,512	0,538	0,565
Fibra bruta, %	4,336	6,308	8,279	10,250
Gordura, %	5,490	6,570	7,650	8,730

¹Quantidade por kg de ração: Vit. A- 5.000.000 UI; Vit. D3- 800.000 UI; Vit. E- 8.000 mg; Vit. K3- 1.000 mg; Vit. B1- 500 mg; Vit. B2- 2.000 mg; Vit B6- 500 mg; Vit. B12- 10.000 mg; Niacina 8.000 mg; Ac. Pantotênico 6.000 mg; Selênio 250 mg; Colina 85 mg; Antioxidante 100.000 mg; Veículo Q.S.P. 1000 g.

² Quantidade/kg de ração (*amount/kg of diet*): Mn - 60,0 mg; Fe - 30,0 mg; Zn - 60,0 mg; Cu - 9,0 mg; I - 1,0 mg

³Cada 100 g do produto contém: Amônio de Maduramicina (1,0 g), Álcool benzílico (4,0 g), Óleo de milho refinado (3,3 g), Gérmen de milho (100,0 g).

As dietas e a água foram fornecidas a vontade durante todo período experimental, as sobras e desperdícios das dietas foram pesados diariamente para avaliação do consumo diário.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, com um suíno por unidade experimental; o critério dos blocos foi de acordo com o peso inicial dos animais.

Os animais foram pesados a cada 14 dias, ocasião em que foram tomadas medidas do perímetro torácico e da espessura de toucinho com ultra-som modo A, tomadas por meio do aparelho RENCO LEAN - MEATER Digital Backfat indicator, em três pontos da linha dorso lombar do animal, sempre a 6,5 cm abaixo da coluna vertebral na altura da 5ª vértebra torácica, última vértebra torácica e da última vértebra lombar.

Ao final do experimento, foram realizadas imediatamente antes do abate, as tomadas das medidas de ultra-som modo B, as quais foram realizadas por meio do aparelho Aloka SSD 500, utilizando-se um transdutor de 3,5 Mhz, tomadas no sítio P2, a 6,5 cm abaixo da linha média, na altura da última vértebra torácica.

Na fase de terminação, foi realizada a digestibilidade aparente, onde os animais receberam as respectivas rações experimentais acrescidas de 1% do indicador óxido de cromo. Utilizou-se o método da coleta parcial de fezes, sendo fornecida a partir do 14º dia do início da fase de terminação. A coleta de fezes foi realizada durante quatro dias (manhã e tarde), com início no 18º dia da fase de terminação. Após as coletas, as fezes foram armazenadas em saco plásticos devidamente identificados a -20°C. Ao final, todas as amostras foram descongeladas e homogeneizadas individualmente. Posteriormente, foram secas em estufas à 65°C por 72 horas e, após pré-secagem, foram moídas em moinho tipo martelo com peneiras de 1 mm e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE (LANA/DZ). No

laboratório tanto as dietas como as fezes foram analisadas quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A análise da concentração do óxido de cromo foi feito por espectrofotometria após digestão ácida (Udén et al., 1980). O cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes pela técnica de coleta parcial de fezes foi de acordo com a equação:

$$CD(\%) = 100 - 100 \left(\frac{\%MR}{\%MF} \right) \times \left(\frac{\%NF}{\%NR} \right)$$

Onde, CD= coeficiente de digestibilidade, MR = marcador (óxido de cromo) na ração, MF= marcador (óxido de cromo) nas fezes, NF= nutrientes das fezes e NR= nutriente da ração.

No final do experimento, foram escolhidos dois animais de acordo com o peso médio do tratamento num total de oito animais para o abate, identificados e submetidos a jejum alimentar de 12 horas antes de embarcar para o abatedouro, localizado a 45 km de distância, no Município de Vitória de Santo Antão. Após o desembarque, os animais ficaram nas baias de descanso e em jejum alimentar por mais 12 horas, e em jejum hídrico por seis horas. Antes do abate os animais foram submetidos a nova pesagem para a obtenção do peso ao abate após o jejum (PAB).

O abate envolveu as seguintes etapas: atordoamento por concussão cerebral, após sangria com duração de três minutos com suspensão da carcaça, depilação com água quente, higienização, abertura da linha Alba, evisceração, pesagem e separação das vísceras brancas e vermelhas, toailete e pesagem da carcaça quente (PCQ).

