

LILIANE OLÍMPIO PALHARES

**UTILIZAÇÃO DA TORTA DE ALGODÃO COM OU SEM ENZIMAS PARA SUÍNOS
EM CRESCIMENTO**

**RECIFE
PERNAMBUCO - BRASIL
2014**

LILIANE OLÍMPIO PALHARES

**UTILIZAÇÃO DA TORTA DE ALGODÃO COM OU SEM ENZIMAS PARA SUÍNOS
EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de *Magister Scientiae*, área de nutrição de não ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior

Co-orientador(a): Prof. Dr^a. Maria do Carmo M. M. Ludke

**RECIFE
PERNAMBUCO - BRASIL
2014**

Ficha Catalográfica

P161u Palhares, Liliane Olímpio
Utilização da torta de algodão com ou sem enzimas para
suínos em crescimento / Liliane Olímpio Palhares. -- Recife,
2014.
73 f.: il.

Orientador (a): Wilson Moreira Dutra Júnior.
Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Zootecnia, Recife, 2014.
Inclui anexo(s), apêndice(s) e referências.

1. Digestão 2. Alimento proteico 3. Alimentos – Aditivos
4. Desempenho 5. Suíno I. Dutra Júnior, Wilson Moreira,
orientador II. Título

CDD 636.4

LILIANE OLÍMPIO PALHARES

**UTILIZAÇÃO DA TORTA DE ALGODÃO COM OU SEM ENZIMAS PARA SUÍNOS
EM CRESCIMENTO**

Dissertação defendida e aprovada pela comissão examinadora em 21 de fevereiro de 2014.

Orientador:

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior
Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Comissão Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Prof^a. Dr^a. Mônica Calixto Ribeiro de Holanda
Universidade Federal de Pernambuco
Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Dr. Claudio José Parro de Oliveira
Universidade Federal de Pernambuco

RECIFE – PE

2014

BIOGRAFIA DO AUTOR

Liliane Olímpio Palhares, filha de José Cloves Cordeiro Palhares e Lenilda Olímpio Palhares, nasceu em Recife – PE, no dia 13 de dezembro de 1985. Iniciou a graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco em agosto de 2007, em 2009 tornou-se bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), onde permaneceu até agosto de 2011, mesmo período que concluiu o curso de Zootecnia. Em março de 2012, iniciou as atividades como aluna regular do Programa Pós-Graduação em Zootecnia na área de Nutrição de Não Ruminantes. Em 21 de fevereiro de 2014, submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção de título de mestre em “*Magister Scientiae*”.

Dedico,

A Deus,

Aos meus pais, Lenilda O. Palhares e José C. C. Palhares,

Aos meus irmãos, Lílian O. Palhares e Antônio Rufino da Silva Neto,

Às minhas sobrinhas, Luene Maltez Palhares e Maria Júlia de Souza Palhares.

“Dizem que a vida é para quem sabe viver, mas ninguém nasce pronto. A vida é para quem é corajoso o suficiente para arriscar e humilde o bastante para aprender.”

Clarice Lispector

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir mais uma conquista.

À minha família: meus pais pelo amparo, carinho, confiança, compreensão, paciência e incentivos; meu irmão e minha irmã, pela assistência nos momentos necessários.

Ao professor Wilson Moreira Dutra Júnior, pela orientação, amizade, paciência e confiança depositada em mim.

À professora Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pelas contribuições e auxílios na execução do trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Bioenzima pela doação das enzimas e apoio financeiro.

Ao departamento de Zootecnia e ao laboratório de nutrição animal, por dispor instalações para execução dos ensaios experimentais e análises laboratoriais.

Ao CENAPESQ, pela estrutura laboratorial concedida a realização de algumas análises.

Aos professores deste departamento pelo ensinamento e amizade.

Às amigas e aos amigos da pós-graduação: Rafaela Leitão, Débora Nathália, Karen Abreu, Izaura Lorena, Cláudia Lopes, Emanuela Nataly, Tayara Soares, Mônica Hunka, Cláudio Parro e Dihêgo Malvim por todo apoio, companheirismos e amizade em todos os momentos.

Aos alunos de graduação do curso de zootecnia: Andrew Cavalcanti, Marconi Ítalo, Lucas Delano, Vitor Magalhães, João Ricardo, Francisco, Alexandra, Ana Carolina e Elayne Soares pela assistência, dedicação e amizade.

Às minhas amigas irmãs: Bárbara Lima e Irys Câmara pela amizade, apoio e por sempre estarem presentes.

Aos funcionários do DZ: Fátima Sampaio, Priscila Alves, Cynthia Marinho, Victor, Vanessa e Lucinha, pelos auxílios.

Ao Sr. Biu, pela assistência em momentos difíceis e pela amizade.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para execução deste trabalho.

O meu sincero agradecimento!

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	10
Resumo	12
Abstract	13
Considerações Iniciais	14
CAPÍTULO I – Referencia Teórico	15
Referências Bibliográficas	26
CAPÍTULO II - Composição química e energética da torta de algodão com ou sem adição de complexo enzimático para suínos em crescimento.....	31
Resumo	32
Abstract	33
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	38
Conclusão	41
Referências Bibliográficas	42
CAPÍTULO III - Uso da torta de algodão em substituição à proteína do farelo de soja com adição de complexo enzimático em dietas de suínos em crescimento	45
Resumo	46
Abstract	47
Introdução	48
Material e Métodos	49
Resultados e Discussão	53
Conclusão	61
Referências Bibliográficas	62
Anexo I - Observações experimentais	65
Anexo II- Normas para publicação no periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	70

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – Referencial Teórico	14
Tabela 1. Composição química e energética do farelo e da torta de algodão encontrado por alguns autores	16
Tabela 2. Composição aminoacídica total e digestível do farelo de soja, da torta e do farelo de algodão encontrados por alguns autores	17
CAPÍTULO II - Composição química e energética da torta de algodão com ou sem adição de complexo enzimático para suínos em crescimento.....	30
Tabela 1. Composição centesimal, calculada e analisada da ração experimental (ração referência) para suínos na fase de crescimento (matéria natural)	35
Tabela 2. Composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria natural)	38
Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), fibra bruta (CDAFB), fibra em detergente neutro (CDAFDN), proteína bruta (CDAPB), fósforo (CDAP), energia bruta (CDAEB) e valores de matéria seca digestível (MSD), fibra bruta digestível (FBD), fibra em detergente neutro digestível (FDNd), proteína digestível (PD), fósforo digestível (Pd), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) da torta de algodão com ou sem adição de enzimas.....	39
CAPÍTULO III - Uso da torta de algodão em substituição à proteína do farelo de soja com adição de complexo enzimático em dietas de suínos em crescimento	44
Tabela 1. Composição aminoacídica total e digestível da torta de algodão utilizada nas rações (matéria natural)	49
Tabela 2. Composição centesimal, calculada e analisada das rações experimentais expressos na matéria natural	50
Tabela 3. Composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria natural)	53
Tabela 4. Média do consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho (ET) e profundidade do músculo (PM) de suínos em crescimento alimentados com dietas controles com e sem adição de complexo enzimático.....	54
Tabela 5. Média do consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho (ET) e profundidade do músculo (PM) de suínos em crescimento alimentados com dietas com crescentes níveis de substituição da torta de algodão com adição de complexo enzimático.....	54
Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB), da energia bruta (CDAEB), da fibra bruta (CDAFB) e do fósforo (CDAP) de suínos em crescimento alimentados com dietas controles com e sem adição de complexo enzimático.....	55

Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB), da energia bruta (CDAEB), da fibra bruta (CDAFB) e do fósforo (CDAP) das dietas com crescentes níveis de substituição da torta de algodão com adição de complexo enzimático para suínos na fase de crescimento	56
Tabela 8. Valores médios de parâmetros bioquímicos séricos de suínos em crescimento alimentados com dietas controles com e sem adição de complexo enzimático.....	58
Tabela 9. Valores médios de parâmetros bioquímicos séricos de suínos em crescimento alimentados com dietas com crescentes níveis de substituição da torta de algodão com adição de complexo enzimático	59

RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de estudar a utilização da torta de algodão (TA): com ou sem adição do complexo enzimático e seu efeito sobre a digestibilidade e o desempenho de suínos em fase de crescimento. O Experimento I foi um ensaio de digestibilidade, utilizando 20 suínos machos castrados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. As dietas experimentais foram ração referência (RR) à base de milho e farelo de soja, com e sem adição de enzimas; e 30% de substituição da RR por torta de algodão, com e sem adição de enzimas. A adição de enzimas exógenas para a torta de algodão apresentou aumento do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, elevando os valores de proteína digestível (PD) da torta de algodão em suínos de 30,28 para 31,36% sem e com adição de enzimas, respectivamente. A energia digestível foi melhorada em 14% apresentando valores de 2.538 e 2.894 kcal/kg de ED, sem e com adição de enzimas, respectivamente. No experimento II foi avaliado o desempenho de suínos machos castrados (30-50 kg) alimentados com níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão. Foram formuladas cinco dietas: dieta controle com e sem o complexo enzimático; e substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão em 20, 40 e 60% com o complexo enzimático. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições e um animal por unidade experimental. Foi realizada a avaliação do desempenho através do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. A avaliação da digestibilidade ocorreu através da coleta parcial de fezes utilizando o indicador Celite®, fornecido nas dietas. Para avaliação dos parâmetros bioquímicos séricos, foram realizadas coletas de sangue através do seio orbital ao final do experimento. A adição de enzima à dieta controle, assim como a substituição da proteína do farelo de soja pela da torta de algodão não afetou o desempenho dos animais, porém apresentou diminuição nos coeficientes de digestibilidade para as dietas contendo torta de algodão. Para os parâmetros bioquímicos séricos apenas a proteína total foi afetada com inclusão da TA e do complexo enzimático às rações. Mediante os resultados encontrados é viável a substituição da proteína da soja até 38,8% pela proteína da torta de algodão com a utilização do complexo enzimático em rações de suínos na fase de crescimento, sem prejudicar seu desempenho e digestibilidade.

Palavras-chaves: aditivos, alimento proteico, desempenho, digestibilidade, leitões

ABSTRACT

Two experiments were conducted with the objective of studying the use of cottonseed cake (CSC) with or without addition of the enzyme complex and its effect on performance and digestibility of swine on the growth phase. The first experiment was a digestibility trial using 20 barrows. The experimental design was completely randomized with four treatments and five replications. The experimental diets were reference ration (RR) to corn and soybean meal, with and without addition of enzymes; and replacement of 30% RR for cottonseed cake with and without addition of enzymes. The addition of exogenous enzymes for cottonseed cake has increased the apparent digestibility coefficient of crude protein, raising the digestible protein (DP) of cottonseed cake in swine of 30,28 to 31,36 % with and without addition of enzymes, respectively. The digestible energy was improved by 14% presenting values of 2.538 and 2.894 kcal/kg of ED, with and without addition of enzymes, respectively. In the second experiment we evaluated the performance of barrows (30-50 kg) fed increasing levels of substitution of soybean meal protein by protein cottonseed cake. Five diets were formulated: control diet with and without enzyme supplementation; and replacement of soybean meal protein by protein cottonseed cake at 20, 40 and 60% with the enzyme complex. The experimental design was a randomized design block with five replicates and one animal per experimental unit. The evaluation was performed using the feed intake, weight gain and feed conversion. The assessment of digestibility occurred through partial fecal collection using Celite® supplied in the diet. Evaluation the serum biochemical parameters, blood samples were taken by orbital sinus at the end of the experiment. Enzyme addition to the control diet, as well as replacement of protein from soybean meal by cottonseed cake didn't affect animal performance, but showed a decrease in digestibility for diets containing cottonseed cake. For serum biochemical parameters only total protein was affected with inclusion of CSC and to feed the enzyme complex. Founded on results the soybean meal protein replacement by 38,8% protein cottonseed cake using the enzyme complex in diets for swine in growth phase, without affecting it's performance and digestibility.

Keywords: additives, protein food, performance, digestibility, piglets

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A suinocultura nacional vem sendo impulsionada pelo aumento da produção interna e exportação, a partir da introdução de novas tecnologias no sistema de produção, aumento do consumo interno e maior oferta de animais. No intuito de ampliar a produtividade e reduzir os custos, os suinocultores vêm utilizando animais com alto potencial genético, investindo em boas condições sanitárias, adequados programas de manejo e estratégias nutricionais. Os gastos com alimentação representam aproximadamente de 60 a 70% do custo de produção do suíno terminado, mostrando-se como um desafio para produtores e pesquisadores à busca por ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja, que mantenham ou melhorem os índices produtivos e econômicos do sistema de produção.

Neste intuito, a torta de algodão apresenta-se como excelente fonte proteica podendo substituir parcialmente o farelo de soja na alimentação de suínos, porém sua utilização em dietas de animais não ruminantes ainda é limitada, devido à presença dos polissacarídeos não amiláceos (PNA's), compostos presentes em ingredientes de origem vegetal que podem interferir na atuação das enzimas endógenas dos animais, ocasionando algumas desvantagens para produção animal, como menor consumo de alimentos, redução na digestibilidade dos nutrientes e diminuição do ganho de peso.

Uma alternativa que talvez permita a utilização da torta de algodão na alimentação de suínos seria a adição de um complexo enzimático específico para o alimento utilizado. O conhecimento da composição química e energética do alimento, juntamente com as características da fisiologia digestiva dos suínos permitirá a escolha das enzimas adequadas. Sabendo-se que os suínos produzem enzimas endógenas, porém a quantidade não é suficiente para atuar sobre todo o substrato, uma alternativa seria a utilização de enzimas que atuem sobre os substratos que interferem negativamente, intensificando a eficiência da digestão, que tornará os nutrientes mais disponíveis para absorção, aumentando o valor energético dos alimentos e melhorando o desempenho dos animais.

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

1. A Cotonicultura e seus subprodutos

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum L.*) é uma planta de origem tropical e subtropical, necessitando de temperatura média acima de 20°C, umidade relativa do ar média em torno de 60%, sendo necessária a escassez hídrica e insolação para facilitar a abertura dos frutos (Beltrão et al., 1999). Além disso, o algodoeiro é uma espécie extremamente exigente em fertilidade do solo, precisando de um manejo criterioso e cuidadosamente planejado, para altas produtividades (Pettigrew et al., 2005).

Na região Nordeste o cultivo do algodão representava uma das atividades tradicionais, desde o século XIX, apresentando parte da concentração da produção nacional nessa região do Brasil. Devido à sua condição de resistência à seca, o algodão se tornou a principal opção fitotécnica para os nordestinos (Vainsencher, 2009). Para a safra 2013/2014 há também importante tendência de crescimento nos estados da região Norte/Nordeste, com destaque para a Bahia, em que dados de pesquisa indicam um crescimento de 15 a 20% na área planta em relação à última safra. No Piauí e Maranhão, também foi detectado um crescimento de área de 4,0 e 2,5%, respectivamente (CONAB, 2013).

O beneficiamento do algodão é a etapa inicial de industrialização têxtil, consistindo na separação da fibra das sementes através de processos mecânicos, buscando-se manter as características intrínsecas da fibra e conferir, ao algodão, boa qualidade comercial (Silva et al., 2002). Após este beneficiamento é gerado uma série de subprodutos como o caroço, a torta e o farelo. Estes podem ser utilizados na alimentação animal como alimento proteico, podendo substituir ingredientes tradicionais com preços mais elevados como o farelo de soja.

O caroço de algodão compreende o grão e as cascas. Sendo composto aproximadamente por 7,4% de línter (penugem que fica presa à semente do algodão após o beneficiamento), 60,6% de amêndoas e 32% de casca. O línter é retirado por meio de deslinteradeiras em vários cortes. Do processamento das amêndoas pode-se obter aproximadamente 21,1% de óleo bruto e 78,9% de torta ou farelo (Heijbroek e Husken, 1996).

A torta de algodão (TA) é obtida a partir da extração mecânica do óleo presente no caroço de algodão. Esse processo consiste na separação do línter preso ao caroço (Berzaghi, 1965). Em seguida, os caroços são levados ao cozimento para romper células oleíferas, posteriormente este material seguirá para a prensagem mecânica, resultando no óleo bruto e na torta.

O farelo de algodão (FA) é obtido do caroço descorticado após a extração da material oleoso por solvente e moagem fina (Butolo, 2002). Essa extração é muito eficiente, podendo recuperar até 98% do óleo dos caroços de algodão. Porém, a utilização de solventes possui algumas desvantagens como: alta inflamabilidade, custo elevado, podendo afetar o meio ambiente através de gases expelidos (Moretto e Fett, 1998).

