



Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental

Urbano dos Santos Ruiz^{1, 2}, Maria Cristina Thomaz², Melissa Izabel Hannas³, Alessandro Luís Fraga⁴, Pedro Henrique Watanabe², Susana Zaneti da Silva²

¹ Bolsista do CNPq - Brasil

² FCAV - Unesp, Campus de Jaboticabal.

³ All Nutri LTDA.

⁴ UFMT - Campus de Rondonópolis.

RESUMO - Foram conduzidos dois experimentos para avaliar a suplementação enzimática (amilase, pentosanase, celulase, protease e α -galactosidase) em rações à base de milho e farelo de soja para suínos. No Exp 1, foram determinadas as digestibilidades aparentes da energia, matéria seca, proteína e das fibras das rações, com ou sem o complexo enzimático, para suínos machos castrados, com $19,96 \pm 2,90$ kg de peso vivo. Foi utilizado o método da coleta total de fezes e as rações foram formuladas com níveis reduzidos de energia, proteína e aminoácidos. No Exp 2, foram mensurados o desempenho, a excreção de sólidos totais e voláteis, matéria mineral, nitrogênio, macro e microminerais nas fezes, em relação ao desempenho, de suínos machos castrados dos 50 aos 151 dias de idade, com peso médio inicial de $18,34 \pm 1,35$ kg. Foram utilizadas três dietas, sendo uma ração formulada para atender ou exceder as exigências nutricionais dos animais, de acordo com o NRC (1998), e outras duas com níveis reduzidos de energia, proteína e aminoácidos, suplementadas ou não com o complexo enzimático. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados. A suplementação enzimática em rações contendo milho e farelo de soja não promoveu incrementos na digestibilidade de nutrientes, não melhorou o desempenho dos animais e também não reduziu a excreção de resíduos pelas fezes. Mais estudos são necessários para testar novas matrizes e diferentes níveis do complexo enzimático.

Palavras-chave: enzimas exógenas, leitões, poluição ambiental, produção e composição de fezes

Enzyme complex for swine: nutrient digestion, metabolism, performance and environmental impact

ABSTRACT - Two experiments were conducted to evaluate dietary enzyme supplementation (amylase, pentosanase, cellulase and α -galactosidase) in corn-soy diets for swine. In the Exp 1, the apparent digestibilities of energy, dry matter, protein and fibers of the feeds were determined, using a nutritional matrix with or without enzyme supplementation for barrows with 19.96 ± 2.90 kg body weight. The total feces collection method was used and the diets were formulated with reduced energy, protein and amino acids levels. In the Exp 2, growth performance, production and composition of feces in total solids, volatile solids, nitrogen, macro and micro minerals, in relation to growth performance, were measured in barrows from 50 to 151 days of age and 18.34 ± 1.35 kg initial body weight. Three experimental diets were used, one formulated to meet or exceed the nutritional requirements of swine according to NRC (1998) and the others with reduced energy, protein and amino acids levels, with or without the enzyme complex. It was used a complete randomized block design. Dietary enzyme supplementation in feeds based mainly on corn and soybean meal did not improve nutrient digestibilities and growth performance neither reduced nutrient excretion in feces. More research is necessary to test new nutritional matrix and different levels of the enzyme complex.

Key Words: environmental pollution, exogenous enzymes, feces production and composition, piglets

Introdução

Alguns compostos presentes em ingredientes de origem vegetal, como os polissacarídeos não-amiláceos (PNA) e oligossacarídeos (OL), não são digeridos por não-ruminantes e interferem na degradação e absorção dos

nutrientes dietéticos e da energia, que poderiam ser aproveitados pelos animais (Campbell & Bedford, 1992; Dierick & Decuyper, 1994).

Mesmo ingredientes comumente utilizados em dietas para não-ruminantes, como o milho e o farelo de soja, não são totalmente digeridos. O milho contém entre 9,7 e 10,3%

de PNA totais (Dierick & Decuyper, 1994; Bach Knudsen, 1997), principalmente arabinosilanos e celulose (Bach Knudsen, 1997; Partridge, 2001). No farelo de soja, os carboidratos compõem 40% de seu peso seco, sendo que a metade é não-estrutural, incluindo açúcares de baixo peso molecular, OL e pequenas quantidades de amido, ao passo que o restante é composto de polissacarídeos estruturais. Entre os carboidratos não-estruturais, os OL representam de 5 a 7% do peso seco do farelo de soja, não são digeridos por não ruminantes, sendo fermentados por microrganismos no intestino grosso (Dierick & Decuyper, 1994; Karr-Lilienthal et al., 2005a).

A utilização de enzimas exógenas na alimentação animal pode constituir um meio para melhorar o aproveitamento energético e nutricional de compostos como os PNA e OL, além de diminuir a excreção de nutrientes não digeridos. O uso destas enzimas visa melhorar a digestibilidade dos nutrientes das rações, assim como reduzir a variação na qualidade nutricional de determinados ingredientes (Bedford, 2000).