Em seguida, foi serrada longitudinalmente, obtendo assim as meias carcaças esquerda e direita, onde foram identificadas, pesadas individualmente e resfriadas em

câmara fria com temperatura de 2 a 4°C por 24 horas, como preconizado pela Associação Brasileira dos Criadores de Suínos, ABCS (1973). Por convenção, a cauda permaneceu na meia carcaça esquerda. Após 24 horas de resfriamento, as carcaças foram pesadas novamente para a obtenção do peso de carcaça fria (PCF). Foi calculada a porcentagem de perda de peso (PPP), com a relação entre PCQ e PAB e o rendimento de abate, relacionados ao PCF e PCQ, assim como a porcentagem de perda por resfriamento ($PPR = (PCQ - PCF) * 100 / PCQ$).

O comprimento da carcaça (CC) foi tomado do bordo cranial da sínfise pubiana ao bordo crânio ventral do Atlas; a espessura de toucinho (ET), tomada através da média das medidas em três pontos da carcaça na primeira costela, última costela e última vértebra lombar; e a medida da área de olho de lombo (AOL), no mesmo local da espessura de toucinho na última costela. Neste ponto foi realizado um corte transversal, colocou-se um papel vegetal transparente e desenhou-se o contorno da área de olho de lombo, com a cobertura de gordura correspondente, incluindo a pele. O local onde a costela foi serrada foi marcado com um X. Posteriormente esse desenho foi levado a um papel em escala milimétrica e foram feitos os cálculos para a área de carne e de gordura por um planímetro, usando-se o valor médio obtido em três leituras consecutivas.

Os parâmetros avaliados foram: ganho de peso médio diário (GPD), consumo de ração média diária (CRD), conversão alimentar (CA); características de carcaças como peso e rendimento da carcaça fria (PCF e RCF), peso e rendimento da carcaça quente (PCQ e RCQ), área de olho de lombo medida pelo ultra-som (AOLUS), área de olho de lombo ao abate (AOL-ABATE), espessura de toucinho por ultra-som modo A (ETUS-A), espessura de toucinho por ultra-som modo B (ETUS-B), espessura de toucinho ao abate (ET-ABATE), relação Carne/Gordura, peso e rendimento dos cortes nobres (pernil, paleta, costela, carré e copa) e parâmetros econômicos.

Os parâmetros econômicos avaliados foram: a receita bruta média (ganho de peso do suíno no período x preço pago por quilograma do suíno), custo médio da alimentação (consumo de ração total no período x preço da ração), margem bruta média (diferença entre a receita bruta média e o custo médio da alimentação) e a rentabilidade média (margem bruta média/ custo médio da alimentação) x 100, conforme descrito por Lana (2000).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, conforme modelo matemático: $Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + \epsilon_{ij}$ onde Y_{ij} = valor observado para o parâmetro avaliado na parcela que recebeu o tratamento i em que se encontra no bloco j ; μ = média da população; t_i = efeito devido ao tratamento i , que foi aplicado na parcela; b_j = efeito devido ao bloco j , em que se encontra a parcela; ϵ_{ij} = efeito devido aos fatores não controlados na parcela.

Os parâmetros de desempenho e os resultados econômicos nas fases de crescimento, terminação e período total, e as características de carcaça foram submetidos a análises de variância (ANOVA), utilizando o programa computacional SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2007), e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desempenho são apresentados na Tabela 3, demonstrando que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) na fase de crescimento, entre os tratamentos para ganho de pesos, consumo de ração e conversão alimentar, sendo que a conversão alimentar não variou estatisticamente ($P > 0,05$) nas fases de crescimento, terminação e total.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para o ganho de peso diário (GPD) conforme as respectivas equações: ${}^1\hat{Y} = 0,973 - 0,006x$ ($R^2 = 0,82$); ${}^3\hat{Y} = 0,644 - 0,032x$ ($R^2 = 0,96$) nas fases de terminação e total, já para o consumo de ração diária (CRD) a covariância só foi significativa ($P < 0,05$) conforme as respectivas equações: ${}^2\hat{Y} = 3,215 - 0,018x$ ($R^2 = 0,81$); ${}^4\hat{Y} = 2,910 - 0,012x$ ($R^2 = 0,78$) nas duas fases acima citadas. Sendo o nível de 30% de inclusão de FAAE, o que proporcionou o menor ganho de peso diário nas fases de terminação e total, por outro lado o ganho de peso diário foi semelhante para os animais que receberam ração com os níveis de 10 e 20% ($P < 0,05$) na fase de crescimento e igual na fase total.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos observados por Cooper et al. (1979) que, trabalhando com níveis de inclusão do farelo de algodão de 8, 16 e 24% com leitões em crescimento, concluíram que, à medida que o nível de inclusão aumentou, houve redução no ganho de peso. Também foram semelhantes aos resultados encontrados por Li et al. (2000), ao utilizarem níveis de 0, 5, 10 e 20% de farelo de algodão para suínos em crescimento e terminação, e Viana et al. (1976), que trabalharam com os níveis de 12 a 17% em rações para leitões. Apesar dos níveis de inclusões e fases de criação dos animais serem diferentes, os resultados foram semelhantes aos obtidos nesse trabalho; exceto na fase de crescimento, que não apresentou diferenças significativas.