Enquanto a obtenção da torta de algodão pelo método da prensagem mecânica do caroço confere vantagens na utilização do produto como: preservação das características nutricionais e elevado teor de óleo residual, proporcionando um ingrediente com maior valor energético. Porém, alimentos que contêm gordura de origem animal ou vegetal, podem sofrer transformações químicas durante o armazenamento, como alterações causadas pela rancificação, uma reação que diminui a qualidade dos alimentos, ocasionando odores e sabores estranhos aos lipídeos contidos no alimento (SENAC, 2002).

2. Composição química e aminoacídica da torta e do farelo de algodão

Normalmente, o balanceamento de dietas é feito considerando a composição química média dos alimentos encontrados nas tabelas de composição nutricional. A torta e o farelo de algodão apresentam altas oscilações em composição nutricional, devido às variedades genotípicas e do processamento industrial, podendo essa estratégia não fornecer resultados de desempenho esperados, uma vez que o percentual de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), não são semelhantes como se pode verificar na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e energética do farelo e da torta de algodão encontrado por alguns autores

	Fonte	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (%)	GL (ppm)
Farelo de Algodão	Yu et al (1996) .	87,8	49,8	2,1	-	21,0	12,8	-	940
	NRC (1998)	90,0	41,4	1,5	-	28,4	19,4	-	-
	Paiano et al. (2006)	92,9	35,9	0,9	15,6	38,7	27,2	4.247	330
	Brumano et al. (2006)	89,1	38,4	1,2	12,9	29,2	21,1	4.185	-
	Rostangno et al. (2011)	93,4	29,9	1,3	24,93	42,3	31,1	4.130	-
Torta de Algodão	Jagadi et al (1987)	93,1	27,6	12,7	24,6	-	-	4.203	-
	Batterhan et al (1990)	95,2	44,5	5,5	8,4	-	-	4.610	500
	NRC (1998)	92,0	42,4	6,1	-	25,7	18,0	-	-
	NCPA (2002)	92,3	46,1	4,6	11,4	32,3	18,1	-	600
	Tavares-Samay (2012)	94,6	24,3	7,9	-	43,6	31,8	4.614	479

MS= matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FB= fibra bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; EB= energia bruta; GL= gossipol livre

As oscilações para os valores de PB, EE, FB, FDN e FDA da torta e farelo de algodão, podem ocorrer devido às variações nas etapas do processamento para a obtenção da torta de algodão, como realização do deslindamento, tipo de moinho utilizado (faca ou martelo) e temperaturas no processo de cozimento do caroço, que resultam na desuniformidade da composição bromatológica do produto, havendo altas variações no teor de proteína, energia e gossipol, sendo necessária a avaliação da composição para comercialização no mercado e correta formulação de rações.

A composição aminoacídica do ingrediente está diretamente relacionada ao seu valor proteico, sendo importante esta análise devido à inconstância dos valores de PB encontrados (Tabela 1). A torta e o farelo de algodão apesar de apresentar boa percentagem de PB, possui um perfil aminoacídico inferior ao farelo de soja, mostrando-se deficiente principalmente para o aminoácido lisina.

Os valores da composição aminoacídica total e digestível do farelo e da torta de algodão encontrados por alguns pesquisadores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição aminoacídica total e digestível do farelo de soja, da torta e do farelo de algodão encontrados por alguns autores

	Farelo de Soja	Farelo de Algodão			Torta de Algodão		
	Rostangno et al. (2011)	Shim et al. (2003)	Paiano et al. (2006)	Rostangno et al. (2011)	Batterhan et al. (1990)	NRC (1998)	NCPA (2002)
Fenilalanina	2,36	1,83	1,83	1,64	2,30	1,97	2,23
Histidina	1,20	0,88	0,94	0,84	1,30	1,11	1,45
Isoleucina	2,12	1,09	1,04	0,92	1,40	1,29	1,27
Leucina	3,50	2,02	2,01	1,74	2,50	2,45	2,55
Lisina	2,79	1,61	1,22	1,21	1,80	1,65	1,57
Metionina	0,60	0,57	0,50	0,44	0,60	0,67	0,7
Met +Cis	1,28	-	1,06	0,93	-	-	2,23
Treonina	1,78	1,07	1,08	0,94	1,30	1,34	1,52
Valina	2,21	1,48	1,51	1,30	1,70	1,76	1,8
Aminoácidos Digestíveis para Suínos							
	Rostangno et al. (2011)	Shim et al. (2003)	Rostangno et al. (2011)	Batterhan et al. (1990)	NRC (1998)		
Fenilalanina	2,12	1,23	1,28	0,87	1,59		
Histidina	1,10	0,65	0,69	0,86	0,85		
Isoleucina	1,90	0,72	0,58	0,81	0,89		
Leucina	3,16	1,33	1,16	0,82	1,71		
Lisina	2,54	1,08	0,71	0,73	1,01		
Metionina	0,56	0,39	0,30	0,87	0,49		
Treonina	1,55	0,72	0,54	0,73	0,84		
Valina	1,96	1,03	0,86	0,81	1,25		

A composição aminoacídica total da torta de algodão demonstra valor superior ao do farelo de algodão para todos os aminoácidos. No entanto, os valores de aminoácidos digestíveis para suínos da torta de algodão apresentam variação, podendo ser superior ou inferior presente no farelo de algodão. Essa diferença deve ocorrer em função do tipo de extração, pois a TA proveniente apenas da prensagem mecânica resulta em um produto com maior teor de óleo residual, que pode resultar em menor teor de proteína, influenciando diretamente na composição aminoacídica digestível.

Mesmo apresentando adequados teores de proteína, sua utilização para animais não ruminantes apresentam alguns obstáculos, além da quantidade de lisina disponível, que devem ser considerados antes de serem utilizados como: teor de gossipol e nível de polissacarídeos não amiláceos (PNA's).

2.1. Fatores antinutricionais da torta e do farelo de algodão

A expressão “fator antinutricional” tem sido utilizada para especificar compostos presentes em alimentos de origem vegetal que, quando consumidos, reduzem o valor nutritivo desses alimentos. Eles interferem na digestibilidade, absorção ou utilização dos nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar efeitos danosos à saúde (Santos, 2006). Nos subprodutos do algodão utilizados em dietas para animais não ruminantes tem-se: o gossipol, os PNA's e o ácido fítico.

2.1.1. Gossipol

O gossipol ($C_{30}H_{30}O_8$) é um pigmento fenólico de coloração amarelada, produzida pelas glândulas de pigmento encontradas nas raízes, talos, folhas e sementes do algodoeiro (Gadelha et al., 2011). A função do gossipol para planta é limitar a predação por insetos, conferindo-lhe resistência contra essas pragas (Evangelista et al., 2011). O gossipol pode ser encontrado na forma livre ou ligado à proteína. Na forma ligada o gossipol não apresenta importância toxicológica, sendo considerado fisiologicamente inativo (Gadelha et al., 2011), porém diminui a disponibilidade de lisina e digestibilidade da proteína aos animais.

O gossipol na forma livre é um composto potencialmente tóxico para animais não ruminantes, podendo causar redução no ganho de peso, dificuldade respiratória, infertilidade e até morte do animal (Saksena et al., 1981). Os sinais de toxicidade geralmente ocorrem quando os níveis de gossipol livre, se aproximam de 100 ppm. Entretanto, o gossipol pode ser

inativado na torta ou no farelo de algodão através da fixação com aminoácidos, ou através da complexação com metais di ou trivalentes. Por esse motivo, os sais de ferro, tais como sulfato ferroso, são eficazes em bloquear o efeito tóxico do gossipol da dieta, pela formação de um complexo forte entre o ferro e gossipol, evitando sua absorção. A proporção recomendada é de 1:1 em peso de ferro e gossipol livre para inativar o gossipol livre acima de 100 ppm (Aherne e Kennelly, 1985).

2.1.2. Teor de polissacarídeo não amiláceo (PNA ou fibra)

Os polissacarídeos não amiláceos (PNA's), também conhecido como fibras, são os principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal (Conte et al., 2002). Os PNA's são classificados em insolúveis e solúveis. Entre os PNA's insolúveis destaca-se a celulose, que é o principal constituinte da parede celular das plantas e abundante nos vegetais fibrosos. Apresentando baixa digestibilidade em animais não ruminantes, além de interferir na absorção dos outros nutrientes (Andrighetto et al., 2002). As dietas fibrosas podem promover alterações na taxa de absorção dos nutrientes, especialmente da proteína, aminoácidos e minerais, e/ou ainda na excreção de nitrogênio endógeno (King e Taverner, 1975).

Os PNA's solúveis são formados por pectina, goma e algumas hemiceluloses, e apresentam grande capacidade de absorção de água e formam uma substância gelatinosa que dificulta a digestão e a absorção dos nutrientes (Bedford e Morgan, 1996). Os efeitos negativos dos PNA's solúveis sobre a digestibilidade acontecem em razão do aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, o que reduz a interação enzima/substrato pela diminuição da taxa de difusão dos nutrientes na luz intestinal e pela complexação com enzimas digestivas (Bedford, 2000). Uma alta inclusão desses carboidratos pode causar um aumento da viscosidade intestinal e, conseqüentemente, reduzir a digestibilidade dos componentes da dieta, comprometendo o desempenho dos animais (Conte et al., 2002).

2.1.3. Fitato (Ácido Fítico)

Alimentos de origem vegetal apresentam baixos níveis de fósforo, assim como baixa disponibilidade deste mineral (Figueirêdo et al., 2000). Cerca de 50 a 80% do fósforo (P) presente nos vegetais encontram-se na forma de fitato (Omogbenigun et al., 2003), composto cíclico (inositol) que contém seis grupos fosfato, representando cerca de 1 a 1,5% da matéria

seca do grão (Drackley, 2000). No farelo de algodão, no milho e no farelo de soja o teor de fitato presente é de 0,77; 0,18 e 0,38%, respectivamente (Selle e Ravindran, 2007).

Esse composto orgânico pode influenciar as propriedades nutricionais dos alimentos, o que inclui o fitato como um fator antinutricional, pois diminui a disponibilidade de minerais (Ca, P, Fe, Mn e Mg) e também das proteínas e aminoácidos (Furtunato, et al., 2002; Costa et al., 2004).

Animais não ruminantes, como as aves e suínos, não aproveitam eficientemente o fósforo dos vegetais por não sintetizarem a fitase, enzima capaz de catabolizar o fitato disponibilizando fósforo, outros minerais e proteínas para o metabolismo dos animais (Ludke et al., 2002; Moreira et al., 2004; Silva et al., 2005). Uma pequena hidrólise do fitato poderá ocorrer pela presença da fitase intrínseca das plantas e/ou fitase produzida pela flora microbiana intestinal (Williams e Taylor, 1985), porém, a atividade da fitase intestinal em suínos, não é suficiente para a hidrólise total do fitato presente nos alimentos, sendo necessária a utilização de fontes inorgânicas de fósforo, elevando o custo da ração.

3. Utilização da torta e ou farelo e algodão em dietas para suínos

A utilização de farelo e ou torta de algodão tem sido avaliada como alimento alternativo ao farelo de soja em rações para suínos em diferentes fases de criação considerando digestibilidade e desempenho.

Em ensaio de metabolismo, Husby e Kroening (1971) substituíram 41 e 44% da dieta referência à base de milho e farelo e soja por farelo e torta de algodão para suínos na fase de crescimento, objetivando determinar valores de energia digestível e metabolizável, e encontraram valores de 3.122 kcal/kg e 2.886 kcal/kg para energia digestível para torta e farelo de algodão, respectivamente. E encontraram valores de 2.632 kcal/kg para torta de algodão e 2.442 kcal/kg para farelo de algodão para energia metabolizável.

Kornegay et al. (1972) avaliando o desempenho de suínos, com a de inclusão de 15% farelo de algodão (FA), 15% de inclusão de FA inoculado por fungo *diplodia* e 15% de inclusão de FA com sulfato ferroso, consideraram que os animais alimentados com a dieta contendo farelo de algodão inoculado tiveram o ganho de peso médio igual aos alimentados com farelo de algodão e sulfato ferroso. Porém, os suínos alimentados com a dieta contendo apenas o farelo de algodão apresentaram mortalidade de 50% do tratamento, após apresentarem um ganho de peso reduzido, comprovando que o gossipol do FA pode ser reduzido por meio da inoculação do fungo *diplodia* ou com adição do sulfato ferroso.

Estudando níveis de inclusão do farelo de algodão para suínos na fase de crescimento (0, 5, 10 e 15%) e de terminação (0, 4, 8 e 12%), Cooper et al. (1979) constataram uma redução no ganho de peso na fase de crescimento à medida que a inclusão aumentou, porém na fase de terminação nenhuma diferença foi encontrada.

Já LaRue et al. (1985) trabalharam com farelo de algodão com adição de lisina em substituição do farelo de soja no desempenho de suínos na fase inicial, crescimento e terminação. As dietas avaliadas foram 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de farelo de algodão na suplementação da proteína, com adição de L-lisina HCl em todas as dietas e concluíram que a proteína do farelo da soja pode ser substituída em até 40% pelo farelo de algodão mais lisina sem reduzir o desempenho dos animais.

Batterham et al. (1990) inicialmente avaliaram a disponibilidade de lisina em farelo de soja, torta e farelo de algodão, encontraram valores de lisina do farelo e da torta de algodão ligeiramente baixos em relação ao farelo de soja. Estes autores também avaliaram o desempenho dos suínos na fase de crescimento alimentados com dietas contendo 20% de inclusão de farelo de algodão e torta de algodão, não encontraram diferenças no desempenho dos suínos alimentados com torta ou farelo de algodão, porém inferiores a dieta formulada à base de farelo de soja.

Singh et al. (2001) trabalhando com níveis crescentes de inclusão de farelo de algodão 0%, 5%, 10%, 15% e 20%, com adição do sulfato ferroso, sobre o desempenho de suínos, encontraram os melhores resultados nos animais alimentados com os níveis superiores a 10% e não encontraram efeito com a adição de ferro.

Em ensaio para avaliação de desempenho zootécnico realizado por Fombad e Bryant (2004) recomendam nível de até 15% da torta de algodão em dietas para suínos na fase de crescimento e terminação, sem prejuízo ao desempenho dos animais, ao avaliar níveis de inclusão de 0, 15, 22,5 e 30% de torta de algodão para suínos.

Moreira et al. (2006) verificaram o efeito da inclusão de 0, 8 e 12% de farelo de algodão (36% de proteína) e três níveis (0, 20 e 40 g/kg de ração) de sulfato ferroso no último nível de inclusão do farelo, sobre o desempenho de leitões na fase inicial. No entanto, não encontraram efeito nos níveis de FA nem da adição de sulfato ferroso sobre o desempenho dos leitões com o aumento dos níveis de inclusão.

Em estudo realizado por Paiano et al. (2006) determinaram valores de energia digestível e metabolizável do farelo de algodão com diferentes níveis de proteína (36 e 42%), e apresentaram 2.256 e 2.414 kcal/kg de ED, 2.042 e 2.196 kcal/kg de EM. Em seguida,

avaliaram o desempenho de leitões (15 a 30 kg) com níveis crescentes de (0, 4, 8, 12 e 16%) com cada farelo, e encontraram aumento na conversão alimentar dos leitões.

Nascimento (2009) avaliou o desempenho de fêmeas suínas submetidas a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão de alta energia® (0, 10, 20 e 30%), sem observar diferença nos resultados do desempenho na fase de crescimento, enquanto na fase de terminação apresentou viabilidade até a inclusão de 20%.

Enquanto Mello et al. (2012) trabalharam com níveis de 0, 10 e 20% de inclusão do farelo de algodão nas rações para machos e fêmeas suínas na fase de crescimento e terminação e observaram que até 20% de inclusão não prejudicou o desempenho dos animais.

4. Utilização de enzimas em dietas para suínos

Enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos sobre substratos específicos, dependente de condições ótimas de temperatura e pH, acelerando a velocidade das reações químicas no organismo sem serem alteradas nesse processo (Lehninger et al., 2008).

Geralmente, as enzimas são utilizadas na alimentação animal com dois objetivos: complementar as enzimas que são produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes (amilase e protease) e fornecer enzimas que os animais não conseguem sintetizar (celulase) (Fischer et al., 2002).