Há diversos produtos comerciais compostos de enzimas isoladas ou de complexos enzimáticos para uso na alimentação animal. Contudo, os efeitos benéficos da suplementação enzimática têm melhor oportunidade de se expressarem pela utilização de coquetéis ou complexos enzimáticos do que de enzimas isoladas (Dierick & Decuyper, 1994). Nas rações de não ruminantes, geralmente, há a mistura de compostos com características antinutricionais (PNA, OL, fitatos), que interagem entre si e com outros compostos da dieta. Assim, o uso de diversas enzimas conjuntamente, porém específicas para os substratos, tende a conduzir a melhores resultados que enzimas isoladas.

O objetivo neste trabalho foi avaliar a ação de um complexo enzimático adicionado às rações de suínos sobre a digestibilidade dos nutrientes dietéticos e da energia, o desempenho, a produção e a composição das fezes, em dois experimentos.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal. No experimento de digestibilidade de nutrientes, a sala utilizada continha oito gaiolas de estudos metabólicos semelhantes às descritas por Pekas (1968). Foram utilizados 24 suínos, Daland, machos castrados, com $19,96 \pm 2,90$ kg de peso médio inicial e 50 dias de idade.

Os animais foram distribuídos em dois tratamentos: dieta-controle (C), contendo milho e farelo de soja, e dieta semelhante à C, porém suplementada com um complexo enzimático, constituído por amilase, celulase, pentosanase, protease e α -galactosidase (E), com doze repetições e um animal por unidade experimental. Utilizou-se uma matriz nutricional, apresentando 4% menos em energia e 9% menos em proteína e aminoácidos que as exigências nutricionais recomendadas pela empresa de genética Daland (Tabela 1). A composição dos ingredientes utilizados baseou-se nas tabelas do NRC (1998). Como a sala utilizada continha oito gaiolas de estudos metabólicos, foram efetuadas três repetições no tempo, sendo cada uma considerada um bloco.

Foi utilizado o método de coleta total de fezes, sendo os animais alojados nas gaiolas de estudos metabólicos durante 11 dias. Os seis primeiros dias destinaram-se à adaptação às gaiolas e rações e determinação do consumo individual de ração. O cálculo da quantidade de ração fornecida para cada animal foi efetuado com base no consumo mensurado e no peso metabólico de cada animal. O arraçamento foi feito duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, com as rações previamente pesadas e, em seguida, umedecidas. A água de bebida foi fornecida à vontade.

O óxido férrico foi utilizado como marcador fecal para determinar o início e o final do período de coleta. As fezes foram coletadas e pesadas uma vez ao dia e, posteriormente, congeladas. A urina foi coletada diariamente em baldes de plástico, filtrada, e o volume produzido, mensurado, sendo uma alíquota de 20% mantida congelada. Em cada recipiente utilizado para coleta de urina foram adicionados 20 mL de solução 1:1 de ácido clorídrico (12 N) e água destilada, para evitar proliferação microbiana e volatilização de nitrogênio.

Ao final do período de coleta, as fezes e a urina de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas e amostradas. As porções de fezes foram submetidas à pré-secagem, em estufa com circulação forçada a 55°C, durante 72 horas, e posterior moagem, primeiramente em moinho de facas com peneira de 1 mm e, em seguida, em moinho do tipo bola. As amostras de urina foram secas em placas de Petri, em estufa com circulação forçada a 55°C, por 72 horas, sendo que a cada 24 horas o volume das placas era completado. As amostras de ração foram apenas moídas, seguindo os mesmos procedimentos descritos para as amostras de fezes.

Nas amostras processadas de fezes e ração, foram realizadas análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta (EB), de acordo com Silva & Queiroz (2002). Nas amostras de urina, foram determinadas as densidades e posteriormente efetuadas análises de EB

Tabela 1 - Composição em ingredientes e nutricional das dietas do experimento de digestibilidade

Ingrediente	C - E
Milho	68,70
Farelo de soja	26,80
Sal	0,54
Calcário calcítico	0,74
Fosfato bicálcico	2,14
Suplemento vitamínico ¹	0,300
Suplemento mineral ²	0,300
L-lisina.HCl (78,0 %)	0,229
L-treonina (98,0 %)	0,083
DL-metionina (99,0 %)	0,067
Inerte/Enzima	0,050
Amoxicilina ³	0,030
Leucomicina ⁴	0,030
Total	100,00
Valores calculados	
EM (kcal/kg)	3.222,91
PB (%)	18,26
FB (%)	2,90
Lis digestível (%)	1,00
Met digestível (%)	0,33
Met + Cys digestíveis (%)	0,59
Trp digestível, %	0,18
Thr digestível, %	0,65
Ca (%)	0,90
P disponível (%)	0,50

¹ Suplemento vitamínico, conteúdo por kg de ração: Vit. A - 9.000 UI, Vit. D3 - 1.500 UI, Vit. E - 22,5 mg, Vit. K3 - 3,75 mg, Vit. B12 - 21 mcg, Vit. B2 - 6,9 mg, Biotina - 0,15 mg, Pantotenato de cálcio - 9 mg, Niacina - 30 mg, Colina - 0,225 g, Promotor de crescimento - 0,15 g, Antioxidante - 0,075 g.