Tabela 3. Desempenho das fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão de alta energia FAAE

Fases		Nível de inclusão %				CV%	*P	R ²
		0	10	20	30			
Crescimento	GPD	1,02 ± 0,07	0,98 ± 0,08	1,00 ± 0,04	0,80 ± 0,11	8,26	NS	-
	CRD	2,51 ± 0,16	2,43 ± 0,23	2,48 ± 0,11	2,34 ± 0,17	5,07	NS	-
	CA	2,45 ± 0,22	2,48 ± 0,35	2,50 ± 0,07	2,63 ± 0,21	10,28	NS	-
Terminação	GPD ¹	0,95 ^a ± 0,06	0,91 ^a ± 0,10	0,90 ^{ab} ± 0,07	0,75 ^b ± 0,12	10,57	0,0009	0,82
	CRD ²	3,22 ^a ± 0,10	2,95 ^a ± 0,26	3,00 ^a ± 0,24	2,58 ^b ± 0,27	8,26	0,003	0,81
	CA	3,37 ± 0,20	3,23 ± 0,19	3,33 ± 0,16	3,48 ± 0,46	8,84	NS	-
Total	GPD ³	0,64 ^a ± 0,02	0,48 ^b ± 0,03	0,48 ^b ± 0,04	0,42 ^c ± 0,04	6,45	0,001	0,96
	CRD ⁴	2,91 ^a ± 0,09	2,71 ^{ab} ± 0,20	2,78 ^a ± 0,18	2,48 ^b ± 0,22	6,28	0,004	0,78
	CA	2,95 ± 0,14	2,88 ± 0,19	2,93 ± 0,11	3,05 ± 0,23	5,96	NS	-

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey a 5%, CV= coeficiente de variação, *P = probabilidade pelo teste F. Ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar(CA).

Já Balogun et al. (1990) recomendam valores de até 10% de inclusão de farelo de algodão, relatando que valores superiores resultam em redução do ganho, piora na conversão alimentar e decréscimo no desempenho de leitões na fase inicial. Entretanto, Moreira et al. (2006) recomendam a inclusão de 12% de farelo de algodão (36% de PB) em rações para leitões de 15 a 30 kg de peso vivo, sem prejuízo do desempenho desses animais, desde que seja incluído sulfato de ferro para a inativação do gossipol.

Moreira et al. (2003), em estudo com leitões de 15 a 30 kg de peso vivo, avaliaram a inclusão de níveis crescentes de FA com 38% de PB e encontraram valor máximo para CR com 10,18% de inclusão de FA e melhor resultado no GP com nível de 8,2% de FA. No entanto a CA piorou de forma linear. Diferente dos resultados deste trabalho, não houve diferenças significativas para a conversão alimentar até o nível de 30% de inclusão de FAAE para suínos nas fases de crescimento, terminação e total, conforme demonstrado na Tabela 3. Os resultados também evidenciaram que o ganho de peso diário e o consumo de ração diária não foram afetados até o nível de 20 % de inclusão de FAAE, nas fases de crescimento, terminação e total.

Os cálculos de digestibilidade aparente foram realizados por meio da coleta parcial de fezes durante a fase de terminação, os resultados de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e do extrato etéreo (CDAEE), são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente da material seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e do extrato etéreo (CDAEE) das dietas com diferentes níveis de inclusão do FAAE.

	Níveis de inclusão				CV %	P
	0%	10%	20%	30%		
CDAMS ¹ (%)	94,4 ^a ± 1,41	93,5 ^a ± 1,39	91,6 ^a ± 0,7	86,7 ^b ± 1,55	2,1	0,00
CDAPB (%)	74,13 ± 0,87	70,62 ± 1,36	70,5 ± 1,8	72 ± 1,7	8,7	NS
CDAEE ² (%)	91,72 ^a ± 1,35	91 ^{ab} ± 1,36	88,32 ^{ab} ± 1,03	82,7 ^b ± 0,83	5,9	0,03

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey a 5%, CV=coeficiente de variação, P = probabilidade pelo teste F.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, com a inclusão do farelo de algodão de alta energia® até o nível de 30%, isto aconteceu mesmo ocorrendo um aumento nos valores de fibra em detergente neutro (FDN) de 18,24; 20,44; 23,13 e 24,94% para os níveis de inclusão 0, 10, 20 e 30%, de inclusão de FAAE, respectivamente.