As carbohidrases realizam a degradação dos polissacarídeos não amiláceos insolúveis (celulose) e solúveis (β -glucanos e hemicelulose). Enzimas exógenas que degradam as fibras de celulose e hemicelulose auxiliam o rompimento da parede celular, permitindo que as enzimas endógenas tenham acesso ao interior das células dos grãos proporcionando maior liberação de nutrientes, passíveis de absorção, bem como aumentando a metabolização da energia (Fischer et al., 2002) além de reduzir a viscosidade intestinal e eliminar propriedades antinutricionais (Cantor, 1995). A utilização de carbohidrases nas rações de animais não ruminantes possibilita a introdução de alimentos que contenham altas quantidades de PNA's e valores nutricionais inferiores aos convencionais.

As proteases são enzimas que hidrolisam as ligações peptídicas, auxiliando na digestão de alimentos que contém proteínas pouco disponíveis por estarem ligadas a fatores antinutricionais (Classen, 1996; Lehninger et al., 2008). O menor aproveitamento destas proteínas pode causar maior excreção de nitrogênio, que é um elemento potencialmente poluidor do ambiente. Neste sentido, as proteases são recomendadas para melhorar o

desempenho e rendimento de carcaça, sendo seus efeitos mais pronunciados quando as dietas são formuladas com reduzidos níveis de aminoácidos essenciais, de forma a minimizar as exceções de nitrogênio (Wang et al., 2006).

A fitase tem a função de aumentar a utilização do fósforo presente nos alimentos de origem vegetal. A fitase exógena tem sido utilizada com bons resultados quanto à redução de fósforo excretado nos dejetos, pois a fitase tem a capacidade de degradar o ácido fítico. Este ácido possui alto potencial quelante de nutrientes como proteínas, aminoácidos e cátions (Ravindran et al., 1999), de modo que a solubilidade e a digestibilidade são drasticamente reduzidas pela formação de complexos insolúveis (Tejedor et al., 2001). A fitase pode ser utilizada como estratégia adicional para aumentar o aproveitamento do fósforo nos alimentos de origem vegetal (Bock et al., 2007), além de liberar cátions bivalentes, aminoácidos presos ao fitato e melhorar a atividade da tripsina e pepsina, contribuindo para a conservação ambiental (Fireman e Fireman, 1998).

Assim, o crescente interesse no uso de enzimas para melhorar a digestibilidade dos nutrientes tem gerado numerosos estudos com suplementação enzimática em dietas para suínos, tanto sua utilização separada como complexada em dietas a base de milho e farelo de soja, assim como em dietas utilizando alimentos alternativos.

As respostas têm sido bastante distintas, Rodrigues et al. (2002) verificaram o efeito da suplementação enzimática (xilanase, amilase, β -glucanase e pectinase) sobre a digestibilidade de nutrientes e o desempenho de suínos alimentados com rações formuladas com milho e sorgo, encontrando melhora na digestibilidade dos nutrientes com a suplementação enzimática independente do alimento utilizado. Entretanto, observaram melhora no desempenho dos animais que receberam rações à base de milho suplementadas com enzimas.

Ruiz et al. (2008) ao avaliarem a suplementação enzimática (amilase, pentosanase, celulase, protease e α -galactosidase) em rações à base de milho e farelo de soja para suínos em fase de recria, não encontraram melhorias na digestibilidade dos nutrientes das rações. Porém, Hauschild et al. (2008) ao realizarem a digestibilidade da inclusão de triticales (0, 30 e 60%) sobre o valor nutritivo de dietas com ou sem enzimas (xilanase e β -glucanase) para suínos, encontraram um aumento na disponibilidade de proteína nas dietas com 60% de inclusão com adição de enzimas.

Moreira et al. (2009) determinaram a digestibilidade da casca da soja com adição de complexo enzimático (0, 200, 300 e 600 mg/kg) contendo α -galactosidase, β -glucanase, galactomananase e xilanase em suínos na fase inicial e não encontraram melhora na digestibilidade da casca da soja. Ao avaliar o desempenho de suínos machos e fêmeas,

alimentados com rações com 15% de casca de soja e os mesmos níveis de enzimas, constataram diminuição da conversão alimentar com resposta linear com a inclusão do complexo enzimático.

Pesquisando a inclusão de 20% do farelo de coco com e sem complexo enzimático para suínos na fase de crescimento, Pascoal et al. (2010) não observaram efeito das enzimas sobre o desempenho dos animais. Assim como, Jo et al. (2012) ao trabalharem com dietas a base de milho e farelo de soja, 3% de inclusão do farelo de canola, 3% de farelo de coco e 3% de farelo de dendê, com e sem adição de enzimas (β -mananase, α -amilase e protease), afirmaram que estas inclusões com a adição das enzimas não reduziram o desempenho dos animais.

Shim et al. (2003) ao trabalharem com a substituição parcial do farelo de soja pelo farelo de canola e farelo de algodão com suplementação de fitase e carboidrases (α -galactosídeos e galactomananas) para suínos em crescimento, observaram que com a suplementação das enzimas melhorou significativamente a digestibilidade de todos os nutrientes (matéria seca, proteína bruta, cálcio, fósforo e da energia bruta) assim como a digestibilidade ileal de todos os aminoácidos. Enquanto Lorena-Rezende et al. (2012) ao avaliarem a substituição de 30% do farelo de algodão com e sem fitase e protease sobre a digestibilidade de suínos em crescimento não observaram aumento dos coeficientes de digestibilidade, porém observaram redução na excreção de fósforo, com adição da fitase.

Basicamente, a adição das enzimas as rações de suínos estará associada à presença de polissacarídeos não amiláceos e fatores antinutricionais que prejudique os processos digestíveis e aproveitamento dos nutrientes.

5. Considerações finais

A torta e o farelo de algodão são fontes proteicas obtidas a partir de diferentes formas de processamento, e utilizadas como alternativa a alimentos tradicionais empregados em dietas de suínos, no entanto, a deficiência em aminoácidos essenciais e a presença de fatores antinutricionais (gossipol e polissacarídeos não amiláceos), tornam sua utilização restrita na alimentação de animais não ruminantes.

A adição de enzimas exógenas as rações de suínos pode potencializar a digestibilidade, permitir a inclusão de diferentes alimentos as dietas e maximizar o desempenho dos animais. Novos estudos devem ser realizados para se conhecer melhor o potencial das enzimas exógenas em dietas para suínos com alimentos convencionais e alternativos, principalmente sobre torta e ou farelo de algodão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHERNE, F.X.; KENNELLY, J.J. Oilseed meals for livestock feeding. **In: Recent Developments in Pig Nutrition.** Cole, D.J.A.; Haresing, W. Eds., Butterworths, London, 278. 1985.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal: bases e fundamentos.** V.1. São Paulo: Nobel, 2002. 395p.
- BATTERHAM, E.S.; ANDERSEN, L.M.; BAIGENT, D.R. et al. A comparison of the availability and ileal digestibility of lysine in cottonseed and soya-bean meals for grower/finisher pigs. **British Journal of Nutrition**, v.64, p.663-677, 1990.
- BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition: their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, UK, v.86, p.1-13, 2000.
- BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.52, p.61-68, 1996.
- BELTRÃO, N.E.M. **O agronegócio do algodão no Brasil.** Em grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, v.1, p. 5-23, 1999.
- BERZAGHI, M.N. **Beneficiamento do algodão.** In: Neves, O. da S. et al. Cultura e adubação do algodoeiro. São Paulo, Brasil. Instituto Brasileiro de Potassa. p.541-567, 1965.
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase em rações para tilápia do Nilo na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1455-1461, 2007.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: Pfizer Saúde Animal. 2002. 430p.
- CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. **Ronda Latino Americana de Biotecnologia**, Curitiba, p.31-42. 1995.
- CLASSEN. H. **Enzymes in action.** Feed Mix. v.4, n.2, 1996.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos**, v.1 – Safra 2013/14, n.2 – Segundo levantamento, Brasília, p. 1-66, 2013.
- CONTE A.J.; TEIXEIRA A.S.; BERTECHINI A.G. et al. Efeito da Fitase e Xilanase Sobre a Energia Metabolizável do Farelo de Arroz Integral em Frangos de Corte. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v.26, p.1289-1296, 2002.
- COOPER, R.G.; LENNON, A.M.; TRIBBLE, L.F. et al. LCP Cottonseed flour as a protein source for swine. **Journal of Animal Science**, v.48, n.5, 1979.

- COSTA, F. G. P.; JÁCOME, I. M. T. S.; SILVA, J. H. V. et al. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 2, p.73-81, 2004.
- DRACKLEY, J.K. Soy in Animal Nutrition. Savoy, Illionis: **Federation of Animal Science Societies**, p.215-237, 2000.
- EVANGELISTA W.S.; SANTOS R.L., TORRES J.B. et al. Effect of gossypol on survival and reproduction of the zoophytophagous stinkbug *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Revista Brasileira Entomologia**. v.55, p.267-271, 2011.
- FIGUEIRÊDO, A. V.; FIALHO, E. T.; VITTI, D. M. S. S. et al. Ação da fitase sobre a digestibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.177-182, 2000.
- FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. B. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural de Santa Maria**, v.28, n.1, p.173-178, 1998.
- FISCHER, G.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.402-410, 2002.
- FOMBAD, R. B.; BRYANT, M. J. An evaluation of the use of cottonseed cake in the diet of growing pigs. **Tropical Animal Health and Production**, v.36, p.295-305, 2004.
- FURTUNATO, D. M. N.; TRIGUEIRO, I. N. S.; GÓES, J. A. W. Fitatos na alimentação humana: uma visão abrangente. **Pharmacia Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 63-65. 2002.
- GADELHA, I. C. N.; RANGEL, A. H. N.; SILVA, A. R. et al. Efeito do gossipol na reprodução animal. **Acta Veterinária Brasilica**, v.5, n.2, p.129-135, 2011.
- HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R. et al. Utilização do triticale e de enzimas em dietas para suíno: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.470-476, 2008.
- HEIJBROEK, A.M.A.; HUSKEN, H.P. **The international cotton complex: changing competitiveness between seed and consumer**. The Netherlands: Rabobank, p.104, 1996.
- HUSBY, F.M.; KROENING, G.H. Energy value of cottonseed meal for swine. **Journal of Animal Science**, v.33, n.3, 1971.
- JAGADI, M. M.; RUNDGREN, M.; OGLE, R. B. Chemical characterization and nutrient evaluation of some Tanzanian plant protein feedstuffs. **Animal Diseases Research Institute**, v.28, p.22-26, 1987.
- JO, J. K.; INGALE, S. L.; KIM, J.S. et al. Effects of exogenous enzyme supplementation to corn- and soybean meal-based or complex diets on growth performance, nutrient digestibility, and blood metabolites in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.90, p.3041-3048, 2012.

KING, R. H.; TAVERNER, M. R. **Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents.** *Animal Production*, Edimburgh, v.21, p.275-284, 1975.

KORNEGAY, E.T.; KELLY, R.F.; CAMPBELL, T.C. et al. Fungal-treated Cottonseed Meal for Swine. **Journal of Animal Science**, v.102, p.1471-1476, 1972.

LARUE, D.C.; KNABE, D.A.; TANSKLEY Jr, T.D. Commercially processed glandless cottonseed meal for starter, grower and finisher swine. **Journal of Animal Science**, v.60, n.2, 1985.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; MICHAEL, M.C. **Enzimas.** In: Princípios da bioquímica. 4.ed. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos, p.193-2002. 2008.

LORENA-REZENDE, I. M. B.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; REZENDE, F. M. et al. Digestibility of the cottonseed meal with or without addition of protease and phytase enzymes in swine diet. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.** Maringá, v.34, n.3, p. 259-265, 2012.

LUDKE, M.C.M.M.; LOPEZ, J.; LUDKE, J.V. Fitase em dietas para suínos em crescimento: impacto ambiental. **Ciência Rural**, v.32, p.97-102, 2002.

MELLO, G.; LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S. et al. Farelo de algodão em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.233, p.55-62, 2012.

MOREIRA, J.A.; VITTI, D.M.S.S.; LOPES, J.B. et al. Fluxo biológico do fósforo no metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.2066-2075, 2004.

MOREIRA, I.; MOURINHO, F. L.; OLIVEIRA, P. L. et al. Avaliação nutricional da cascade soja com ou sem complexo enzimático na alimentação de leitões na fase inicial. **Revista Brasileira da Sociedade de Zootecnia**, v.38, n.12, p. 2408-2416, 2009.

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 da Sociedade de Zootecnia**, v. 35, n.3, p. 1077-1084, 2006.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** São Paulo: Varela, 1998, p.130.

NASCIMENTO, C. L. M. M. **Valor nutricional e energético do farelo de Algodão de alta energia® em rações para suínos.** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 65p. 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient requirements of swine.** 9.ed. Washington, National Academy of Sciences. p.93, 1988.

NCPA (National Cottonseed Products Association). **Cottonseed feed products guide.** 2002. Disponível em: <<http://www.cottonseed.com/publications/feedproductsguide.asp>>. Acessado em: 12 jul. 2013.

OMOGBENIGUN, F. O.; NYACHOTI, C. M.; SLOMINSKI, B. A. The effect of supplementing microbial phytase and organic acids to a cornsoybean based diet feed to early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p.1806-1813, 2003.

PAIANO, D.; MOREIRA, I.; SILVA, M. A.A. et al. Farelo de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de suínos na fase inicial: digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 28, n. 4, p. 415-422, 2006.

PASCOAL, L.A.F.; MIRANDA, E.C. de; LAMENHA, M.I.A. et al. Inclusão de farelo de coco em dietas para suínos em crescimento com ou sem suplementação enzimática. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p160-169, 2010.

PETTIGREW, W.T.; MEREDITH, W.R.J.; YOUNG, L.D. Potassium fertilization effects on cotton lint yield, yield components and reniform nematode populations. **Journal Agronomic**. v.97, p.1245-1251, 2005.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S., RAVINDRAN, G. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, v.78, p.699-706, 1999.

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**, 3ª ed, Viçosa, MG: UFV. p.252. 2011.

RUIZ, U. S.; THOMAZ, M. C.; HANNAS, M. I. et al. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 458-468, 2008.

SAKSENA, S.K.; SALMONSEN, R.A.; LAU, I.F. et al. Gossypol: its toxicological and endocrinological effects in male rabbits. **Contraception**. v.24, p.203-214, 1981.

SANTOS, M.A.T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**. V.30, 2ed, p.294-301, 2006.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal feed science and technology**, v.135, p.1-41, 2007.

SENAC. Manual: Elementos de Apoio: Boas Práticas e Sistema APPCC. (Qualidade e Segurança Alimentar). Projeto APPCC Mesa. Convênio CNC/CNI/SEBRAE/ANVISA. Rio de Janeiro: SENAC/DN, 2002. 282 p.

SHIM, Y. H.; CHAE, B. J.; LEE, J. H. Effects of phytase and carbohydrases supplementation to diet with a partial replacement of soybean meal with rapessed meal and cottonseed meal on growth performance and nutrient digestibility of growing pigs. **Asian-Australian Journal Animal Sciences**, Chunchon, v. 16, n. 9, p. 1339-1347, 2003.

SILVA, H.O. Efeito da fitase sobre a excreção e teor de minerais nos ossos de suínos na fase de crescimento. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n.1, p.54-59, 2005.

SILVA, O. R. R. F. da; SANTANA, J. C. F.; CARTAXO, W. V. et al. Influência do descaroçamento nas características tecnológicas da fibra do algodão analisado pelo HIV (high volume instruments) e pelo AFIS (advance fiber information system). **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas**, v.6, p.497-501, 2002.

SINGH, D.N.; PEREZ-MALDONADO, R.; BLIGHT, G.W. et al. Evaluation of cottonseed meal for grower pigs between 20 and 50 kg liveweight. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.10, 2001.

TAVARES-SAMAY, A.M.A. **Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte**. Recife, 119p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001.

VAINSENCER, S.A. **Algodão. Pesquisa Escolar Online**, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. 2009. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar>>. Acesso em: 25 ago. 2012.

WANG J. J.; GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. **Journal of Applied Poultry Research**. v.15, p.544-550, 2006.

WILLIAMS, P. J.; TAYLOR, T. G. Comparative study of phytate hydrolysis in the gastrointestinal tract of the golden hamster (*Mesoerictetus auratus*) and the laboratory rat. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.54, n.2, p.429-435, 1985.

YU, B. F.; MOUGHAN, P. J.; BARRY, T. N. The effect of condensed tannins from heated and unheated cottonseed on the ileal digestibility of amino acids for the growing rat and pig. **British Journal of Nutrition**, v.76, p.359-371, 1996.