² Suplemento mineral, conteúdo por kg de ração: Fe - 120 mg, Cu - 105 mg, Mn - 60 mg, Zn - 120 mg, Co - 1,08 mg, I - 2,52 mg, Se - 0,36 mg.

³ Biomox - 50 g de amoxicilina por 100 g do produto.

⁴ Leucomag - 30 g de leucomicina por 100 g do produto.

em bomba calorimétrica do tipo Parr. As análises foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV - Unesp, Campus de Jaboticabal.

Foram calculados os coeficientes de digestibilidade de MS, EB, PB, FDN e FDA, assim como a energia digestível e os respectivos nutrientes digestíveis das rações. Também foi calculado o coeficiente de metabolizabilidade da energia digestível e, conseqüentemente, obtida a energia metabolizável, segundo recomendações de Adeola (2001).

Para o experimento de desempenho, produção e composição das fezes, foram utilizados 33 suínos, Dalland, machos castrados, com $18,34 \pm 1,35$ kg de peso médio inicial e 50 dias de idade. Os animais foram abrigados individualmente em baias de 2,55 m², com bebedouro em nível, do tipo vaso comunicante, e comedouro do tipo semi-automático.

Foram testados três tratamentos: controle positivo (CP) - ração formulada para atender ou exceder às exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (1998); controle negativo (CN) - ração formulada com níveis inferiores de EM, PB e aminoácidos em relação ao CP; controle negativo

+ enzima (CNE) - ração CN mais complexo enzimático, contendo amilase, celulase, protease, pentosanase e α -galactosidase.

O experimento foi dividido em quatro fases, de acordo com a idade dos animais, quando foi realizada a mudança das rações: fase 1: dos 50 aos 71 dias de idade; fase 2: dos 72 aos 100 dias de idade; fase 3: dos 101 aos 129 dias de idade; e fase 4: dos 130 aos 151 dias de idade.

As rações experimentais (Tabela 2) utilizadas nas fases 1, 2 e 3 foram compostas, principalmente, por milho e farelo de soja e as da fase 4, tiveram também a inclusão de farelo de trigo. Para formulação das rações, foram considerados os níveis nutricionais de ingredientes preconizados pelo NRC (1998). Nas rações do tratamento CNE, foi considerado que o complexo enzimático promoveria aumentos de 2,04; 1,50; 0,96 e 0,96%, na energia metabolizável; 5,08; 4,41; 3,43 e 3,43%, na PB; e 5,08; 4,51; 3,26 e 3,55% na lisina digestível nas rações das fases 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Durante todo o experimento, os animais receberam ração farelada e água à vontade.

Como não houve redistribuição dos animais nos blocos de acordo com o peso vivo ao final de cada fase, os resultados de desempenho, produção e composição das fezes foram analisados da seguinte forma: período 1: dos 50 aos 71 dias de idade; período 1 - 2: dos 50 aos 100 dias de idade; período 1 - 3: dos 50 aos 129 dias de idade; e período 1 - 4: dos 50 aos 151 dias de idade.

Os animais, a ração fornecida e as sobras de ração foram pesados no início e ao final de cada fase para determinação do ganho diário de peso (GDP), em kg/dia, consumo diário de ração (CDR), em kg/dia, e conversão alimentar (CA).

Para avaliação da produção de fezes e de seus teores em nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn), as mesmas foram coletadas de cada unidade experimental durante todo o experimento de desempenho, da seguinte forma: às segundas-feiras, no período da manhã, as baias eram limpas com água pressurizada e neste mesmo dia, no período da tarde, era efetuada a primeira coleta parcial. No dia seguinte, pela manhã, era realizada a segunda coleta parcial; à tarde do mesmo dia, a terceira; e na manhã seguinte, a quarta coleta parcial, considerando-se o material coletado neste período o total de fezes produzidas em 48 horas, por animal. As baias foram separadas por placas de madeira, a fim de evitar que um animal defecasse na baia adjacente, através das grades divisórias.

As fezes das quatro coletas parciais de cada semana foram homogeneizadas, pesadas e 20% foi mantido congelado. Durante as coletas, foi tomado o cuidado de separar

Tabela 2 - Composição em ingredientes e nutricional das dietas do experimento de desempenho (fases 1, 2, 3 e 4)