O aumento no teor de fibra bruta das dietas influenciou negativamente a digestibilidade aparente da matéria seca, determinada pela equação $^1\hat{Y} = 97,80 - 2,70x$ ($R^2 = 0,67$). Segundo Stanogias & Pearse (1985), a fibra bruta ocasiona redução na digestibilidade da matéria seca em virtude do aumento na taxa de passagem pelo trato intestinal pela maior excreção de nitrogênio metabólico e microbiano e pela baixa disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes da fibra. A mesma situação ocorreu com a digestibilidade do extrato etéreo, que diminuiu com o aumento da inclusão do FAAE na dieta, determinado pela equação $^2\hat{Y} = 95,87 - 2,97x$ ($R^2 = 0,72$), onde os teores de extrato etéreo das dietas foram de 5, 96, 6,15 7,5 e 9,3%, respectivamente para os níveis de 0; 10; 20 e 30%. Mesmo com maior conteúdo de extrato etéreo na dieta com 30% de farelo de algodão, o coeficiente de digestibilidade aparente não diferiu estatisticamente para os níveis de 10 e 20% de inclusão do FAAE. A dieta sem a inclusão de FAAE apresentou um valor menor de extrato etéreo, assim como teor de

fibra mais baixo, apesar disso a digestibilidade aparente do extrato estéreo não diferiu dos níveis de 10 e 20% de inclusão, porém, houve diferença comparada ao nível de 30% de inclusão de FAAE.

A digestibilidade da matéria seca no período da terminação pode ter influenciado os parâmetros de desempenho, como o ganho de peso diário (GPD) e o consumo de ração diário (CRD). Como o nível de fibra da dieta foi acrescido com o aumento da inclusão de farelo de algodão de alta energia®, ocorreu uma redução no consumo de ração diário (CRD) no tratamento com 30% de farelo de algodão, refletindo-se também no menor ganho de peso diário de (2,58 kg). Até o nível de 20% de inclusão do farelo de algodão não houve diferença significativa ($P>0,05$) no ganho de peso diário (GPD) e no consumo de ração diário (CRD).

Os dados de características de carcaça são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros das características de carcaças de fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do FAAE.

Variáveis	Nível de inclusão (%)				CV (%)	*P
	0	10	20	30		
PCQ (kg)	81 ± 1,34	80,50 ± 0,80	82,62 ± 3,40	71,5 ± 1,13	3,26	NS
RCQ (%)	79,65 ± 0,09	78,41 ± 0,42	79,87 ± 0,30	75,77 ± 1,96	1,48	NS
PCF (kg)	83,40 ± 1,13	83,45 ± 1,07	84,90 ± 1,79	73,7 ± 1,27	3,77	NS
RCF (%)	75,53 ± 0,25	74,37 ± 0,16	75,72 ± 0,81	71,37 ± 1,70	1,40	NS
ETUS-A (mm)	15,67 ± 7,78	12,83 ± 3,54	19,50 ± 0,94	15,08 ± 1,53	23,40	NS
ETUS-B (mm)	16,50 ± 0,71	13,60 ± 1,84	19,05 ± 0,07	13,60 ± 2,55	7,42	NS
ET-ABATE (mm)	14 ^a ± 0,03	11,90 ^{ab} ± 0,14	13,80 ^a ± 1,13	9,30 ^b ± 0,55	4,80	0,01
AOLUS (cm ²)	42,35 ^b ± 1,63	46,50 ^a ± 2,76	46,05 ^a ± 0,42	44,05 ^{ab} ± 3,75	3,33	0,01
AOL – ABATE (cm ²)	42,90 ^b ± 2,28	46,77 ^a ± 7,76	47,10 ^a ± 0,00	36,45 ^c ± 3,19	11,49	0,01
Rel. Carne:Gordura	0,47 ± 0,02	0,34 ± 0,04	0,48 ± 0,07	0,40 ± 0,02	10,00	NS

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey a 5%, CV= coeficiente de variação, *P = probabilidade pelo teste F. Peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça quente (RCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento da carcaça fria (RCF), espessura de toucinho ultra-som modo A (ETUS-A), espessura de toucinho ultra-som modo B (ETUS-B), espessura de toucinho ao abate (ET-ABATE), área de olho de lombo ultra-som (AOLUS) área de olho de lombo ao abate (AOL-ABATE).