CAPÍTULO II

Composição química e energética da torta de algodão com ou sem adição de complexo enzimático para suínos em crescimento

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA DA TORTA DE ALGODÃO COM OU SEM ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO

RESUMO

A torta de algodão é um alimento alternativo ao farelo de soja e as enzimas exógenas utilizadas na alimentação animal podem contribuir para melhorar o aproveitamento nutricional desse alimento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutricional da torta de algodão com e sem complexo enzimático, e seu efeito sobre a digestibilidade das dietas em suínos na fase de crescimento. Foram utilizados 20 suínos, machos castrados, peso médio de $29,3 \pm 2,81$ kg, alojados em gaiolas metabólicas, por um período de 10 dias, sendo cinco para adaptação e cinco dias para realização da coleta das fezes e da urina. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. As dietas experimentais foram ração referência (RR) à base de milho e farelo de soja, com e sem adição de enzimas; e 30% de substituição da RR por torta de algodão, com e sem adição de enzimas. Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta, da fibra em detergente neutro, da fibra bruta, da energia bruta, do fósforo, seus respectivos valores digestíveis e energia metabolizável da torta de algodão. A adição de enzimas exógenas à torta de algodão melhorou ($P < 0,05$) o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, e valores de proteína digestível de 30,28 para 31,36% sem e com adição de enzimas, respectivamente. A energia digestível foi melhorada em 14% apresentando valores de 2.538 e 2.894 kcal/kg de ED, sem e com adição de enzimas, respectivamente. Enquanto a fibra em detergente neutro digestível da torta de algodão foi aumentada em 24% quando suplementado com enzimas. Indicando que a adição de enzimas pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes e energia da torta de algodão em suínos na fase de crescimento.

Palavras-chaves: alimento alternativo, digestibilidade, enzimas, não ruminantes

COMPOSITION CHEMICAL AND ENERGY OF COTTONSSEED CAKE WITH OR WITHOUT ADDING ENZYME COMPLEX FOR GROWING SWINE

ABSTRACT

The cottonseed cake is an alternative food for soybean meal and exogenous enzymes used in animal nutrition can contribute to improve the utilization of nutritional food. The objective of this study was to evaluate the nutritional value of cottonseed cake with and without enzyme complex, and its effect on the digestibility of diets in growing pigs. Were used 20 barrows, average weight $29,3 \pm 2,81$ kg, housed in metabolic cages for a period of 10 days, five for adaptation and five days to collection of feces and urine. The experimental design was completely randomized with four treatments and five replications. The experimental diets were reference ration (RR) to corn and soybean meal, with and without addition of enzymes; and replacement of 30% RR by cottonseed cake with and without addition of enzymes. Were determined the apparent digestibility coefficients and values of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, crude fiber, gross energy, phosphorus and metabolizable energy of cottonseed meal. The addition of exogenous enzymes to cottonseed cake improved ($P < 0,05$) the apparent digestibility coefficient of crude protein and digestible protein values of 30,28 to 31,36% with and without addition of enzymes, respectively. The digestible energy was improved by 14% with values of 2.538 and 2.894 kcal/g of ED, with and without addition of enzymes, respectively. While the neutral detergent fiber digestible cottonseed cake was increased by 24 % when supplemented with enzymes. Indicating that the addition of enzymes can improve the digestibility of nutrients and energy from the cottonseed cake for swine in the growth phase.

Keywords: alternative food, digestibility, enzymes, non-ruminants

INTRODUÇÃO

A crescente utilização de diferentes subprodutos da agroindústria em rações animais vem impulsionando gradativamente diversas pesquisas, visando atender ao anseio dos nutricionistas em conhecer as exigências nutricionais dos animais de acordo com a composição química e energética do alimento. Dentre os diversos subprodutos existentes, os da indústria algodoeira são considerados uma excelente alternativa para região nordeste do Brasil.

Dentre os diversos subprodutos, tem-se o caroço de algodão, o farelo e a torta como os mais conhecidos e utilizados na alimentação animal, ambos resultantes da remoção do óleo, pelo esmagamento mecânico do caroço ou através do uso de solventes (IEA, 1994). A torta de algodão (TA) pode ser utilizada como fertilizante e até na fabricação de farinhas alimentícias, mas a sua principal aplicação é na elaboração de rações animais, devido ao seu valor proteico (Ribeiro et al., 2010), podendo ser equiparado a outros ingredientes convencionais de preço elevado como o farelo de soja.

A utilização racional dos diferentes subprodutos da agroindústria na alimentação de suínos depende basicamente da composição química, valores digestíveis do alimento e da presença ou não de substâncias tóxicas ou antinutricionais. Apesar de possuir elevado teor proteico, a TA apresenta como fator antinutricional o gossipol ($C_{30}H_{30}O_8$), um pigmento amarelo tóxico que age como inibidor da atividade de diversas enzimas reduzindo o valor nutricional da torta e do farelo de algodão (Freire, 2006), podendo ser encontrado na forma livre ou conjugado. Porém somente a forma livre é tóxica aos animais (Gadelha, 2011), pois formam complexos estáveis com cátions, como ferro. Por este motivo Chiba et al. (2001) preconizaram que a toxicidade pode ser prevenida pela adição de sais de ferro à dieta, como sulfato ferroso, utilizado na proporção 1:1 (ferro:gossipol livre), onde o ferro forma um complexo insolúvel com o gossipol no trato intestinal, evitando sua absorção.

Outra limitação para a utilização da torta de algodão na alimentação de suínos tem sido a presença dos polissacarídeos não amiláceos (PNA), que compreende uma gama de moléculas de polissacarídeos como carboidratos, pectinas, celulose, hemicelulose, compostos fenólicos, entre outros, excluindo os α -glucanos (ou amido) (Choct, 1997). A celulose, hemicelulose e a pectina são degradadas a ácidos graxos de cadeia curta através do processo de fermentação no intestino grosso (Gomes et al., 1994), porém a utilização da celulose pelos microrganismos intestinais é altamente prejudicada pelo menor tempo de permanência da digesta no intestino grosso, dificultando a digestibilidade dos outros nutrientes (Ehle et al.,

1982). Enquanto a pectina, goma e hemiceluloses, reagem facilmente com a água, elevando desse modo, a viscosidade do fluido intestinal, formando uma substância gelatinosa que dificulta a digestão e a absorção dos nutrientes (Bedford e Morgan, 1996). Este aumento de viscosidade acarreta mudanças na taxa de absorção de alguns nutrientes, como a proteína, aminoácidos e minerais (Schulze et al., 1994), além de afetar negativamente o consumo de ração e conseqüentemente o crescimento dos animais (Campestrini et al., 2005). Tornando-se importante a inclusão de enzimas capazes de hidrolisar tais substâncias.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos atua como estratégia para melhorar a disponibilidade de nutrientes presentes nos alimentos de origem vegetal com fatores antinutricionais, como os PNA's das células vegetais, as proteínas protegidas da atividade digestiva pelos polissacarídeos da parede celular ou por fatores antinutricionais (Campestrini et al., 2005) e o fósforo que se encontra preso ao fitato ou ácido fítico, um complexo orgânico de armazenagem de fósforo nas plantas (Consuegro, 1999), aumentando a digestibilidade dos nutrientes.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o valor nutricional da torta de algodão com e sem adição de complexo enzimático para suínos na fase de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Digestibilidade de Não Ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no período de 18 a 31 de março de 2013. Foram utilizados 20 leitões, machos castrados, com peso médio inicial de $29,3 \pm 2,81$ kg, treecross (Large White x Durok x Landrace). Os animais foram alojados, em gaiolas metabólicas (Pekas, 1968).

As condições ambientais do galpão foram monitoradas diariamente às 9h00min e 15h00min, através de termo-higrômetros digitais instalados em diferentes pontos do galpão, à meia altura dos animais de modo a caracterizar o ambiente. As temperaturas médias do ambiente apresentaram mínima de $26,5 \pm 2,27^{\circ}\text{C}$ e máxima de $33,51 \pm 1,07^{\circ}\text{C}$. As umidades relativas médias do ar apresentaram mínima de $33,21 \pm 2,20\%$ e a máxima de $68 \pm 19,55\%$.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Cada unidade experimental foi considerada uma repetição. As dietas experimentais consistiram em: ração referência (à base de milho e farelo de soja) sem complexo enzimático (RRSE); ração referência com complexo enzimático (RRCE); ração teste (70% de ração referência + 30% de torta de algodão) sem complexo

enzimático e (RTSE), ração teste (70% de ração referência + 30% de torta de algodão) com complexo enzimático (RTCE).

A ração referência (Tabela 1) foi formulada para atender as exigências nutricionais dos animais de acordo com o peso médio, segundo recomendações de Rostangno et al. (2011).

Tabela 1. Composição centesimal, calculada e analisada da ração experimental (ração referência) para suínos na fase de crescimento (matéria natural)

Ingredientes	Composição (%)
Milho	71,63
Farelo de Soja	24,86
Fosfato Bicálcico	1,15
Calcário Calcítico	0,71
Óleo de Soja	0,48
Sal Comum	0,40
Suplemento Vitamínico e Mineral ¹	0,40
L-Lisina HCl	0,25
DL-Metionina	0,06
L-Treonina	0,06
TOTAL	100,00
Nutrientes	Composição Calculada (%)
Proteína bruta	17,20
Lisina Dig.	0,952
Metionina Dig.	0,295
Metionina + Cistina Dig.	0,552
Treonina Dig.	0,622
Cálcio	0,631
Fósforo Disponível	0,311
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.230
Nutrientes	Valores Analisados (%)
Energia Bruta (Kcal/kg)	3.904,5
Proteína Bruta	17,24
Fibra Bruta	7,66
Fibra em Detergente Neutro	9,71
Extrato Etéreo	2,60
Fósforo Total	0,675

(1) Quantidade por kg/ ração: Ácido fólico: 250 mg; Biotina: 7,5 mg; Cloreto de Colina: 40 g/kg; Vit. A: 1.000 UI; Vit.B12: 4.500 mg; Vit. D3: 150.000 UI; Vit. E: 3.000 UI; Vit.K: 750 mg; Vit. B1: 150 mg; Vit B2: 875 mg; Vit. B6: 250 mg; Cobre: 3.750 mg; Ferro: 8.750 mg; Iodo: 250 mg; Manganês: 88.250 mg; Niacina: 5.000 mg; Pantotenato de Cálcio: 2.500 mg; Selênio: 75 mg; Zinco: 18,75 g.

A torta de algodão utilizada foi adquirida no município de Garanhuns - PE e obtida por meio de prensagem mecânica, após aquecimento a vapor. Antes de ser incorporada às rações experimentais a TA foi tratada com sulfato ferroso (FeSO₄) na quantidade de 400g/t, recomendado por Moreira et al. (2006), com objetivo de neutralizar o efeito do gossipol.

Foi utilizado o complexo enzimático da empresa Bioenzima® constituído por: celulase ($15,53 \text{ U g}^{-1}$), endoglucanase ($27,35 \text{ U g}^{-1}$), xilanase ($77,47 \text{ U g}^{-1}$), pectinase ($1,26 \times 10^3 \text{ U g}^{-1}$), β -glucanase ($5,16 \times 10^2 \text{ U g}^{-1}$), protease ($2,95 \times 10^2 \text{ U g}^{-1}$) e fitase ($2,06 \text{ U g}^{-1}$), onde uma unidade de atividade enzimática libera $1 \mu\text{mol}$ de nutriente por g por minuto ($\text{U} = \mu\text{mol g}^{-1}$). O complexo enzimático foi adicionado às dietas na proporção 300g/t de ração.

O método de digestibilidade utilizado foi o de coleta total de fezes, com um período experimental de dez dias, sendo os cinco primeiros dias de adaptação às gaiolas e às dietas e cinco dias para coletas. Durante o período de adaptação, foi quantificado diariamente o consumo voluntário das rações experimentais, para cada animal nos diferentes tratamentos, e o menor consumo serviu de base para a quantidade de ração a ser fornecida durante o período experimental, calculando o consumo com relação ao peso metabólico ($\text{PV}^{0,75}$). As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8h00min e às 16h00min, durante todo o período experimental. Os animais tiveram livre acesso à água, fornecida através de bebedouro tipo chupeta acoplado à gaiola.

Para determinar o início e o final do período de coleta, adicionou-se às rações 2% de óxido férrico (Fe_2O_3) como marcador fecal. As fezes foram coletadas diariamente, duas vezes ao dia, em seguida acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, pesados e congelados em freezer (-3°C). Após o término do período de coleta, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma amostra representativa de peso conhecido. Em seguida, foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C , por um período de 72 horas, para serem pré-secas. Ao serem retiradas da estufa e atingirem o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em frascos plásticos com tampa, devidamente identificados, sendo mantidos em freezer até a realização das análises.

A urina foi coletada uma vez ao dia, em baldes plásticos, contendo 20 mL de HCl diluídos em água destilada, na proporção 1:1, para evitar fermentação e consequente perda de nitrogênio. Foi utilizado um funil coletor contendo uma tela protetora, objetivando reter possíveis impurezas (fezes, pelos e ração). Após a coleta, eram retiradas alíquotas diárias de aproximadamente 20% do conteúdo produzido por cada animal, e guardadas em garrafas plásticas identificadas e armazenadas em freezer (-3°C). Posteriormente, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma alíquota para realização das análises de nitrogênio e energia bruta em bomba calorimétrica (modelo IKA 200) (Silva e Queiroz, 2005), no Laboratório de Nutrição Animal.

As amostras de fezes, rações e da torta de algodão foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE para as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca), fósforo (P), energia bruta (EB) determinada em bomba calorimétrica (modelo IKA 200), fibra bruta (FB) pelo método de Weende (Silva e Queiroz, 2005), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991).

As análises para a determinação da composição de aminoácidos totais da torta de algodão foram realizadas pela Empresa Evonik Industries AG Feed Additives/Animal Nutrition Services, através de espectroscopia por infravermelho próximo (NIR).

Utilizando-se os resultados das análises foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da fibra bruta (CDAFB), da fibra em detergente neutro (CDAFDN), da proteína bruta (CDAPB), da energia bruta (CDAEB), do fósforo (CDAP) e os valores da matéria seca digestível (MSD), fibra bruta digestível (FBd), fibra em detergente neutro digestível (FDNd), proteína digestível (PD), fósforo digestível (Pd), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) da torta de algodão. Estas variáveis foram calculadas por meio da fórmula descrita por Matterson et al. (1965) e submetidas à análise de variância e teste t, ao nível de 5% de probabilidade, para comparações de médias utilizando o programa computacional Statistic Analysis System versão 9.0 (SAS Institute, 2004).SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão utilizada para avaliação nutricional deste estudo encontram-se na Tabela 2.

A torta de algodão apresentou valor inferior para proteína e superior para fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido quando comparada aos valores descritos pelo NRC (1998) e NCPA (2002) os quais observaram valores de 42,4% e 42,5% para PB, 25,7% e 29,8% para FDN e 18,0% e 16,7% para FDA, respectivamente.

Os resultados obtidos para EE e FDA são semelhantes aos verificados por Brandão et al. (2013) que apresentaram valores de 7,6% para EE e 33,9% para FDA, divergindo, porém, em relação a PB (40,4%) e FDN (67,3%).

Os resultados desta pesquisa também divergem dos encontrados por Santana et al. (2010) que encontraram valores superiores para PB (30,39%), FDN (51,89%) e FDA (39,47%), porém inferiores para MS (88,10%) e EE (2,29%).

A composição aminoacídica da torta de algodão estudada (Tabela 2) mostrou-se, inferior para todos os aminoácidos quando comparado à torta de algodão apresentado pelo Batterhan et al (1990), NRC (1998) e NCPA (2002).

Tabela 2. Composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria natural)

Itens	Torta de Algodão
Composição Química/Energética	
Matéria seca (%)	90,36
Proteína bruta (%)	25,17
Extrato etéreo (%)	7,41
Fibra Bruta (%)	22,30
Fibra em detergente neutro (%)	43,77
Fibra em detergente ácido (%)	31,95
Cálcio (%)	0,27
Fósforo (%)	1,02
Energia bruta (Kcal/kg)	4.393
Composição Aminoacídica (%)	
Arginina	3,25
Cistina	0,46
Fenilalanina	1,53
Histidina	0,77
Isoleucina	0,88
Leucina	1,62
Lisina	1,17
Metionina	0,39
Metionina+Cistina	0,85
Treonina	0,87
Triptofano	0,36
Valina	1,22

As oscilações entre os valores encontrados na literatura podem ocorrer devido às variações no local de produção e nas etapas do processamento para a obtenção da torta de algodão, como realização do deslindamento, do tipo de moinho utilizado (faca ou martelo) e temperaturas no processo de cozimento do caroço, resultando na desuniformidade da composição bromatológica do produto, ocorrendo altas variações no teor de proteína, energia e gossipol, sendo necessária a avaliação da composição para comercialização no mercado.