Ingrediente	Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase 4		
	CP	CN	CNE	CP	CN	CNE	CP	CN	CNE	CP	CN	CNE
Milho	64,25	67,73	67,73	73,84	73,72	73,72	82,29	81,30	81,30	74,11	72,19	72,19
Farelo de soja	30,53	28,24	28,24	22,87	21,48	21,48	13,13	13,29	13,29	12,45	15,44	15,44
Farelo de trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,20	8,40	8,40
Sal	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Calcário	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,88	0,88	0,88	0,92	0,94	0,94
Fosfato bicálcico	1,58	1,56	1,56	1,34	1,34	1,34	1,24	1,24	1,24	0,94	0,90	0,90
Óleo de soja	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inerte	-	0,075	-	-	1,52	1,47	1,17	2,05	2,00	0,21	0,94	0,89
Supl. vit	0,300 ¹	0,300 ¹	0,300 ¹	0,200 ²	0,200 ²	0,200 ²	0,150 ³	0,150 ³	0,150 ³	0,150 ⁴	0,150 ⁴	0,150 ⁴
Supl. min.	0,300 ⁵	0,300 ⁵	0,300 ⁵	0,200 ⁶	0,200 ⁶	0,200 ⁶	0,150 ⁷	0,150 ⁷	0,150 ⁷	0,150 ⁷	0,150 ⁷	0,150 ⁷
L-lisina.HCl (78,0 %)	0,214	0,210	0,210	0,184	0,179	0,179	0,313	0,279	0,279	0,260	0,274	0,274
L-treonina (98,0 %)	0,061	0,055	0,055	0,040	0,037	0,037	0,119	0,103	0,103	0,071	0,075	0,075
DL-metionina (99,0 %)	0,057	0,048	0,048	0,005	0,004	0,004	-	-	-	-	-	-
L-triptofano (98,5%)	-	-	-	0,001	-	-	0,036	0,029	0,029	0,017	0,017	0,017
Cloreto de colina (60,0%)	0,043	0,050	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Açúcar	-	0,060	0,060	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Complexo enzimático	-	-	0,075	-	-	0,05	-	-	0,05	-	-	0,05
Amoxicilina ⁸	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leucomicina ⁹	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados												
EM, kcal/kg	3.300	3.234	3.300	3.260	3.212	3.260	3.250	3.219	3.250	3.250	3.219	3.250
PB, %	19,55	18,69	18,69	16,76	16,05	16,05	13,21	13,12	13,12	13,22	12,67	12,67
Lis digestível, %	1,07	1,02	1,07	0,88	0,84	0,88	0,76	0,74	0,76	0,70	0,68	0,70
Met digestível, %	0,34	0,32	0,33	0,26	0,25	0,26	0,20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21
Met + Cys digestíveis, %	0,61	0,59	0,61	0,50	0,48	0,50	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41	0,42
Trp digestível, %	0,67	0,64	0,67	0,56	0,54	0,56	0,51	0,50	0,51	0,46	0,45	0,46
Thr digestível, %	0,20	0,19	0,20	0,16	0,15	0,16	0,14	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13
Cálcio, %	0,80	0,79	0,80	0,72	0,72	0,72	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65
P disponível, %	0,40	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35	0,32	0,318	0,32	0,30	0,298	0,30

¹ Suplemento vitamínico, conteúdo por kg de ração: Vit. A - 9000 UI, Vit. D3 - 1500 UI, Vit. E - 22,5 mg, Vit. K3 - 3,75 mg, Vit. B12 - 21 mcg, Vit. B2 - 6,9 mg, Biotina - 0,15 mg, Pantotenato de Ca - 9 mg, Niacina - 30 mg, Colina - 0,225 g, Promotor de crescimento - 0,15 g, Antioxidante - 0,075 g.

² Suplemento vitamínico, conteúdo por kg de ração: Vit. A - 6000 UI, Vit. D3 - 1000 UI, Vit. E - 15 mg, Vit. K3 - 2,5 mg, Vit. B12 - 14 mcg, Vit. B2 - 4,6 mg, Biotina - 0,1 mg, Pantotenato de Ca - 6 mg, Niacina - 20 mg, Colina - 0,15 g, Promotor de Crescimento - 0,1 g, Antioxidante - 0,05 g.

³ Suplemento vitamínico, conteúdo por kg de ração: Vit. A - 4500 UI, Vit. D3 - 750 UI, Vit. E - 11,25 mg, Vit. K3 - 1,875 mg, Vit. B12 - 10,5 mcg, Vit. B2 - 3,45 mg, Biotina - 0,075 mg, Pantotenato de cálcio - 4,5 mg, Niacina - 15 mg, Colina - 0,1125 g, Promotor de crescimento - 0,075 g, Antioxidante - 0,0375 g.

⁴ Suplemento vitamínico, conteúdo por kg de ração: Vit. A - 3750 UI, Vit. D3 - 750 UI, Vit. E - 11,25 mg, Vit. K3 - 1,5 mg, Vit. B12 - 10,5 mcg, Vit. B2 - 2,7 mg, Biotina - 0,075 mg, Pantotenato de cálcio - 4,5 mg, Niacina - 15 mg, Colina - 0,075 g, Antioxidante - 0,0375 g.

⁵ Suplemento mineral, conteúdo por kg de ração: Fe - 120 mg, Cu - 105 mg, Mn - 60 mg, Zn - 120 mg, Co - 1,08 mg, I - 2,52 mg, Se - 0,36 mg.