Podendo-se observar que não houve diferença significativa ($P>0,05$) para as variáveis, com exceção da espessura de toucinho ao abate (ET-ABATE), área de olho de lombo medida pelo ultra-som (AOL-US) e área de olho de lombo ao abate (AOL-ABATE). Onde o nível de 30% de inclusão do farelo de algodão proporcionou menor ET-ABATE e AOL-ABATE que os demais níveis, determinado pelas respectivas equações: $\hat{Y} = 15,3 - 1,22x$ ($R^2=0,72$), $\hat{Y} = 42,50 + 0,54x - 0,02x^2$ ($R^2= 0,98$), inferiores aos encontrados por Dutra Jr. et al. (2001), determinado pelas respectivas equações $\hat{Y} = -15,93 - 0,003x + 0,60x^2$ ($R^2= 0,99$), $\hat{Y} = 9,29 + 0,37x$ ($R^2= 0,98$). Já o valor de AOL-US apresentado nesse trabalho conforme a equação quadrática $\hat{Y} = 42,53 + 0,89x - 0,04x^2$ ($R^2= 0,93$), foi superior aos encontrados por Dutra Jr. et al. (2001) que trabalharam com fêmeas suínas com a mesma faixa de peso.

Segundo Gomes et al. (2008), a redução da espessura de toucinho representa atualmente uma das principais metas determinadas pela indústria frigorífica, em especial, quando a redução de tal parâmetro é acompanhada de elevação dos teores de carne magra e da área de olho de lombo na carcaça.

Os níveis de inclusão de 0 e 10 % diferiram significativamente ($P<0,05$) entre si para as variáveis, com exceção da espessura de toucinho ao abate (ET-ABATE). Observou-se também que, à medida que aumentou o nível de inclusão do farelo de algodão, houve uma redução linear da espessura de toucinho, onde a maior redução ocorreu no nível de 30% de inclusão de FAAE, com 9,3 mm versus os 14,0 mm do tratamento sem FAAE, para as medidas fitas nas carcaças.

Segundo Irgang (1996), para cada milímetro de redução da espessura de toucinho medida entre a última e a penúltima costela, estima-se um aumento de 0,66% de carne magra na carcaça, caracterizando mais uma vez a importância da diminuição da espessura de toucinho nos suínos terminados. Nesse trabalho apesar da redução da ET-

ABATE, não foi observada alteração na relação carne:gordura. Na Tabela 6 são apresentados às características dos cortes comerciais.

Tabela 6. Características dos cortes comerciais em fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão FAAE

Variáveis	Nível de inclusão (%)				CV (%)	*P
	0	10	20	30		
Pernil (kg)	23,2±0,28	24±0,84	23,4±0,42	20,6±0,42	4,72	NS
Pernil (%)	30,2±0,74	31,43±2,22	29,87±1,08	30,58±1,26	4,7	NS
Paleta (kg)	19,2±0,28	18,8±0,28	19,6±0,28	17,8±0,99	5,86	NS
Paleta (%)	25±0,74	24,62±0,74	25,02±0,72	26,43±2,94	6,34	NS
Costela (kg)	18,4±0,56	18,8±0,84	17,6±1,13	17±0,42	8,81	NS
Costela (%)	23,95±1,47	24,62±2,22	22,47±2,89	25,24±1,26	8,57	NS
Carré (kg)	14±0,84	12,75±0,31	15,8±0,42	11,8±0,14	2,53	NS
Carré (%)	18,22±2,21	16,7±0,83	20,17±1,08	17,52±0,42	7,25	NS
Copa (kg)	3,05±0,17	2,43±0,41	2,90±0,07	2,53±0,01	16,7	NS
Copa (%)	3,97±0,46	3,18±1,08	3,7±0,18	3,76±0,04	16,32	NS

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey a 5%, CV= coeficiente de variação, *P = probabilidade pelo teste F.

Como se pode observar, não ocorreram variações nos rendimentos em quilogramas e em percentagem para todos os cortes realizados nas carcaças de fêmea suínas em rações contendo até 30% de inclusão de farelo de algodão de alta energias; esses resultados podem ser explicados devido a padronização do peso de abate dos animais, com exceção do tratamento com 30% de inclusão de FAAE, pode-se aumentar também os coeficientes de variação encontrados para os diferentes cortes, que estão de acordo com os resultados obtidos por Dutra Jr., et al. (2001).