Os resultados de digestibilidade aparente da matéria seca digestível, fibra bruta digestível, fibra em detergente neutro digestível, proteína bruta digestível, fósforo digestível, energia digestível, energia metabolizável, e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, fibra bruta, fibra em detergente neutro, proteína bruta, energia bruta e do fósforo da torta de algodão com ou sem adição de enzimas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), fibra bruta (CDAFB), fibra em detergente neutro (CDAFDN), proteína bruta (CDAPB), fósforo (CDAP), energia bruta (CDAEB) e valores de matéria seca digestível (MSD), fibra bruta digestível (FBD), fibra em detergente neutro digestível (FDNd), proteína digestível (PD), fósforo digestível (Pd), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) da torta de algodão com ou sem adição de enzimas

Coeficientes	Torta de Algodão (TA)				
	Sem enzima	Com enzima	Média	P	CV (%)
CDAMS (%)	42,91	47,58	45,25	ns	8,18
CDAPB (%)	76,36b	80,60 ^a	78,48	0,04	3,53
CDAFB (%)	23,86	23,64	23,75	ns	5,54
CDAFDN (%)	27,46	28,42	27,94	ns	19,1
CDAEB (%)	48,39	53,92	51,25	ns	9,56
CDAP (%)	33,02	35,56	37,05	ns	53,78
Valores de nutrientes digestíveis e metabolizáveis					
MSD (%)	42,91	47,80	45,35	ns	8,30
PD (%)	30,28b	31,36 ^a	30,82	0,03	2,19
FBD (%)	1,12	1,00	1,06	ns	12,5
FDNd (%)	13,70b	17,05 ^a	15,38	0,02	8,10
Pd (%)	0,30	0,36	0,33	ns	48,0
ED (Kcal/kg)	2538,41b	2894,27 ^a	2716,34	0,03	8,16
EM (Kcal/kg)	2443,17	2690,26	2566,72	ns	10,5

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Test T ($P < 0,05$).

A adição de enzimas exógenas não afetou ($P > 0,05$) os coeficientes de digestibilidade da MS, FB, FDN, EB e P e valores de matéria seca digestível, fibra bruta digestível, fósforo digestível e energia metabolizável da torta de algodão. No entanto, para o CDAPB e valores de proteína e energia digestível houve efeito significativo ($P < 0,05$) com a adição do complexo enzimático à torta de algodão.

Os resultados do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) e proteína digestível (PD) sugerem que a presença do complexo enzimático disponibilizou mais nitrogênio para o metabolismo da torta de algodão, potencializando o uso de proteínas pouco disponíveis e ou proteínas com fator antinutricional. Está maior liberação de nitrogênio pode ter ocorrido através da hidrólise dos PNA's, que atuam como barreira física sobre a digestão e absorção de nutrientes, devido ao aumento da viscosidade intestinal.

Segundo Angkanaporn et al. (1994) os PNA's ocasionam efeitos negativos na digestibilidade de aminoácidos, devido à interação entre enzima digestiva e o substrato proteicos com o polissacarídeos, inibindo diretamente a digestão e absorção desses nutrientes, ou até mesmo aumentando as perdas endógenas dos aminoácidos.

Observou-se diferença significativa ($P < 0,02$) dos valores de fibra em detergente neutro (FDNd), constatando que o complexo enzimático utilizado pôde promover a hidrólise de

alguns componentes fibrosos (celulose, hemicelulose e lignina), ampliando a atuação das enzimas digestivas às frações menos disponíveis do alimento, aumentando sua digestibilidade. Ocasionalmente a liberação de monossacarídeos (glicose), aumentando a digestibilidade da energia contida no alimento, visto que houve efeito significativo ($P < 0,03$) para energia digestível com a adição do complexo enzimático à torta de algodão, estes resultados sugerem que as enzimas podem auxiliar na maior disponibilização de energia digestível.

Apesar de não diferirem estatisticamente, os resultados obtidos para EM da TA sem e com enzimas, foram de 2443,17 e 2690,26 kcal/kg, respectivamente, o que representa um incremento de aproximadamente 250 kcal EM/kg com a inclusão do complexo. A EM da TA sem enzima (2443,17 kcal/kg) foi inferior ao valor tabelado pelo NRC (1998) de 2690 kcal/kg, sendo este último semelhante ao valor da EM da TA com enzimas.

O CDAP e Pd, não apresentou efeito ($P > 0,05$) quanto à ação da enzima fitase presente no complexo enzimático sobre a torta de algodão. A fitase é uma enzima que catalisa o fitato disponibilizando fósforo e outros elementos indisponíveis como cálcio, zinco, ferro e aminoácidos (Wu et al., 2006). No entanto, este efeito não foi observado de significativamente neste estudo, isto pode ter ocorrido devido a uma maior quantidade de fósforo que pode ter sido liberado deste alimento, ultrapassando as exigências diárias dos animais, podendo ocasionar maior excreção (Ludke et al, 2002).

Alimentos com elevado teor de fibra para suínos ocasionam uma redução na digestibilidade dos nutrientes e aproveitamento energético, em decorrência da limitada capacidade intestinal de fermentação da fibra, porém ao se adicionar o complexo enzimático pode-se observar que esta resposta pode ser modificada, promovendo maior digestibilidade dos nutrientes e energia.

CONCLUSÃO

O uso do complexo enzimático melhorou o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, e valores digestíveis de proteína, fibra em detergente neutro e energia da torta de algodão para suínos na fase de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGKANAPORN, K. M.; CHOCT, W. L.; BRYDEN, E. F. et al. Effect of wheat pentosans endogenous amino acid losses in chickens. *Journal Science Food Agriculture*. v.66, p.399-404, 1994.
- BATTERHAM, E.S.; ANDERSEN, L.M.; BAIGENT, D.R. et al. A comparison of the availability and ileal digestibility of lysine in cottonseed and soya-bean meals for grower/finisher pigs. **British Journal of Nutrition**, v.64, p.663-677, 1990.
- BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.52, p.61-68, 1996.
- BRANDÃO, L. G. N.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G. et al. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coprodutos do desfibramento do sisal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p. 2991-3000, nov./dez. 2013.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M. da; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.2, n.6, p.254-267, 2005.
- CHIBA, L. I.; LEWIS, A. I.; SOUTHERN, L. L. Protein supplement. **Swine nutrition**. 2. Ed. Boca Raton: CRC Press, p.803-837. 2001.
- CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**. June 13-26. 1997.
- CLASSEN, H. Enzymes in action. **Feed Mix**, Doetinchem, v.4, n.2, p. 22-29, 1996.
- CONSUEGRO, J. P. Uso da fitase microbiana em dietas para avicultura. **Indústria Avícola**, v.46, n.5, p.27-28, 1999.
- EHLE, F. R.; JERACI, J. L.; ROBERTSON, J. B. et al. The influence of dietary fiber on digestibility, rate of passage and gastrointestinal fermentation in pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.55, n.5, p.1071-1081, 1982.
- FREIRE, R. M. M. **Cultivo do algodão herbáceo na agricultura familiar**. Embrapa algodão. Setembro, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/subproduto.html>. Acessado em: 19 ago. 2012.
- GADELHA, I. C. N.; RANGEL, A. H. N.; SILVA, A. R. et al. Efeito do gossipol na reprodução animal. **Acta Veterinária Brasileira**, Mossoró, v.5, n.2, p.129-135, 2011.
- GOMES, B. V.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C. A. A. Estudo das características físico-químicas de fenos de palhas. II. Efeito sobre a degradabilidade “in situ” da matéria seca, proteína bruta e fibra detergente neutro. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.2, p.292-304, 1994.

IEA (Instituto de Economia Agrícola). **Mercado de Produtos. Informações Econômicas.** V.24, n.9, p.43-50, 1994. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>, acessado em: 11 out. 2013.

LUDKE, M.C.M.M.; LOPEZ, J.; LUDKE, J.V. Fitase em dietas para suínos em crescimento: impacto ambiental. **Ciência Rural**, v.32, p.97-102, 2002.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N. W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agriculture Experiment Station Research Report**, v.7, n.65, p.3-11, 1965.

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 da Sociedade de Zootecnia**, v. 35, n.3, p. 1077-1084, 2006.

NATIONAL COTTONSEED PRODUCTS ASSOCIATION - NCPA. **Cottonseed feed products guide.** 2002. Disponível em: <<http://www.cottonseed.com/publications/feedproductsguide.asp>>. Acessado em: 12 jul. 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient requirements of swine.** 9.ed. Washington, National Academy of Sciences. 93p. 1998.

PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 5, p. 1303-1306, 1968.

RIBEIRO, A. M. L.; HENN, J. D.; SILVA, G. L. Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae.** 38(Supl 1): s61-s71, 2010.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**, 3ª ed, Viçosa, MG: UFV. P. 252. 2011.

SANTANA, D. F. Y.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. et al. Consumo de matéria seca e desempenho de novilhas das raças Girolando e Guzerá sob suplementação na caatinga, na época chuvosa, em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.10, p. 2148-2154, 2010.

SAS INSTITUTE. **System for windows, release 6.12.** Cary: 2004. CD-ROM.

SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P. ; VERSTEGEN, M. W . A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy , v .72, n.9, p.2362-2368, 1994.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 235p. 2005.

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.

WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M.M. et al. Comparison of Nathuphos and Phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, p.64-69, 2006.

CAPÍTULO III

Uso da torta de algodão em substituição à proteína do farelo de soja com adição de complexo enzimático em dietas de suínos em crescimento

USO DA TORTA DE ALGODÃO EM SUBSTITUIÇÃO À PROTEÍNA DO FARELO DE SOJA COM ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM DIETAS DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO

RESUMO

O Experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da UFRPE, utilizando 25 suínos machos castrados, nas fases de crescimento, com o objetivo de avaliar os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão com a utilização de enzimas em dietas para suínos sobre o desempenho, digestibilidade e parâmetros bioquímicos séricos. O delineamento foi em blocos casualizados constituído de cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em: dieta controle; composta principalmente por milho e farelo de soja, dieta controle com o complexo enzimático, e dieta controle com a substituição da proteína do farelo de soja pela da torta de algodão em 20, 40 e 60% com o complexo enzimático. Para avaliação do desempenho, as rações foram pesadas diariamente para determinação do consumo de ração e conversão alimentar, e as pesagens dos animais realizadas quinzenalmente para determinação do ganho de peso. Para avaliar as características de carcaça *in vivo* foram realizadas duas análises de ultrassom (início e final). Na avaliação da digestibilidade utilizou-se o método de coleta parcial de fezes para determinar o coeficiente de digestibilidade aparente utilizando o indicador Celite®, fornecidos nas dietas. Para os parâmetros bioquímicos séricos foram realizadas coletas de sangue através do seio orbital ao final do experimento, para determinação da glicose, proteína total, fósforo e ureia. A adição de enzimas à dieta controle, assim como em dietas com a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão não afetou o desempenho dos animais e as características de carcaça, porém apresentou diminuição nos coeficientes de digestibilidade aparente para as dietas contendo torta de algodão. Para os parâmetros bioquímicos séricos apenas a proteína total foi afetada ao se adicionar o complexo enzimático às rações. Apesar da diminuição da proteína sérica total e coeficientes de digestibilidade, a proteína da soja pode ser substituída em até 38,8% pela proteína da torta de algodão na presença do complexo enzimático em rações de suínos na fase de crescimento, sem prejudicar seu desempenho e as características de carcaça, a escolha dependerá da disponibilidade e custo dos ingredientes.

Palavras-chaves: alimento proteico, desempenho, enzimas, leitões

USE OF COTTONSEED CAKE REPLACEMENT PROTEIN OF SOYBEAN MEAL WITH ADDITION OF ENZYME COMPLEX IN DIETS FOR GROWING SWINE

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Swine Sector of the Department of Animal Science UFRPE using 25 barrows during the growth phase, the objective of evaluating the levels of replacement protein from soybean meal by protein cottonseed cake with addition enzymes in feed for swine performance, digestibility and biochemical parameters sanguineous. The experimental design was randomized block consisting of five treatments and five replications. The treatments were: control diet: mainly composed of corn and soybean meal; control diet with the enzyme complex, and control diet with the replacing of protein from soybean meal by cottonseed cake in 20, 40 and 60% with the enzyme complex. For performance evaluation, the diets were weighed to determine the daily feed intake and feed gain ration, and the weighing of animals collected fortnightly for determination the weight gain. To evaluate the characteristics carcass *in vivo* were performed two analyzes ultrasound (start and finish). In the assessing the digestibility was used the method of partial collection of feces to determine the apparent digestibility coefficient using Celite[®] indicator, supplied in the diets. Serum biochemical parameters blood samples collections were from the orbital sinus, the end of the experiment, for determination of glucose, total protein, phosphorus and urea. The addition of enzymes to the control diet, as well in diets with replacing soybean meal protein by protein cottonseed cake didn't affect animal performance and carcass characteristics, but showed a decrease in apparent digestibility coefficients for diets containing cottonseed cake. Serum biochemical parameters only total protein was affected by adding the enzyme complex to the diets. Despite the decrease total serum protein and digestibility coefficients, soy protein can be replaced by up to 38,8 % protein cottonseed cake in the presence of the enzyme complex in swine diets on growth phase, without harming their performance and carcass characteristics, the choice will depend on the availability and cost of ingredients.

Keywords: protein food, performance, enzyme, piglets

INTRODUÇÃO

A nutrição animal possui um importante papel nos sistemas de produção de suínos, melhorando o aproveitamento dos alimentos, gerando menor excreção de nutrientes, reduzindo os custos das rações e possibilitando maior lucro da atividade. Quando o preço do farelo de soja aumenta ou o produto torna-se escasso no mercado, os suinocultores são levados a procurarem alternativas nutricionais para diminuição dos custos de produção. Uma opção seria a substituição do farelo de soja, por alimentos alternativos como a torta de algodão (TA), subproduto resultante da prensagem do caroço de algodão no processo industrial para a extração do óleo.

A TA pode ser utilizada como ingrediente na elaboração de rações animais, devido ao seu alto valor proteico, podendo conter em média de 22,2 a 30,31% de proteína bruta (Nagalakshmi et al., 2007). Apesar de apresentar elevado teor de proteína bruta, sua utilização em rações para suínos apresenta alguns obstáculos que devem ser considerados antes de serem utilizados, como: teor de gossipol e polissacarídeos não amiláceos (PNA's), além da presença de fitato.

O gossipol ($C_{30}H_{30}O_8$) é um aldeído polifenólico produzido nas glândulas de secreção interna do algodoeiro que confere a planta resistência contra pragas, sendo considerado um fator antinutricional (Cai et al., 2004). É um pigmento amarelo tóxico que age como inibidor enzimático reduzindo o valor nutricional da torta de algodão (Freire, 2006), podendo ser prejudicial aos animais. Chiba et al. (2001), preconizam que a toxidade pode ser prevenida pela adição de sais de ferro à dieta, como sulfato ferroso, na proporção 1:1 (ferro:gossipol livre), pois o ferro forma um complexo insolúvel com o gossipol no trato intestinal, evitando sua absorção.

Outro fator limitante quanto à inclusão da TA na alimentação de suínos é a presença de PNA's ou simplesmente fibras, principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal (Conte et al., 2002), possuindo 25,7% em fibra em detergente neutro e 18,0% em fibra em detergente ácido (NRC, 1998). A utilização de alimentos fibrosos em dietas para suínos requer identificação, quantificação e avaliação das interações entre os efeitos fisiológicos e associativos sobre a digestibilidade e desempenho animal, uma vez que estes animais apresentam limitada capacidade do trato digestivo para processar material fibroso (Gomes et al., 2007).

Os alimentos de origem vegetal apresentam baixa disponibilidade de minerais, por possuírem fatores antinutricionais como o fitato (Gonçalves et al., 2005), forma química

como se apresenta o ácido fítico ($C_6H_{18}O_{24}P_6$), cuja presença é indesejável, pois ocasiona a formação de complexos insolúveis com minerais e proteínas, reduzindo a biodisponibilidade desses nutrientes (Torrezan et al., 2010). Segundo Selle e Ravindran (2007) o farelo de algodão contém maior teor de fitato (0,77%) que o milho (0,18%) e o farelo de soja (0,38%). Essas quantidades de fitato presentes podem afetar o desempenho dos animais.