⁶ Suplemento mineral, conteúdo por kg de ração: Fe - 80 mg, Cu - 70 mg, Mn - 40 mg, Zn - 80 mg, Co - 0,72 mg, I - 1,68 mg, Se - 0,24 mg.

⁷ Suplemento mineral, conteúdo por kg de ração: Fe - 60 mg, Cu - 52,5 mg, Mn - 30 mg, Zn - 60 mg, Co - 0,54 mg, I - 1,26 mg, Se - 0,18 mg.

⁸ Biomox - 50g de amoxicilina por 100 g do produto.

⁹ Leucomax - 30 g de leucomicina por 100g do produto.

fezes que tivessem sido contaminadas com urina ou restos de ração das fezes intactas, de forma que seu peso foi considerado, mas seu conteúdo não foi incorporado à amostra a ser congelada, para não alterar os teores de macro e microminerais.

Ao final de cada fase, as amostras armazenadas foram descongeladas, misturadas e homogêneas. Do homogêneo foi retirada uma porção para pré-secagem, em estufa com circulação forçada a 55°C durante 72 horas, e posteriores moagens, primeiramente em moinho de facas com peneira de 1 mm e, em seguida, em moinho do tipo bola. As amostras foram então submetidas às análises de MS, MM, PB, P, Ca, Mg, Na, K, Zn, Cu, Fe e Mn, de acordo com

técnicas descritas em Silva & Queiroz (2002). Para a análise de macro e microminerais, as amostras de fezes e rações sofreram digestão nitro-perclórica. Com exceção da pré-secagem, nas amostras de rações foram efetuadas as mesmas análises, no Laboratório de Biodigestão Anaeróbica do Departamento de Engenharia Rural da FCAV - Unesp, Campus de Jaboticabal.

A partir dos dados gerados pela coleta de fezes e de suas análises, foram calculadas a produção média de fezes, as excreções médias nas fezes de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), MM, N, macro e microminerais por tratamento em cada período. Por fim, foram calculados os coeficientes de resíduos (CR) para ST, SV, MM, N, macro

e microminerais nas fezes, por tratamento, em todos os períodos, de acordo com a fórmula:

Coeficiente de resíduos = Quantidade do resíduo eliminado nas fezes/Quantidade total de peso vivo produzido

em que: resíduo = ST ou SV ou MM ou N ou macrominerais (Ca, P, Mg, Na, K) ou microminerais (Zn, Cu, Mn, Fe).

O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi o de blocos casualizados. No experimento de desempenho, produção e composição das fezes, os blocos foram formados em função do peso vivo inicial dos animais, com três tratamentos, 11 repetições e um animal por unidade experimental. Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 1998). A comparação de médias, quando necessária, foi feita pelo teste Student-Newman-Keuls (5%). A normalidade dos erros foi testada pelo método de Cramer-von Misses.

Resultados e Discussão

Nas condições avaliadas neste experimento, não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) nas digestibilidades dos nutrientes entre os tratamentos (Tabela 3), ponto fundamental para que fossem observados melhor ou igual desempenho e menor excreção de poluentes nas fezes dos animais do tratamento CNE em relação aos dos tratamentos CN e CP, respectivamente.

Foi assumido que enzimas exógenas teriam capacidade de melhorar a digestibilidade das rações para suínos, pela degradação de compostos presentes em ingredientes de origem vegetal que interferem negativamente na digestão dos alimentos. Como consequência, os ingredientes considerados teriam valores nutricionais melhorados quando enzimas fossem adicionadas às rações. Assim, este incremento nutricional poderia ser considerado na formulação das rações, ou seja, na matriz nutricional da ração existiria um valor adicional de energia, proteína ou de qualquer outro nutriente, correspondendo à diferença entre a digestibilidade do nutriente na dieta suplementada com enzimas em relação àquela não-suplementada.

Em termos práticos, a suplementação enzimática faria com que suínos alimentados com uma ração com níveis nutricionais reduzidos e suplementada com enzimas exógenas, considerando o incremento nutricional por elas proporcionado, tivessem os mesmos ganho de peso e conversão alimentar e menor excreção de poluentes nas fezes que animais alimentados com rações contendo

maiores níveis nutricionais. O animal teria a possibilidade de obter mais nutrientes de ingredientes vegetais e haveria menor quantidade de material não-digerido para ser excretado.

Esperavam-se diferenças pequenas nos parâmetros avaliados em função da suplementação enzimática, mas, caso estatisticamente significativas, seriam de grande importância, visto que nas fases de produção analisadas ocorre de 62 a 68% do consumo total de ração de um suíno de abate (Liu & Baidoo, 1997).

A ausência de respostas positivas na melhoria da digestibilidade das rações pela suplementação enzimática, observada neste experimento, pode ter sido relacionada ao método empregado neste trabalho, ao desenvolvimento do sistema digestório dos animais e a variações nos teores de OL nos ingredientes utilizados. Por outro lado, os teores de OL presentes normalmente no farelo de soja podem não ser suficientes para causar efeitos negativos no aproveitamento dos nutrientes dietéticos em suínos na fase de crescimento.