Na Tabela 7, são apresentados os valores de peso e rendimentos dos órgãos internos, demonstrando que não houve diferenças estatísticas ($P>0,05$), exceto para os

rendimentos de rim e baço, além do peso e rendimento do coração e fígado, conforme as equações de regressão respectivamente, $\hat{Y} = 0,23 + 0,02x$ ($R^2 = 0,74$); $\hat{Y} = 0,03 + 0,14x - 0,02x^2$ ($R^2 = 0,76$); $\hat{Y} = 0,23 + 0,08x$ ($R^2 = 0,65$); $\hat{Y} = 0,14 + 0,16x$ ($R^2 = 0,76$); $\hat{Y} = 1,13 + 0,16x$ ($R^2 = 0,69$); $\hat{Y} = 0,93 + 0,39x$ ($R^2 = 0,80$), dos animais que consumiram o maior nível de inclusão de FAAE. Estes resultados demonstram que houve uma tendência de aumento da demanda metabólica evidenciada pelo aumento dos órgãos ligados ao metabolismo, como fígado, rins, baço e coração no nível de 30% de inclusão de FAAE.

Tabela 7. Média dos pesos e rendimentos dos órgãos internos das fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de inclusão do FAAE

Variáveis		Nível de inclusão(%)				CV (%)	P
		0	10	20	30		
Coração	Kg ¹	0,36 ^b ± 0,08	0,38 ^b ± 0,09	0,38 ^b ± 0,04	0,66 ^a ± 0,01	10,85	0,02
	% ²	0,37 ^b ± 0,08	0,46 ^b ± 0,11	0,48 ^b ± 0,01	0,92 ^a ± 0,02	12,80	0,01
Pulmão	Kg	0,51 ± 0,07	0,50 ± 0,13	0,49 ± 0,06	1,03 ± 0,38	34,09	NS
	%	0,52 ± 0,01	0,63 ± 0,16	0,60 ± 0,07	1,40 ± 0,53	35,00	NS
Rim	Kg	0,25 ± 0,01	0,25 ± 0,07	0,26 ± 0,01	0,24 ± 0,01	4,42	NS
	% ³	0,24 ^b ± 0,01	0,32 ^a ± 0,01	0,31 ^a ± 0,01	0,34 ^a ± 0,02	4,53	0,01
Fígado	Kg ⁴	1,37 ^b ± 0,01	1,45 ^b ± 0,07	1,44 ^b ± 0,01	1,94 ^a ± 0,05	1,70	0,01
	% ⁵	1,38 ^c ± 0,01	1,80 ^b ± 0,01	1,74 ^b ± 0,01	2,71 ^a ± 0,07	2,02	0,01
Baço	Kg	0,10 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,15 ± 0,04	0,12 ± 0,01	10,07	NS
	% ⁶	0,11 ^b ± 0,01	0,21 ^a ± 0,03	0,18 ^a ± 0,01	0,18 ^a ± 0,01	10,00	0,01
Estomago	Kg	0,92 ± 0,21	0,75 ± 0,08	0,77 ± 0,07	0,91 ± 0,22	20,30	NS
	%	0,92 ± 0,21	0,93 ± 0,10	0,93 ± 0,09	1,20 ± 0,32	19,80	NS
Intestino	Kg	4,97 ± 0,36	5,14 ± 0,93	4,45 ± 0,87	5,49 ± 0,85	10,94	NS
	%	5,00 ± 0,36	6,38 ± 1,16	5,40 ± 1,07	7,60 ± 1,20	16,50	NS
Gordura	Kg	0,15 ± 0,35	0,16 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,17 ± 0,08	31,30	NS
	%	0,16 ± 0,02	0,20 ± 0,01	0,20 ± 0,06	0,25 ± 0,01	30,80	NS

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey a 5 %, CV=coeficiente de variação, *P= probabilidade pelo teste F.

O coração e os pulmões são órgãos que mantêm sua integridade, sendo prioritários na utilização de nutrientes, independentemente do nível de alimentação (Ferreira et al., 2000). No presente trabalho, houve efeito da dieta sobre o peso e o rendimento do coração, que aumentou linearmente à medida que se elevou o nível de inclusão do farelo de algodão na ração, semelhante aos resultados encontrados por Clementino et al. (2007) que trabalharam avaliando características de carcaças em cordeiros.