Mediante as características descritas, o emprego desse ingrediente na alimentação de não ruminantes como único suplemento proteico nas dietas é limitado. Assim, a adição de um complexo multienzimático (celulase, endoglucanase, xilanase, pectinase, β -glucanase, protease e fitase) torna-se uma importante estratégia para viabilizar a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da TA em rações de suínos. Esse complexo pode contribuir para promover a hidrólise dos polissacarídeos não amiláceos, liberar fósforo fítico que está preso ao fitato e auxiliar no desprendimento das proteínas que se encontram ligadas a fatores antinutricionais, melhorando a ação das enzimas digestivas endógenas e viabilizando o aproveitamento do ingrediente sem prejudicar o desempenho dos animais.

Objetivou-se com o estudo avaliar os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão com a utilização de enzimas na alimentação para suínos em crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais desenvolvidos no presente trabalho foram submetidos à Comissão de Ética no Uso de Animal da UFRPE (CEUA-UFRPE) sendo aprovado por meio da licença nº 069/2013.

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) no período de 26 de outubro a 30 de novembro de 2013, totalizando 35 dias de experimento. Durante o período experimental as temperaturas mínima e máxima e umidade relativa do ar média, registradas no interior do galpão, foram $25,04 \pm 2,09^\circ\text{C}$ e $30,19 \pm 1,21^\circ\text{C}$, $36,05 \pm 4,09\%$ e $69,94 \pm 14,23\%$, respectivamente.

Foram utilizados 25 suínos machos castrados de linhagem comercial, com peso médio inicial de $25,03 \pm 3,34$ kg. Os animais foram alojados em baias de alvenaria de 3 m² com piso compacto, com bebedouros tipo chupeta e comedouro de alumínio circular. Antes de iniciar o experimento os animais foram devidamente vermifugados para combater parasitos internos e

externos e em seguida passaram por um período de adaptação de uma semana as dietas experimentais.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, com um animal por unidade experimental, os blocos foram utilizados para controlar variações no peso corporal inicial.

Os tratamentos consistiram das seguintes dietas experimentais: **DC** – Dieta controle: composta principalmente por milho e farelo de soja (FS); **DCE** – Dieta controle com o complexo enzimático; **D20TAE** – DCE com substituição da proteína do farelo de soja em 20% pela proteína da TA com o complexo enzimático; **D40TAE** - DCE com substituição da proteína do farelo de soja em 40% pela proteína da TA com o complexo enzimático; **D60TAE** - DCE com substituição da proteína do farelo de soja em 60% pela proteína da TA com o complexo enzimático.

Anteriormente a formulação das rações experimentais foi realizado o cálculo de aminoácidos digestíveis a partir dos coeficientes de digestibilidade tabelado por Rostagno et al. (2011), valores apresentados na Tabela 1, para o balanceamento aminoacídico das dietas.

Tabela 1. Composição aminoacídica total e digestível da torta de algodão utilizada nas rações (matéria natural)

Itens	Composição Aminoacídica Torta de Algodão	
	Totais (%) ⁽¹⁾	Digestíveis (%) ⁽²⁾
Arginina	3,25	2,87
Lisina	1,17	0,69
Metionina	0,39	0,27
Treonina	0,87	0,61
Triptofano	0,36	0,21
Valina	1,22	0,80

(1) Valores obtidos no experimento de digestibilidade (capítulo anterior)

(2) calculados a partir dos coeficientes de digestibilidade tabelados por Rostagno et al. (2011).

A dieta controle (DC) foi formulada para atender as exigências nutricionais mínimas dos animais, seguindo a recomendação de Rostagno et al. (2011). As dietas que continham o complexo enzimático apresentaram menos 1,5% de energia metabolizável, proteína bruta e fósforo disponível, que a dieta controle. As composições químicas e valores energéticos das rações são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal, calculada e analisada das rações experimentais expressos na matéria natural

Ingredientes	Tratamentos				
	DC	DCE	TA20E	TA40E	TA60E
Milho	71,597	73,393	65,945	58,398	50,851
Farelo de Soja	24,094	23,064	19,723	16,301	12,880
Torta de Algodão	----	----	9,330	18,660	27,990
Inerte / Celite®	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Óleo de soja	0,941	----	1,495	3,059	4,623
Fosfato Bicálcico	1,124	1,100	1,168	1,236	1,303
Calcário	0,658	0,680	0,603	0,526	0,450
Sal Comum	0,359	0,410	0,370	0,382	0,393
Suplemento Vita + Min ⁽¹⁾	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina	0,248	0,277	0,318	0,363	0,408
DL-Metionina	0,021	0,025	0,032	0,039	0,046
L-Treonina	0,058	0,121	0,084	0,100	0,116
L-Triptofano	----	----	0,002	0,006	0,010
Enzima	----	0,030	0,030	0,030	0,030
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Sulfato Ferroso (mg/kg)	-	-	9,2	18,3	27,4
Valores Analisados					
Matéria Seca (%)	90,18	89,73	89,62	89,15	89,87
Proteína Bruta (%)	16,51	16,21	16,24	16,03	16,48
Fósforo Total (%)	0,603	0,562	0,785	0,778	0,706
Fibra bruta (%)	2,61	2,37	4,01	5,89	6,87
Energia bruta (Kcal/kg)	4088	4003	4072	4116	4322
Gossipol Livre (mg/kg) ⁽²⁾	----	----	91,15	182,31	273,46
Valores Calculados					
Proteína Bruta (%)	16,820	16,567	16,567	16,567	16,567
Arginina Dig. (%)	1,020	0,995	1,130	1,263	1,393
Lisina Dig. (%)	0,927	0,927	0,927	0,927	0,927
Metionina Dig. (%)	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
Treonina Dig. (%)	0,603	0,649	0,603	0,603	0,603
Triptofano Dig. (%)	0,174	0,169	0,167	0,167	0,167
Cálcio (%)	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630
Fósforo Disponível (%)	0,3110	0,3063	0,3063	0,3063	0,3063
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3230	3181	3181	3181	3181

(1) Quantidade por kg/ ração: Colina: 37,5g; Vit. A: 1.625.000 UI; Vit. D3: 400.000UI; Vit. E: 7.500UI; Vit. K3: 750mg; Vit. B1: 550mg; Vit. B2: 1.375mg; Vit. B6: 500mg; Vit. B12: 5.000mg; Niacina: 5.000mg; Ácido Pantotênico: 2.300mg; Ácido Fólico: 125mg; Biotina: 7,5mg; Ferro:25g; Cobre:3.750mg; Manganês: 12,5g; Zinco: 31,25g; Iodo: 250mg; Selênio: 75mg. (2) Valor calculado.

Foi utilizado o complexo enzimático da empresa Bioenzima[®] constituído por: celulase (15,53 U g⁻¹), endoglucanase (27,35 U g⁻¹), xilanase (77,47 U g⁻¹), pectinase (1,26x10³ U g⁻¹), β-glucanase (5,16x10² U g⁻¹), protease (2,95x10² U g⁻¹) e fitase (2,06 U g⁻¹), onde uma unidade de atividade enzimática libera um μmol de nutriente por g por minuto (U = μmol g⁻¹). Sendo adicionado 300g/t de enzimas às rações.

A torta de algodão utilizada foi adquirida no município de Garanhuns - PE e obtida por meio de aquecimento a vapor e prensagem mecânica. A amostra da TA foi encaminhada ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE para análises de matéria seca, proteína bruta, fósforo e energia bruta (Silva e Queiroz, 2005) e ao laboratório Labtron®, Itapira/SP, para determinação da quantidade de gossipol livre (GL) da torta de algodão. Antes de ser incorporada às rações experimentais a mesma foi tratada com uma dosagem de sulfato ferroso (FeSO₄) na proporção 1:1 (ferro:gossipol livre), com objetivo de evitar o efeito do gossipol.

Durante o período experimental as dietas e a água foram fornecidas à vontade, sendo as sobras das rações pesadas diariamente para avaliação do consumo diário. Os animais foram pesados a cada 14 dias, para obtenção do ganho de peso e do cálculo da conversão alimentar. Foram avaliados os dados médios de consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar no período de 28 dias. As medidas ultrassônicas *in vivo* da área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho (ET) e profundidade do músculo (PM), *Longissimus dorsi* foram realizadas no início e ao final do experimento, após as pesagens dos animais, utilizando o aparelho de ultrassonografia Pie Medical modelo Aquila®, de acordo com a metodologia descrita por Dutra Jr. et al. (2001).

Para a avaliação da digestibilidade aparente os animais receberam as respectivas rações experimentais contendo 0,5% de uma fonte de sílica (Celite®) como indicador de indigestibilidade. Utilizou-se o método de coleta parcial de fezes e para marcar o início e o fim do período de coleta, a ração sem indicador foi marcada com 1% de óxido férrico. A coleta foi realizada durante dois dias (manhã e tarde) quando os animais excretaram as fezes não marcadas, tomando-se o cuidado para não haver contaminações das fezes com urina ou outras partículas encontradas no ambiente.

Após a coleta, as fezes foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e congelados a -20°C. Em seguida, todas as amostras foram descongeladas, homogeneizadas individualmente e levadas à estufa de 55°C por um período de 72 horas, ficando a amostra pré-seca. Em seguida, este material foi moído em moinho de faca em peneira de 1 mm.

As amostras de rações e fezes foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE para análises de matéria seca, proteína bruta, fósforo, energia bruta e fibra bruta (FB) pelo método de Weende (Silva e Queiroz, 2005). Para a determinação da Cinza Ácida Insolúvel (CIA), seguiu-se a metodologia descrita por Van Keulen e Young (1977).

O cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes pelo método da coleta parcial de fezes foi de acordo com a equação proposta por Nose (1966): $CDA(\%) = 100 - \{100 * [(\%CIA_{rç} / \%CIA_{fz}) * (\%N_{fz} / \%N_{rç})]\}$. Onde: CDA (%) = coeficiente de digestibilidade do nutriente; CIA rç = % de cinza insolúvel em ácido na ração; CIA fz = % de cinza insolúvel em ácido nas fezes; Nfz = nutriente nas fezes; Nrç = nutriente na dieta.

Foram coletadas amostras de sangue ao final do período experimental, por meio de punção do *sinus* orbital dos animais, utilizando agulhas hipodérmicas (40 x 1,6 mm), em seguida acondicionadas em tubos de 10 mL sem anticoagulante para obtenção do soro e tubos de 5 mL contendo fluoreto de sódio com o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) para obtenção do plasma.

Após a coleta do sangue todos os tubos foram submetidos à centrifugação a 3.000 rpm, por 10 minutos, para obtenção do plasma e do soro sanguíneo. Sequencialmente, foram transferidos para *ependorfs* previamente identificados, e armazenados à temperatura de -20°C, até o momento das análises laboratoriais para a mensuração das seguintes variáveis: glicose, proteínas totais, ureia e fósforo.

As determinações bioquímicas sanguíneas foram realizadas no analisador bioquímico semiautomático (Doles D250[®]), utilizando os seguintes kits comerciais Doles: glicose enzimática líquida, proteínas totais, fosfato – UV e ureia 500, no Laboratório de Biologia Molecular Aplicada à Produção Animal (BIOPA) do Departamento de Zootecnia da UFRPE.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, as dietas controle com e sem enzima foram submetidas ao teste T, ao nível de 5% de probabilidade, todos os tratamentos com complexo enzimático tiveram as médias comparadas pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade, e à análise de regressão utilizando o programa computacional Statistic Analysis System versão 9.0 (SAS Institute, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química e energética

Os valores da composição química e energética da torta de algodão utilizado na elaboração das rações encontram-se na Tabela 3. O valor proteína bruta obtida neste experimento (22,25%) encontra-se na margem de variação de 22,2 a 30,31% PB da torta de algodão definida por Nagalakshmi et al. (2007). Enquanto o fósforo total da TA (0,846%)

apresentou resultado abaixo do tabelado pelo NRC (1998) e pelo NCPA (2002), de 1,03 e 1,14%, respectivamente.

Tabela 3. Composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria natural)

Composição Química e Energética	Torta de Algodão
Matéria seca (%) ⁽¹⁾	90,19
Proteína bruta (%) ⁽¹⁾	22,25
Extrato etéreo (%) ⁽¹⁾	9,04
Fibra Bruta (%) ⁽¹⁾	17,31
Fósforo (%) ⁽¹⁾	0,846
Energia bruta (Kcal/kg) ⁽¹⁾	4396
Energia Metabolizável (Kcal/kg) ⁽²⁾	2443,2
Gossipol livre (mg/kg) ⁽³⁾	977

(1) Análises realizadas no laboratório de nutrição animal da UFRPE/DZ.

(2) Valores obtidos no experimento de digestibilidade (capítulo anterior).

(3) Análises realizadas no laboratório Labtron®, Itapira/SP.

A concentração de gossipol livre (GL) presente na TA deste estudo foi de 977 mg/kg, este valor é maior que 600 mg/kg descrito pelo NCPA (2002) e inferior ao valor de 1300 mg/kg encontrado por Fombad e Bryant (2004). Os valores de GL podem variar conforme resistência dos cultivares aos ataques de pragas, quanto mais resistente for à planta, maior será o teor de gossipol (Savastano, 2007). No entanto, a concentração de gossipol livre em dietas para suínos podem provocar toxicidade acima de 100 mg/kg, ou até 500 mg/kg adicionado sulfato ferroso para se ligar ao gossipol livre (Tanksley e Knabe, 1981).

A concentração máxima calculada de gossipol livre na ração, neste estudo, foi de aproximadamente 273,46 mg/kg, cujo valor é elevado em relação ao limite tolerado pelos animais, o que poderia ter ocasionado intoxicação ao animais, no entanto, este efeito não foi observado, possivelmente pela adição do sulfato ferroso as dietas.

Desempenho e características de carcaça

As dietas controle com e sem complexo enzimático não influenciaram ($P>0,05$) os resultados de desempenho e características de carcaça de suínos, apesar da redução nos nutrientes e na energia da ração controle com enzima, o consumo de alimentos não foi alterado, divergindo do resultado encontrado por Ruiz et al. (2008), quando relataram que a pequena redução de nutrientes das rações fez com que os animais consumissem mais ração, e apresentassem uma piora na conversão alimentar. No entanto, os resultados obtidos neste

experimento corroboram com os encontrados por Liu et al. (2010), que também não encontraram efeito sobre os parâmetros de desempenho.

Tabela 4. Média do consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho (ET) e profundidade do músculo (PM) de suínos em crescimento alimentados com dietas controles com e sem adição de complexo enzimático

Parâmetros de Desempenho	Tratamentos Experimentais			CV %
	DC	DCE	P	
CDR (kg)	2,18	2,26	ns	6,73
GPD (kg)	0,99	1,02	ns	10,47
CA	2,20	2,23	ns	10,57
Características de Carcaça				
AOL (cm ²)	9,34	11,14	ns	16,34
ET (cm)	0,14	0,18	ns	31,74
PM (cm)	1,12	1,08	ns	44,75

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas de letras diferem entre si pelo teste de T (P<0,05).

Os níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão, não alteraram (P>0,05) o desempenho e nem as características de carcaça dos animais, apresentados na Tabela 5. Indicando que a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da TA, com uso de complexo multienzimático em dietas de suínos não afetaram significativamente a taxa de crescimento nessa fase.

Tabela 5. Média do consumo diário de ração (CDR), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), área de olho de lombo (AOL), espessura de toucinho (ET) e profundidade do músculo (PM) de suínos em crescimento alimentados com dietas com crescentes níveis de substituição da torta de algodão com adição de complexo enzimático

Parâmetros de Desempenho	Tratamentos Experimentais				CV %	P	R ²
	DCE	20TAE	40TAE	60TAE			
CDR (kg)	2,28	2,22	2,32	2,03	10,28	ns	-
GPD (kg)	1,02	1,05	1,07	0,93	13,06	ns	-
CA	2,23	2,12	2,16	2,17	6,99	ns	-
Características de Carcaça							
AOL (cm ²)	11,1	9,89	10,89	9,15	27,0	ns	-
ET (cm)	0,18	0,22	0,29	0,22	35,8	ns	-
PM (cm)	1,07	1,07	1,02	0,90	40,3	ns	-

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas de letras diferem entre si pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Não foi observada diferença significativa na substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da TA em até 60% sobre o desempenho dos animais, este resultado difere do

encontrado por LaRue et al. (1985) que ao avaliarem o desempenho de suínos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão, encontraram o valor máximo de 40% de substituição.