A determinação da digestibilidade total, ou digestibilidade fecal aparente, de dietas suplementadas com enzimas exógenas nem sempre demonstra incrementos no aproveitamento de nutrientes pelos animais. No intestino grosso de suínos em crescimento e terminação, existe considerável atividade microbiana, ocorrendo inúmeros processos catabólicos e anabólicos. Conseqüentemente, os nutrientes excretados nas fezes não correspondem exatamente a materiais não-digeridos no intestino delgado, podendo haver também produtos de origem microbiana. Em trabalhos determinando as digestibilidades ileal e fecal de nutrientes

Tabela 3 - Valores médios e coeficientes de digestibilidade (CD) dos nutrientes, coeficiente de metabolizabilidade (CM) da EB; MS digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), EM, FDN digestível (FDNd) e FDA digestível (FDA)

Item	C ¹	E ²
CDMS (%)	85,01 ± 3,25	84,85 ± 2,94
MSD (%)	74,65 ± 3,14	74,55 ± 2,79
CDPB (%)	84,34 ± 2,65	83,39 ± 3,80
PD (%)	14,73 ± 0,39	14,84 ± 0,59
CDEB (%)	84,87 ± 3,04	84,65 ± 3,05
ED (kcal/kg)	3.239,35 ± 132,70	3.235,88 ± 124,29
CMEB (%)	82,72 ± 3,06	82,44 ± 2,87
EM (kcal/kg)	3.157,26 ± 132,76	3.151,73 ± 117,22
CDFDN (%)	38,74 ± 11,66	41,44 ± 9,56
FDNd (%)	2,87 ± 0,73	3,11 ± 0,66
CDFDA (%)	43,37 ± 13,20	43,26 ± 10,14
FDAd (%)	1,52 ± 0,40	1,58 ± 0,34

¹ Tratamento controle.

² Tratamento com adição do complexo enzimático.

dietéticos, ocasionalmente foram observados aumentos na digestibilidade ileal pelo uso de enzimas, porém o mesmo não ocorreu na digestibilidade fecal, ou aconteceu em menor magnitude.

Em trabalho realizado por Yin et al. (2000), a suplementação de xilanase em dietas contendo trigo e/ou seus subprodutos, com níveis crescentes de PNA, para suínos em crescimento, proporcionou melhorias de aproximadamente 2% nas digestibilidades ileais e de 1% nas digestibilidades totais da MS, proteína e energia. Da mesma forma, Diebold et al. (2004) forneceram dietas com trigo suplementadas ou não com xilanase, fosfolipase ou ambas para leitões e, de maneira geral, as enzimas promoveram melhorias na digestibilidade ileal de nutrientes de aproximadamente 2%. Porém, não foram observadas influências das enzimas na digestibilidade total dos nutrientes.

A comparação de resultados sobre suplementação enzimática de dietas para suínos é bastante complexa. Na literatura foi relatada utilização de grande variedade de enzimas, de forma isolada ou em complexos, com diferentes atividades enzimáticas, adicionadas a dietas contendo ingredientes distintos e para animais de diferentes idades. Pode-se inferir que os dados científicos sobre digestibilidade de nutrientes e suplementação enzimática são mais consistentes para leitões recém-desmamados consumindo dietas com ingredientes como a cevada, o trigo e o tremoço e pelo uso de β -glucanase, xilanase e α -galactosidase (Bedford et al., 1992; Inbarr et al., 1993; Li et al., 1996; Gdala et al., 1997a,b; Jensen et al., 1998.)

Entretanto, em alguns trabalhos a suplementação enzimática a dietas contendo milho e farelo de soja para leitões apresentou bons resultados. Nery et al. (2000) verificaram que a adição de amilase, lipase e protease, separadamente, ou de um complexo enzimático contendo as mesmas enzimas, a dietas para suínos na fase de creche resultou em aumentos de 0,26 a 2,31% nos coeficientes de digestibilidade da PB, em relação à dieta controle sem enzimas. De forma semelhante, Kim et al. (2003) constataram que uma mistura de carboidrases (α -galactosidase, mananase e manosidase) promoveu melhorias na eficiência alimentar, na digestibilidade ileal aparente da energia, lisina, treonina e triptofano e maior altura de vilosidades intestinais em leitões recém-desmamados. Também foram verificadas menores concentrações de estaquiase na digesta nas porções proximal e distal e de rafinose na porção distal do intestino delgado dos animais que receberam suplementação enzimática.

A comparação dos resultados de Nery et al. (2000) e Kim et al. (2003) com os verificados neste estudo necessita de algumas considerações. Estes autores trabalharam com

leitões recém-desmamados ou ainda na fase de creche, que apresentam produção de enzimas para digestão de alimentos de origem vegetal, como amilase e tripsina, ainda em desenvolvimento (Argenzio, 1996). Desta maneira, são mais sensíveis do que aqueles em crescimento e terminação a distúrbios digestivos provocados por PNA e OL. Conseqüentemente, a suplementação enzimática tende a apresentar melhores resultados em dietas para animais mais jovens.