O aumento linear dos pesos e rendimentos do fígado, baço e rins em resposta à elevação dos níveis de inclusão do FAAE na dieta, pode estar relacionado com as elevadas taxas metabólicas desses órgãos, devido à maior proporção do farelo de algodão de alta energia®. Esses resultados também foram semelhantes aos encontrados por Clementino et al. (2007), avaliando os níveis crescentes de concentrado de 30, 45, 60 e 75% , sobre o peso e rendimento dos cortes e do constituinte não-carcaça de cordeiros.

Na Tabela 8, são apresentados os parâmetros de avaliação econômica, em que se pode observar que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para renda bruta média (RBM), nas fases de crescimento, terminação e total, como também para o custo médio de alimentação (CMA) para a fase de terminação e total e para margem bruta média (MBM) na fase total à medida que se elevaram os níveis de inclusão de farelo de algodão de alta energia.

Tabela 8. Médias dos parâmetros de avaliação econômica (R\$) para os períodos experimentais: receita bruta média (RBM), custo médio da alimentação (CMA), margem bruta média (MBM) e rentabilidade média (RM)

Fases		Nível de inclusão				CV%	P*
		0%	10%	20%	30%		
Crescimento	RBM	107,62 ^a ± 7,77	102,88 ^{ab} ± 8,36	104,94 ^{ab} ± 3,70	93,81 ^b ± 11,18	8,01	0,045
	CMA	51,99 ± 3,33	50,30 ± 4,72	51,77 ± 2,19	48,80 ± 3,47	6,98	NS
	MBM	55,62 ± 8,03	52,58 ± 9,98	53,17 ± 2,46	45,01 ± 8,57	15,12	NS
	RM	107,56 ± 17,92	106,19 ± 25,97	102,83 ± 5,48	91,93 ± 14,29	17,16	NS
Terminação	RBM	132,36 ^a ± 7,96	126,06 ^a ± 13,26	124,88 ^a ± 9,67	104,00 ^b ± 16,24	10,02	0,003
	CMA	88,58 ^a ± 2,87	81,09 ^{ab} ± 7,20	83,28 ^a ± 6,64	72,04 ^b ± 7,47	7,78	0,001
	MBM	43,78 ± 7,84	44,97 ± 8,17	41,61 ± 5,73	31,97 ± 12,82	22,22	NS
	RM	49,50 ± 9,21	55,46 ± 9,16	50,14 ± 7,13	44,46 ± 16,36	22,12	NS
Total	RBM	239,98 ^a ± 9,45	228,95 ^a ± 11,91	229,82 ^a ± 11,76	197,81 ^b ± 23,17	6,71	0,0006
	CMA	140,80 ^a ± 4,28	131,71 ^a ± 9,81	135,47 ^a ± 8,53	121,34 ^b ± 10,87	6,60	0,007
	MBM	99,18 ^a ± 9,99	97,24 ^a ± 11,21	94,35 ^{ab} ± 6,98	76,47 ^b ± 16,14	12,59	0,010
	RM	70,56 ± 8,06	74,38 ± 11,97	69,84 ± 6,26	63,01 ± 11,51	14,03	NS

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey a 5 %, CV= coeficiente de variação, *P= probabilidade pelo teste F.

O custo médio da alimentação (CMA) na fase de crescimento não foi afetado, uma vez que o consumo de ração (CR) nessa mesma fase (Tabela 3) também não foi modificado significativamente ($P < 0,05$). Na fase de terminação e total, ocorreu uma diminuição linear no consumo de rações, onde esse consumo de ração pode estar relacionado com a fase e condições corporais desses animais e conseqüentemente, gerando um baixo custo na alimentação.

À medida que aumentou o nível de inclusão do farelo de algodão de (0 a 30%) nas rações, houve uma redução linear na receita bruta média (RBM) nas três fases, e custo médio da alimentação (CMA) nas fases terminação e total, como também na margem bruta média (MBM), determinada pelas respectivamente equações: $\hat{Y} = 112,16 - 3,94x$ ($R^2 = 0,72$); $\hat{Y} = 143,39 - 8,63x$ ($R^2 = 0,81$); $\hat{Y} = 255,55 - 12,56x$ ($R^2 = 0,79$); $\hat{Y} = 93,10 - 4,74x$ ($R^2 = 0,79$); $\hat{Y} = 145,99 - 5,46x$ ($R^2 = 0,73$); $\hat{Y} = 109,57 - 7,10x$ ($R^2 = 0,77$).