O maior nível de inclusão da TA com adição de enzima neste trabalho foi de 27,99% sem alterar características de desempenho, enquanto Fombad e Bryant (2004) encontraram que o melhor nível de substituição foi de 15% de inclusão da TA sem prejuízo ao desempenho dos suínos na fase de crescimento e terminação.

Lorena-Rezende (2010) ao avaliar a inclusão de farelo de algodão com adição de fitase e protease para os níveis 0; 12,5; 25 e 37,5%, sendo o último nível repetido sem enzimas, encontrou que inclusão de até 37,5% de FA com enzimas as dietas não alterou os parâmetros de desempenho dos animais. Porém, ao avaliar a mesma dieta sem enzima, observou um decréscimo no consumo de ração e no ganho de peso, expressando que a adição de enzimas pode ter proporcionado uma melhor absorção dos nutrientes.

Quanto à espessura de toucinho, é normal observar sua diminuição em suínos alimentados com dietas fibrosas. Fato este que pode ser explicado pela característica de agente diluidor de energia que as dietas fibrosas apresentam, entretanto, nesta pesquisa, os níveis de energia metabolizável das dietas foram suficientes para atender à demanda energética dos animais desta fase, não se observando efeito significativo sobre esta variável.

Coefficientes de digestibilidade aparente

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas controles com e sem enzimas são apresentados na Tabela 6. A adição do complexo enzimático à DC afetou ($P < 0,05$) apenas o coeficiente de digestibilidade aparente da fibra bruta.

Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB), da energia bruta (CDAEB), da fibra bruta (CDAFB) e do fósforo (CDAP) de suínos em crescimento alimentados com dietas controles com e sem adição de complexo enzimático

Parâmetros	Tratamentos Experimentais			CV %
	DC	DCE	P	
CDAMS	99,45	99,23	ns	0,12
CDAPB	90,92	89,86	ns	2,57
CDAEB	99,61	99,57	ns	0,07
CDAFB	75,12	66,70	0,02	4,66
CDP	68,29	62,13	ns	10,18

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas de letras diferem entre si pelo teste de T ($P < 0,05$).

O CDFB foi influenciado ($P < 0,02$) pela adição de enzima na dieta controle, esse fato pode ter ocorrido pelo baixo teor de substratos na dieta, visto que a ração apresentou 2,37% de fibra bruta, sabendo-se que as enzimas possuíam uma atuação bastante específica sobre PNA's, como celulose, lignocelulose, pectina, betaglucanos e arabino-xilanos, menos presente no milho e farelo de soja. Possivelmente, o nível de inclusão das enzimas deve ter sido elevado para a quantidade de PNA's presente nesta ração, pois segundo Silva e Nornberg (2003) uma suplementação exacerbada pode levar a redução exagerada de polissacarídeos, produzindo monossacarídeos, os quais em excesso levam à diarreia osmótica. Isto geralmente ocorre quando há excesso de substâncias, como monossacarídeos (glicose), quando não são absorvidas pela corrente sanguínea permanecendo no intestino, estas substâncias fazem com que uma quantidade excessiva de água permaneça nas fezes e deslize rapidamente pelo intestino, ocasionando maior excreção e reduzindo a digestibilidade, fato que pôde ser observado nesta pesquisa, faz-se necessário avaliar o nível de inclusão deste complexo enzimático para este tipo de dieta.

As médias dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas com níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão são apresentadas na Tabela 7. Os níveis de inclusão da TA com enzimas diferiram ($P > 0,05$) da DCE para a maioria dos parâmetros, exceto para digestibilidade do fósforo.

Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB), da energia bruta (CDAEB), da fibra bruta (CDAFB) e do fósforo (CDAP) das dietas com crescentes níveis de substituição da torta de algodão com adição de complexo enzimático para suínos na fase de crescimento

Parâmetros	Tratamentos Experimentais				CV %	P	R ²
	DCE	20TAE	40TAE	60TAE			
CDAMS	99,23a	98,73b	98,23b	98,5b	0,28	0,01	0,93
CDAPB	88,41a	80,05b	80,57b	81,45b	5,17	0,05	0,92
CDAEB	99,55a	99,13b	98,93b	98,96b	0,21	0,01	0,99
CDAFB	65,88a	36,17b	28,39b	36,77b	31,2	0,02	0,99
CDP	61,51	59,86	52,24	56,58	18,4	ns	-

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas de letras diferem entre si pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

O maior CDAMS observado foi de 97,5% nas dietas, o nível de substituição das proteínas atingiu 42,6%, representando uma inclusão de 19,87% da torta de algodão. Níveis de substituição mais elevados que o determinado refletiu em diminuição da digestibilidade da MS, também caracterizando efeito quadrático ($Y = 99,2759 - 0,0423X + 0,0005X^2$).

O CDAEB apresentou efeito quadrático ($Y = 99,56 - 0,0263X + 0,00026X^2$), sendo o maior coeficiente observado de 98,25% quando a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão atingiu o nível ótimo de 50,2%, representando 23,4% de inclusão de torta de algodão as dietas.

Quanto ao CDAFB também foi observado diferença significativa no ganho de peso, apresentando efeito quadrático ($Y = 65,3 - 1,77X + 0,0219X^2$) com o maior nível de substituição de 40,5%, correspondendo a 18,9% de inclusão da torta de algodão.

A substituição da proteína do FS pela proteína da TA com adição do complexo enzimático apresentou um decréscimo na digestibilidade da matéria seca, da energia bruta e da fibra bruta das rações que está diretamente relacionado à substituição parcial de uma fonte de carboidrato facilmente digestível (farelo de soja) por uma fonte de menor digestibilidade (TA), uma vez que o alto teor de fibra aumenta a taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal (Le Golff et al., 2002). Segundo Carré et al. (1990), a quantidade de fração fibrosa da dieta apresenta alta correlação negativa com a digestibilidade dos nutrientes e energia metabolizável da dieta, sendo considerado um componente diluidor de energia metabolizável. Mediante este contexto, demonstra-se à necessidade da inclusão de enzimas que atuem sobre estes PNA's, no entanto os resultados da presente pesquisa demonstram que o nível de inclusão do complexo enzimático nas rações, pode não ter sido suficiente para promover um maior aproveitamento desses nutrientes.

O CDAPB apresentou efeito quadrático ($Y = 88,24 - 0,4484X + 0,0057X^2$), sendo 71,06% o maior coeficiente observado quando a substituição da proteína do FS pela proteína da TA atingiu o nível de 38,8%, correspondendo a 18,1% de inclusão da torta de algodão as dietas de suínos na fase de crescimento. O decréscimo na digestibilidade da proteína deve ter ocorrido possivelmente por uma baixa atuação do complexo enzimático sobre as dietas, não tendo sido eficiente na disponibilização de proteína presa ao alimento. Pois, o complexo enzimático, assim como a protease presente nele, deveria potencializar o uso de proteínas pouco disponíveis por estarem ligadas a fatores antinutricionais ou protegidas da ação enzimática, no entanto esse resultado não foi observado neste estudo.

Quanto ao CDAP não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos, demonstrando a atuação da enzima fitase sobre as dietas testadas. Esse resultado deve ter ocorrido devido à enzima fitase presente no complexo enzimático utilizado, que tem como principal função promover à hidrólise do fitato, ocorrendo à disponibilização do fósforo, reduzindo a participação do fitato como fator antinutricional. Indicando que o teor do fósforo

disponível das rações pode ser subestimado a 1,5% sem efeito significativo sobre a digestibilidade dos suínos na fase de crescimento.

Parâmetros bioquímicos séricos

Os resultados das características bioquímicas séricas de suínos na fase de crescimento alimentados com as dietas controles com e sem enzimas são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores médios de parâmetros bioquímicos séricos de suínos em crescimento alimentados com dietas controles com e sem adição de complexo enzimático

Parâmetros	Tratamentos Experimentais			CV %
	DC	DCE	P	
Glicose (mg/dL)	89,43	89,21	ns	22,01
Proteína total (g/dL)	6,82	6,18	0,03	5,05
Fósforo (mg/dL)	5,48	6,29	ns	35,40
Ureia (mg/dL)	21,81	15,01	0,05	27,15

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas de letras diferem entre si pelo teste de T (P<0,05).

As dietas controle com e sem enzima não diferiram (P>0,05) entre si para a maioria dos parâmetros, exceto para os valores de proteína sérica total e ureia plasmática. Os valores de referência para proteína total sérica para suínos em crescimento e terminação são de 6,46 a 7,57 g/dL (Doornenbal et al.,1983; Hale et al., 1986), no entanto foi verificado que apenas os animais da DC (6,8 g/dL) situaram-se entre estes valores, os demais se encontraram abaixo.

Para a concentração de ureia plasmática foi encontrada diferença estatística, a concentração de ureia no soro sanguíneo está relacionada à absorção de aminoácidos, e para este parâmetro apenas a DC apresentou-se dentro dos valores de referência de ureia para suínos (21,4 – 64,2 mg/dL), resposta que está diretamente ligada a diminuição 1,5% da proteína bruta da dieta. Esses resultados são coerentes aos encontrados na digestibilidade, constatando que a protease existente no complexo enzimático não foi suficiente para promover a liberação de 1,5% de proteína bruta.

Os resultados das características bioquímicas séricas de suínos na fase de crescimento alimentados com dietas contendo níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Valores médios de parâmetros bioquímicos séricos de suínos em crescimento alimentados com dietas com crescentes níveis de substituição da torta de algodão com adição de complexo enzimático

Parâmetros	Tratamentos Experimentais				CV %	P	R ²
	DCE	20TAE	40TAE	60TAE			
Glicose (mg/dL)	91,86	108,16	98,81	91,78	17,23	ns	-
Proteína total (g/dL)	6,15	5,83	5,83	5,55	5,84	0,05	0,89
Fósforo (mg/dL)	5,93	7,01	5,28	4,81	32,56	ns	-
Ureia (mg/dL)	14,98	13,29	16,28	13,63	28,18	ns	-

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas de letras diferem entre si pelo teste de Dunnett (P<0,05).

A substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão influenciou negativamente a proteína total sérica dos animais, determinada pela equação $Y = 6,08 - 0,009X$ (R²0,89). Essa redução constata que o complexo enzimático, e protease presente nele, não foram eficiente na liberação da proteína bruta presente na torta do algodão. A diminuição da proteína da dieta na fase de desenvolvimento pode levar a um atraso no crescimento e menor deposição muscular, no entanto, esse decréscimo não foi observado, uma vez que não houve redução da área de olho de lombo, visto que a redução da proteína, possivelmente, não tenha sido suficiente para influenciar o desempenho dos animais.

Os níveis de glicose não foram influenciados (P>0,05) pelas características das dietas e a variação média dos níveis séricos de glicose, neste experimento, encontram-se dentro da faixa de referência de 85 a 150 mg/dL (Lopes et al., 2007) para suínos.

Para os valores séricos do fósforo não foi constatada diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos, concordando com o resultado da digestibilidade. Os valores de referência para os níveis de fósforo séricos de 5,3-9,6 mg/dL estabelecidos por Lopes et al. (2007), sendo que os animais alimentados com a D60TAE apresentaram valores médios inferiores aos níveis referência (4,80 mg/dL). Essa resposta pode estar relacionada a um elevado nível de fitato, presente no maior nível de substituição das proteínas, uma vez que para as enzimas atuarem é fundamental a presença de substratos específicos nas dietas, possivelmente o nível de inclusão do complexo enzimático na D60TAE, pode não ter sido suficiente para disponibilização e manutenção do teor de fósforo sérico.

CONCLUSÃO

Pode-se substituir a proteína do farelo de soja pela proteína da torta de algodão em até 38,8%, com a inclusão do complexo multienzimático sem prejudicar o desempenho, características de carcaça e digestibilidade dos nutrientes e energia de suínos na fase de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAI, Y.; ZHANG, H.; ZENG, Y. et al. Gossypol HPLC assay in the evaluation of gland genotypes of cotton. **Journal Bioscience. Indian Academy of Sciences**, v. 29, n. 1, p. 101-105, 2004.

CARRÉ, B.; DEROUET, L.; LECLERCQ, B. The digestibility of cell-wall polysaccharides from wheat (bran or whole grain), soybean meal, and white lupin meal in cockerels muscovy ducks, and rats. **Poultry Science**, v. 69, n. 4, p. 623-633, 1990.

CHIBA, L. I.; LEWIS, A. I.; SOUTHERN, L. L. Protein supplement. **Swine nutrition**. 2. Ed. Boca Raton: CRC Press, p.803-837. 2001.

CONTE A. J.; TEIXEIRA A. S.; BERTECHINI A. G. et al. Efeito da Fitase e Xilanase Sobre a Energia Metabolizável do Farelo de Arroz Integral em Frangos de Corte. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v.26, p.1289-1296, 2002.

DOORNENBAL, H.; TONG, A.K.W.; MARTIN, A.H. et al. Studies on the performance, development and carcass composition of the growing pig: effects of sex, feeding regime and age on blood serum parameters. **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, v.63, n.4, p.977-984, 1983.

DUTRA JR, W. M.; FERREIRA, A. S.; TAROUCO, J. U. et al. Predição de características de carcaça de suínos pela técnica de ultra-sonografia em tempo real. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1251 – 1257, 2001.

FOMBAD, R. B.; BRYANT, M. J. An evaluation of the use of cottonseed cake in the diet of growing pigs. **Tropical Animal Health and Production**, v.36, p.295-305, 2004.

FREIRE,, R. M. M. **Cultivo do algodão herbáceo na agricultura familiar**. Embrapa algodão. Setembro, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/subproduto.html>. Acesso em: 19 ago. 2013.

GOME, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; GROSSKALOUS, C. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.3, p. 483-492, 2007.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. et al. Efeito da suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para Tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2155-2163, 2005.

HALE, O.M.; NEWTON, G.L.; HAYDON, K.D. Effect of diet and exercise on performance, carcass traits and plasma components of growing-finishing barrows. **Journal Animal Science**. Champaign, v.62, n.3, p.665-671, 1986.

LARUE, D.C.; KNABE, D.A.; TANSKLEY Jr, T.D. Commercially processed glandless cottonseed meal for starter, grower and finisher swine. **Journal of Animal Science**, v.60, n.2, 1985.

LE GOFF, G.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. **Animal Science**, v.74, p.503-515, 2002.

LIU, C.Y.; LIU, Y.G.; MORI, Y.A. Enzimas NSP melhora o desempenho e diminui custos de alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Artigo técnico. Engormix**. 2010. Disponível em: < <http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/nutricao/artigos/enzima-nsp-em-alimentacao-de-suinos-nas-fases-de-crescimento-e-terminacao-t297/141-p0.htm>>. Acessado em: 09 jul. 2013.

LOPES, S. T. A.; BIONDO, A. W.; SANTOS, A. P. **Manual de patologia clínica veterinária**. 3 ed., 117p. Santa Maria: UFSM/ Departamento de Clínica de Pequenos Animais, 2007.

LORENA-REZENDE, I.M.B. **Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com adição ou não de enzimas em rações para suínos**. Recife, 82p. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

NAGALAKSHMI, D.; RAO, S.V.R.; PANDA, A.K. et al. Cottonseed meal in diets poultry: a review. **Journal Poultry Science**, v. 44, n.2, p.119-134, 2007.

NATIONAL COTTONSEED PRODUCTS ASSOCIATION - NCPA. **Cottonseed feed products guide**. 2002. Disponível em: <<http://www.cottonseed.com/publications/feedproductsguide.asp>>. Acessado em: 12 jul. 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee of Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient requirements of swine**. 9.ed. Washington, National Academy of Sciences. 93p. 1998.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SYMPOSIUM ON FEEDING TROUT AND SALMON CULTURE, SC II7., 1966, Belgrade. **Proceedings...** Belgrade: EIFAC, p.17, 1966.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. F., LOPES, D. C., FERREIRA, A. S., BARRETO, S. L. T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**, 3ª ed, Viçosa, MG: UFV. p. 252. 2011.

RUIZ, U. S.; THOMAZ, M. C. HANNAS, M. I.; et al. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.3, p.458-468, 2008.

SAS INSTITUTE. **System for windows, release 6.12**. Cary: 2004. CD-ROM.

SAVASTANO, S. **Caroço de algodão na alimentação bovina**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Governo do Estado de São Paulo. 2007. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/tecnologias/bovinocultura/caroco_algodao.php>. Acessado em: 11 nov. 2013.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal feed science and technology**, v.135, p.1-41, 2007.