A capacidade para síntese de ácido clorídrico e pepsinogênio no estômago de suínos aumenta em função da idade (Argenzio, 1996), sendo também um fator que pode colaborar para o entendimento das diferentes respostas à suplementação enzimática, obtidas nos trabalhos mencionados e nesta pesquisa. Suínos nas fases de crescimento e terminação, possivelmente, apresentam pH estomacal menor que leitões, assim como maior produção de pepsina. Desse modo, a acidez no estômago dos animais pode ter prejudicado a atividade do complexo enzimático utilizado, pela desnaturação parcial destas enzimas, impedindo ou diminuindo a ação das mesmas no intestino.

Em testes *in vivo*, foi verificado que as estabilidades de pentosanases e de β -glucanases foram alteradas após a passagem pelo estômago de suínos, apresentando 84 e 26% da atividade inicial, respectivamente, no início do intestino delgado (Baas & Thacker, 1996; Thacker & Baas, 1996). Em avaliação *in vitro*, Dias et al. (2002) observaram que a protease do mesmo complexo utilizado neste trabalho apresentou 64,73% da atividade original quando exposta a pH 2,3 (em meio contendo ácido clorídrico).

Resultados positivos no aproveitamento dos nutrientes dietéticos por animais em crescimento, recebendo rações suplementadas com enzimas, foram demonstrados em alguns trabalhos, fatos que não foram verificados nesta pesquisa. Pluske et al. (1998), trabalhando com suínos em crescimento, constataram que a adição de um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e α -galactosidase, em dietas com cevada e farelo de soja, proporcionou aumentos de 8,01 e 7,06% nas digestibilidades totais da EB e MO, respectivamente. Em dietas contendo cevada e canola, estas digestibilidades melhoraram em 8,27 e 12,86% pela utilização das enzimas.

Da mesma forma, a suplementação de α -galactosidase em dietas contendo milho, cevada, farelo de soja e ervilha, para suínos em terminação, proporcionou resultados positivos. Foram constatados incrementos de 2,91 e 12,50% nas digestibilidades da MS e PB, respectivamente (Baucells et al., 2000).

Resultados positivos também foram encontrados por Moeser & van Kempen, (2002), que adicionaram xilanase à dieta contendo milho, farelo de soja e casca de soja (22,2%

de FDN) para suínos em crescimento e observaram aumentos de 2,3 e 2,6% nas digestibilidades da MS e energia, respectivamente, em comparação ao verificado em animais consumindo ração com o mesmo teor de FDN e sem enzimas. Similarmente, Barrera et al. (2004) constataram que a inclusão de 0,02% de xilanase em dieta composta por 97% de farelo de trigo, para suínos em crescimento, acarretou melhorias no aproveitamento de alguns nutrientes. Foram observadas melhorias de 7,13%, 6,53 a 17,05% e 3,42 a 17,63% nos coeficientes de digestibilidade da proteína, aminoácidos essenciais e não-essenciais, respectivamente, em relação às dietas sem inclusão de enzimas.

Os efeitos positivos da suplementação enzimática nestes trabalhos não foram observados neste estudo, pois foram utilizados ingredientes ricos em PNA, como a cevada e a casca de soja (Pluske et al., 1998; Moeser & van Kempen, 2002), ou pela elevada inclusão de trigo (Barrera et al., 2004) ou de ervilha (Baucells et al., 2000) nas rações. Considerando o nível de inclusão dos ingredientes nas dietas e seus respectivos teores médios em arabinosilanos e OL relatados na literatura (Englyst, 1989; Theander et al., 1997; Dierick & Decuypere, 1994; Bach Knudsen, 1997; Partridge, 2001; Grieshop et al., 2003; Karr-Lilienthal et al., 2004, 2005b), pode-se inferir que as rações utilizadas neste estudo, possivelmente, apresentaram teores de arabinosilanos 38 a 46% e 47% inferiores aos obtidos por Pluske et al. (1998) e Barrera et al. (2004), respectivamente. O teor estimado de OL na ração do experimento de digestibilidade desta pesquisa foi 10 a 40% inferior aos estimados nas rações do trabalho de Baucells et al. (2000). Também nas rações do experimento de digestibilidade nesta pesquisa, o teor de FDN determinado foi de 7,5%, bastante inferior ao teor de 22,2% analisado nas rações do trabalho de Moeser & van Kempen (2002). Desse modo, possivelmente existiram elevadas concentrações de PNA e OL nas dietas utilizadas nos trabalhos em questão, que podem ter prejudicado a digestibilidade de nutrientes das rações, tendo fornecido substrato para ação enzimática. O mesmo pode não ter ocorrido nesta pesquisa.