CONCLUSÕES

É viável a inclusão de até 20% do FAAE em dietas de fêmeas suína em terminação, sem comprometer a digestibilidade dos nutrientes. Como também nas fases de crescimento e terminação sem prejudicar o desempenho desses animais.

A inclusão do FAAE em dietas de fêmeas suína é viável até o nível de 30% sem afetar as características de rendimento de carcaça e cortes comerciais, devendo ser observada a viabilidade econômica.

LITERATURA CITADA

- AHERNE, F. X.; KENNELLY, J. J. Oilseed meals for livestock feeding. **Recent development in pig nutrition**, London, p.278-315, 1984.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS): **Métodos brasileiros de classificação de carcaças**. Estrela, 1973.p.14.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA IND. PROD. EXP. CARNE SUÍNA (ABIPECS)
Disponível em: <[http:// www. Abipecs.org. br/](http://www.abipecs.org.br/)> Acesso em 02/05/08 e 15/07/09.
- BALOGUN, T.F.; ADUKU, A.O.; DIM, N.I. et al. Undecorticated cottonseed meal as a substitute for soya bean meal in diets for weaner and growing-finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.30, n.3-4, p.193-201, 1990.
- CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, M. G. G. C. et al., Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaças e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.681-688, 2007.
- COOPER, R. G.; LENNON, A. M.; TRIBBLE, L. F. LPC cottonseed flour as a protein source for swine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.48, n.5, p1216-1222, 1979.
- COSTA, P. T. C. O arroz na alimentação animal. In SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL – CBNA, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: p. 77-84, 2001.
- DUTRA, JR., W. M.; FERREIRA, A. S.; TAROUÇO, J.U. et al., Estimativas de rendimentos de cortes comerciais e de tecidos de suínos em diferentes pesos de abate pela técnica de ultra-sonografia em tempo real. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.4, p. 1243-1250, 2001.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MUNIZ, E.B.H. et al. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovino ps F1 Simental x Nelore alimentados com vários níveis de concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 2000.
- FITZSIMMONS, R. C.; NEWCOMBE, M.; MOUL, I. E. The long-term of feeding ground and whole cottonseed to laying hens. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, n.2, p.425-429, 1989.
- GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; MARTELLI, M.R., et al. Desempenho e característica de carcaça de suínos alimentados com dieta de tifton (*Cynodon Dactylon*), **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.59-67, 2008.

- IRGANG, R. Avaliação e tipificação de carcaças de suínos no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 2, 1996. Campinas-SP. **Anais...** Campinas: ITAL, 1996.p.67-85.
- LANNA, Geraldo Roberto Quitana, **Avicultura**. 2ª Ed. São Paulo, 2000, 245 p.
- LI, D.F.; XU, X.X.; QIAO, S.Y. et al. Growth performance of growing-finishing pigs fed diets supplemented with Chinese cottonseed meal based on amino acids digestibilities. **Asian- Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, n.4, p.521-527, 2000.
- MOREIRA, I.; PAIANO, D.; da SILVA, M. A. A., et al. Utilização de dois farelos de algodão na alimentação de suínos na fase inicial 1. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, Santa Maria, RS, **Anais...**, Santa Maria: SBZ, CDROOM. 2003.
- MOREIRA, I., SARTORI, I.M., PAIANO, D., et al. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1077-1084, 2006.
- RICON, R.; SMITH, F. H.; CLAUSON, A. J. Detoxification of gossypol in raw cottonseed and the use of raw cottonseed meals as a replacement for soybean meal in diets for growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.47, n.2, p.865-872, 1978.
- ROSTAGNO, H.S. Tabelas brasileiras para aves e suínos. In: ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005, v.1. 186 p.
- SILVA, D.J. Análises de alimentos. In: QUEIROZ, A. C. (Ed.) **Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG, UFV, 2002.235p.
- STANOGLIAS, G.; PEARCE, G. R. The digestion of fiber by pigs 3. Effects amount and type of fiber on physical characteristics of segments of the gastrointestinal tract. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 53, n. 3, p. 537-548, May 1985.
- UDÉN, P. et al. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal Science Agriculture**, London, v. 31, p.625- 632, 1980.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1 Viçosa, MG, 2007.
- VIANA, S. P.; de CARVALHO, J. P.; de FARIA, J. J. B., et al. Emprego de farelo de algodão em rações para suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13, Salvador, BA, **Anais...**, Salvador: SBZ, p. 180 – 181, 1976.

ANEXOS