SILVA, L. P.; NORBERG, J. L. Prebiótico na alimentação de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p. 983-990, set./out. 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. p.235, 2005.

TANKSLEY, T. D.; KNABE, D. A. Use of cottonseed meal in swine rations. **Feedstuffs**, v.53, p.2-27, 1981.

TORREZAN, R.; FRAZIER, R.A.; CRISTIANINI, M. Efeito do tratamento sob alta pressão isostática sobre teores de fitato e inibidor de tripsina de soja. **B CEPPA**, v.28, n.2, p. 179-186. 2010.

VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v. 44, p.282-287, 1977.

ANEXO I

Observações experimentais

**ANEXO 1.1 – OBSERVAÇÕES EXPERIMENTAIS – EXPERIMENTO I
(DIGESTIBILIDADE)**

RAÇÃO	ENZIMA	CDAMS (%)	CDAPB (%)	CDAEB (%)	CDAFDN (%)	CDAFB (%)	CDAP (%)	CDAP (%)
TA	SEM	40,3167	73,6962	45,7510	29,744	31,884	31,1483	31,1483
TA	SEM	40,1295	73,2792	45,5821	28,731	34,200	23,7092	23,7092
TA	SEM	41,6843	77,6040	45,4386	18,661	36,798	6,41053	6,41053
TA	SEM	45,6853	79,4462	51,1903	26,182	33,523	26,5551	26,5551
TA	SEM	46,7211	77,7878	53,9689	33,963	32,902	50,6588	50,6588
TA	COM	53,3717	79,3639	61,1195	35,701	23,831	68,6471	68,6471
TA	COM	42,8980	78,9440	46,1245	21,865	23,579	15,0169	15,0169
TA	COM	44,4422	77,4975	51,1090	29,708	23,874	30,2574	30,2574
TA	COM	49,9964	83,6974	56,7390	27,139	23,401	9,04048	9,04048
TA	COM	47,2193	83,4847	54,5280	27,704	23,502	28,3250	28,3250

RAÇÃO	ENZIMA	MSD (%)	PD (%)	ED (Kcal/kg)	EMA (Kcal/kg)	FDND (%)	FBD (Kcal/kg)	Pd (%)
TA	SEM	40,3167	29,6355	2419,35	2250,42	14,238	0,842	0,28798
TA	SEM	40,1295	29,5343	2411,72	2323,53	14,000	1,154	0,22920
TA	SEM	41,6843	30,5849	2405,24	2217,45	11,634	1,261	0,00879
TA	SEM	45,6853	31,0326	2665,09	2562,81	13,401	1,268	0,25169
TA	SEM	46,7211	30,6296	2790,63	2861,63	15,229	1,094	0,44215
TA	COM	53,9544	31,0619	3221,02	3098,98	18,738	1,067	0,66422
TA	COM	43,4807	30,9599	2540,10	2438,19	15,537	1,045	0,18402
TA	COM	45,0250	30,6084	2766,45	2568,10	17,351	1,019	0,32048
TA	COM	50,5791	32,1147	3022,10	2812,42	16,757	0,886779668	0,13051
TA	COM	45,9710	32,0631	2921,70	2533,60	16,888	0,980310981	0,30318

**ANEXO 1.2 – OBSERVAÇÕES EXPERIMENTAIS – EXPERIMENTO II
(DESEMPENHO / CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA)**

RAÇÃO	REPETIÇÃO	GPD	CDR	CA	AOL	ET	PM
DC	1	1,000	2,239	2,239	9,43	0,15	1,07
DC	2	0,975	2,417	2,479	9,88	0,13	1,16
DC	3	1,011	2,054	2,033	8,23	0,09	1,4
DC	4	0,982	2,212	2,253	8,57	0,11	0,87
DC	5	1,000	2,018	2,018	10,49	0,23	1,11
DCE	1	1,004	2,119	2,112	9,64	0,18	1,08
DCE	2	0,979	2,367	2,419	9,26	0,2	0,14
DCE	3	0,918	2,268	2,471	11,69	0,21	1,79
DCE	4	1,279	2,490	1,947	13,85	0,24	1,23
DCE	5	0,954	2,120	2,224	11,21	0,12	1,15
20TAE	1	1,293	2,521	1,950	13,39	0,27	1,34
20TAE	2	0,782	1,800	2,302	4,98	0,32	0,69
20TAE	3	1,018	2,130	2,093	9,02	0,21	1
20TAE	4	1,014	2,184	2,153	10,4	0,27	1,25
20TAE	5	1,157	2,454	2,121	11,79	0,1	1,1
40TAE	1	1,018	2,078	2,041	8,51	0,21	0,65
40TAE	2	1,093	2,410	2,205	12	0,28	1,05
40TAE	3	1,254	2,516	2,007	12,04	0,49	1,4
40TAE	4	1,054	2,315	2,197	8,43	0,27	0,82
40TAE	5	0,950	2,072	2,181	13,64	0,25	1,25
60TAE	1	0,886	1,791	2,022	10,13	0,36	1,3
60TAE	2	0,993	2,141	2,156	12,5	0,33	0,52
60TAE	3	0,957	2,284	2,386	9,06	0,19	0,82
60TAE	4	0,836	1,691	2,024	9,71	0,18	1,08
60TAE	5	0,989	2,173	2,196	4,48	0,11	0,81

**ANEXO 1.3 – OBSERVAÇÕES EXPERIMENTAIS – EXPERIMENTO II
(DIGESTIBILIDADE PARCIAL)**

RAÇÃO	REPETIÇÃO	CDAMS	CDAPB	CDFB	CDAEB	CDAP
DC	1	99,50	90,75	78,79	99,64	67,50
DC	2	99,32	89,37	70,35	99,52	64,62
DC	3	99,50	90,19	72,25	99,55	64,99
DC	4	99,36	89,67	72,160	99,58	65,53
DC	5	99,57	93,68	78,64	99,70	75,06
DCE	1	99,44	88,37	68,82	99,56	61,24
DCE	2	99,14	84,58	57,42	99,41	45,81
DCE	3	99,20	88,60	68,02	99,61	70,61
DCE	4	99,19	90,85	66,12	99,59	58,86
DCE	5	99,20	90,97	69,76	99,63	70,39
20TAE	1	98,81	80,70	27,34	99,09	57,61
20TAE	2	98,28	76,75	43,39	99,04	52,05
20TAE	3	99,33	91,35	64,04	99,60	84,15
20TAE	4	98,53	75,04	21,64	98,88	47,39
20TAE	5	98,82	77,72	25,18	99,09	57,46
40TAE	1	98,34	82,52	41,07	99,04	55,99
40TAE	2	97,97	77,13	35,03	98,78	53,10
40TAE	3	98,18	81,57	19,59	98,89	47,99
40TAE	4	97,03	68,90	35,28	98,35	59,30
40TAE	5	98,30	78,77	26,41	98,84	44,20
60TAE	1	98,92	85,95	58,33	99,26	58,41
60TAE	2	98,34	78,28	14,08	98,83	55,36
60TAE	3	98,02	75,31	36,92	98,59	45,45
60TAE	4	98,91	86,44	50,57	99,20	59,67
60TAE	5	98,64	82,59	24,72	99,01	63,372

**ANEXO 1.4 – OBSERVAÇÕES EXPERIMENTAIS – EXPERIMENTO II
(PARÂMETROS BIOQUÍMICOS SÉRICOS)**

RAÇÃO	REPETIÇÃO	GLICOSE	PROTEÍNA TOTAL	FÓSFORO	UREIA
DC	1	64,41	7,2	5,942	20,02
DC	2	108,1	6,8	4,499	28,6
DC	3	131,2	6,8	5,265	19,49
DC	4	68,36	6,2	6,17	19,67
DC	5	84,36	6,8	2,74	21,83
DCE	1	95,22	6	3,563	10,57
DCE	2	80,27	6,2	4,608	10,57
DCE	3	93,11	6,4	4,899	22,18
DCE	4	91,03	5,6	4,075	16,53
DCE	5	95,7	6,4	11,49	15,72
20TAE	1	97,04	5,8	7,19	15,31
20TAE	2	107,8	5,4	6,634	9,547
20TAE	3	105,5	6,2	9,536	11,15
20TAE	4	105,8	6	4,364	16,64
20TAE	5	120,7	5,6	6,304	14,46
40TAE	1	79,37	5,6	5,228	20,36
40TAE	2	128,4	5,4	4,886	12,53
40TAE	3	111,2	6	5,286	18,88
40TAE	4	104,9	6,2	4,626	15,47
40TAE	5	66,19	5,8	5,369	14,81
60TAE	1	77,6	5	4,173	18,32
60TAE	2	117,5	5,8	4,061	10,97
60TAE	3	85,25	5,8	4,719	10
60TAE	4	103,2	5,2	4,916	18,62
60TAE	5	71,38	5,8	5,155	10,88

ANEXO II

Normas para publicação no periódico *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (*Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*)

Política Editorial

O periódico *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science)*, ISSN 0102-0935 (impresso) e 1678-4162 (on-line), é editado pela FEPMVZ Editora, CNPJ: 16.629.388/0001-24, e destina-se à publicação de artigos científicos sobre temas de medicina veterinária, zootecnia, tecnologia e inspeção de produtos de origem animal, aquacultura e áreas afins.

Os artigos encaminhados para publicação são submetidos à aprovação do Corpo Editorial, com assessoria de especialistas da área (relatores). Os artigos cujos textos necessitarem de revisões ou correções serão devolvidos aos autores. Os aceitos para publicação tornam-se propriedade do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ) citado como *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* Os autores são responsáveis pelos conceitos e informações neles contidos. São imprescindíveis originalidade, ineditismo e destinação exclusiva ao ABMVZ.

Reprodução de artigos publicados

A reprodução de qualquer artigo publicado é permitida desde que seja corretamente referenciado. Não é permitido o uso comercial dos resultados.

A submissão e tramitação dos artigos é feita exclusivamente on-line, no endereço eletrônico <www.abmvz.org.br>.

Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis nos endereços www.scielo.br/abmvz ou www.abmvz.org.br.

Orientação para tramitação de artigos

- Toda a tramitação dos artigos é feita exclusivamente pelo Sistema de publicação online do ABMVZ no endereço www.abmvz.org.br.
- Apenas o autor responsável pelo artigo deverá preencher a ficha de submissão, sendo necessário o cadastro do mesmo no Sistema.
- Toda comunicação entre os diversos atores do processo de avaliação e publicação (autores, revisores e editores) será feita exclusivamente de forma eletrônica pelo Sistema, sendo o autor responsável pelo artigo informado, automaticamente, por e-mail, sobre qualquer mudança de status do artigo.
- A submissão só se completa quando anexado o texto do artigo em Word e em pdf no campo apropriado.
- Fotografias, desenhos e gravuras devem ser inseridas no texto e também enviadas, em separado, em arquivo com extensão jpg em alta qualidade (mínimo 300dpi),

zipado, inserido no campo próprio.

- Tabelas e gráficos não se enquadram no campo de arquivo zipado, devendo ser inseridas no corpo do artigo.
- É de exclusiva responsabilidade de quem submete o artigo certificar-se de que cada um dos autores tenha conhecimento e concorde com a inclusão de seu nome no mesmo submetido.
- O ABMVZ comunicará via eletrônica a cada autor, a sua participação no artigo. Caso, pelo menos um dos autores não concorde com sua participação como autor, o artigo será recusado.

Tipos de artigos aceitos para publicação:

- **Artigo científico**

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Filiação, Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 30.

- **Relato de caso**

Contempla principalmente as áreas médicas, em que o resultado é anterior ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Filiação, Resumo, Abstract, Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando pertinentes), Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 10, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

- **Comunicação**

É o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental, dignos de publicação, embora insuficientes ou inconsistentes para constituírem um artigo científico.

O texto, com título em português e em inglês, Autores e Filiação deve ser compacto, sem distinção das seções do texto especificadas para “Artigo científico”, embora seguindo aquela ordem. Quando a Comunicação for redigida em português deve conter um “Abstract” e quando redigida em inglês deve conter um “Resumo”.

O número de páginas não deve exceder a 8, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal. Para ortografia em inglês recomenda-se o *Webster's Third New International Dictionary*. Para ortografia em português adota-se o *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, da Academia Brasileira de Letras.

Formatação do texto

- O texto deve ser apresentado em Microsoft Word, em formato A4, com margem 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), em fonte Times New Roman tamanho 12 e em espaçamento entrelinhas 1,5, em todas as páginas, com linhas numeradas.
- Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

- **Título.** Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 150 dígitos.
- **Autores e Filiação.** Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a que pertencem. O autor para correspondência e seu e-mail devem ser indicados com asterisco.

Nota:

1. o texto do artigo em Word deve conter o nome dos autores e filiação.
2. o texto do artigo em pdf **não** deve conter o nome dos autores e filiação.

- **Resumo e Abstract.** Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 2000 dígitos incluindo os espaços, em um só parágrafo. Não repetir o título e incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação. Atenção especial às conclusões.
- **Palavras-chave e Keywords.** No máximo cinco.
- **Introdução.** Explanação concisa, na qual são estabelecidos brevemente o problema, sua pertinência e relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, suficientes para balizá-la.
- **Material e Métodos.** Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Não usar subtítulos. Nos trabalhos que envolvam animais e organismos geneticamente modificados deverá constar, obrigatoriamente, o número do protocolo de aprovação do Comitê de Bioética e/ou de Biossegurança, quando for o caso.
- **Resultados.** Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.
- ✓ **Tabela.** Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. A legenda recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Tab., mesmo quando se referir a várias tabelas. Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (menor tamanho aceito é 8).

- ✓ **Figura.** Qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema, etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Fig., mesmo se referir a mais de uma figura. As fotografias e desenhos com alta qualidade em formato jpg, devem ser também enviadas, em um arquivo zipado, no campo próprio de submissão.

Nota:

- ✓ Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.
- ✓ As tabelas e figuras devem preferencialmente, ser inseridas no texto no parágrafo seguinte à sua primeira citação.
- **Discussão.** Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer das partes).
- **Conclusões.** As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada.
- **Agradecimentos.** Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.
- **Referências.** As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética. Evitar referenciar livros e teses. Dar preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. São adotadas as normas ABNT/NBR-6023 de 2002, adaptadas conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

- Citações no texto deverão ser feitas de acordo com ABNT/NBR 10520 de 2002. A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:
 - ✓ autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88)
 - ✓ dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974)
 - ✓ mais de dois autores: (Ferguson *et al.*, 1979) ou Ferguson *et al.* (1979)
 - ✓ mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson *et al.* (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson *et al.*, 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.
- **Citação de citação.** Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão **citado por** e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências, deve-se incluir apenas a fonte consultada.

- *Comunicação pessoal.* Não fazem parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.
- 2. Periódicos** (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores *et al.*):
 ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.
- FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.
- HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.
- 3. Publicação avulsa** (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores *et al.*):
- DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.
- LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).
- MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.
- NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.
- SOUZA, C.F.A. *Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte.* 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- 4. Documentos eletrônicos** (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores *et al.*):
- QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.
- JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.

Nota:

- Artigos que não estejam rigorosamente dentro das normas acima não serão aceitos para avaliação.
- O Sistema reconhece, automaticamente, como “Desistência do Autor” artigos em diligência ou “Aguardando diligência do autor”, que não tenha sido respondido no prazo dado pelo Sistema.

Taxas de submissão e de publicação:

- **Taxa de submissão.** A taxa de submissão de R\$30,00 deverá ser paga por meio de boleto bancário emitido pelo sistema eletrônico de submissão de artigos. Ao solicitar o boleto bancário, o autor informará os dados para emissão da nota fiscal. Somente artigos com taxa paga de submissão serão avaliados.
Caso a taxa não seja quitada em até 30 dias será considerado como desistência do autor.
- **Taxa de publicação.** A taxa de publicação de R\$70,00, por página impressa em preto e R\$220,00 por página impressa em cores será cobrada do autor indicado para correspondência, por ocasião da prova final do artigo. A taxa de publicação deverá ser paga por meio de boleto bancário emitido pelo sistema eletrônico de submissão de artigos. Ao solicitar o boleto bancário, o autor informará os dados para emissão da nota fiscal.

Recursos e diligências:

- No caso de o autor encaminhar resposta a diligências solicitadas pelo ABMVZ, ou documento de recurso, o mesmo deverá constar como a(s) primeira(s) página(s) do texto do artigo somente na versão em Word.
- No caso de artigo não aceito, se o autor julgar pertinente encaminhar recurso, o mesmo deve ser feito pelo e-mail abmvz.artigo@abmvz.org.br.