Para suínos em crescimento e terminação, o nível de OL na ração que pode trazer problemas digestivos ainda não é muito claro. Smiricky et al. (2002) verificaram que a digestibilidade de MS de uma dieta contendo 35% de farelo de soja e 2,42% de OL totais foi 4,51% menor que a da dieta com 1,03% de OL. No entanto, na mesma pesquisa, as digestibilidades ileais, aparente e verdadeira, de aminoácidos

não foram afetadas por estes níveis de OL ou mesmo quando foram elevados para 3,74%. Smiricky-Tjardes et al. (2003) determinaram que 3,57% de OL na dieta, oriundos de um subproduto da soja, fornecidas a suínos em crescimento, reduziram as digestibilidades ileal aparente de MS e MO em 4,60 e 6,40%, respectivamente. As digestibilidades, ileal e total, do N também foram reduzidas em 4,02 e 4,28%, respectivamente.

Em dietas constituídas principalmente por milho e farelo de soja, como as utilizadas nesta pesquisa, é possível que os teores de OL não atinjam níveis capazes de provocar problemas digestivos em suínos em crescimento e terminação. O milho apresenta concentração de OL bastante baixa, em torno de 3 g/kg de MS (Bach Knudsen, 1997), ao passo que o farelo de soja apresenta teores mais elevados, porém variáveis em função de características genéticas, cultivo e processamento da soja. Na literatura foram encontrados teores de OL em amostras de farelo de soja de diferentes unidades processadoras variando entre 55 e 73 mg/g da MS (Grieshop et al., 2003; Karr-Lilienthal et al., 2005b). Considerando o teor mais baixo de OL no farelo de soja, ou mesmo o valor médio entre os extremos, é possível que uma ração com, por exemplo, 30% deste ingrediente e 67% de milho apresente concentração de OL baixa, sendo inferior às reportadas por Smiricky et al. (2002) ou Smiricky-Tjardes et al. (2003). Assim, a ausência de diferenças na digestibilidade dos nutrientes das rações, verificadas neste experimento, poderia estar relacionada à utilização de farelo de soja com baixo teor de OL.

Os resultados obtidos no experimento de desempenho (Tabela 4) foram coerentes com os verificados no experimento digestibilidade. Como visto anteriormente, o complexo enzimático não foi capaz de melhorar a digestibilidade dos nutrientes. No experimento de desempenho, a redução dos nutrientes das rações CN e CNE, embora pequena, fez com os animais consumissem mais ração ($P > 0,05$), o que não acarretou maiores ganhos de peso, porém piores ($P < 0,05$) conversões alimentares.

Estes resultados diferiram dos observados por Lindemann et al. (1997), em que a adição de um complexo enzimático contendo protease, celulase, pentosanase, α -galactosidase e amilase, em dietas com milho e farelo de soja para suínos em crescimento e terminação, proporcionou melhorias no ganho diário de peso. Contudo, a inclusão deste complexo na ração foi de 0,1%, superior à utilizada nesta pesquisa (0,075% na fase 1 e 0,05% nas fases 2, 3, e 4).

Tabela 4 - Valores médios e desvios-padrão do ganho diário de peso (GPD), consumo diário de ração (CDR-kg) e conversão alimentar (CA) nos períodos 1, 1-2, 1-3 e 1-4 e análises estatísticas

Item	Período	CP1	CN1	CNE1
GPD, kg	1	0,84 ± 0,06	0,83 ± 0,06	0,81 ± 0,08
	1-2	0,91 ± 0,06	0,93 ± 0,08	0,88 ± 0,08
	1-3	0,92 ± 0,06	0,94 ± 0,09	0,89 ± 0,06
	1-4	0,93 ± 0,06	0,94 ± 0,07	0,89 ± 0,06
CDR, kg	1	1,52 ± 0,18	1,62 ± 0,10	1,61 ± 0,18
	1-2	1,95 ± 0,19	2,10 ± 0,17	2,03 ± 0,22
	1-3	2,29 ± 0,23	2,46 ± 0,20	2,36 ± 0,21
	1-4	2,50 ± 0,24	2,64 ± 0,21	2,54 ± 0,23
CA	1	1,82 ± 0,12a*	1,96 ± 0,16b	1,99 ± 0,14b
	1-2	2,13 ± 0,12a	2,26 ± 0,13b	2,31 ± 0,10b
	1-3	2,48 ± 0,16a	2,62 ± 0,13b	2,65 ± 0,13b
	1-4	2,68 ± 0,15a	2,81 ± 0,14ab	2,85 ± 0,15b

¹ CP - controle positivo, CN - controle negativo, CNE - controle negativo+enzimas.

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem (P>0,05) entre si pelo teste Student-Newman-Keuls.

Dessa maneira, os resultados encontrados neste trabalho poderiam estar relacionados, também, ao nível de inclusão do complexo enzimático nas rações, que pode não ter sido suficiente para promover melhor aproveitamento dos nutrientes das rações e, conseqüentemente, melhor desempenho.

Em outras pesquisas, testando a suplementação enzimática para suínos em crescimento ou em terminação, não foram observados resultados positivos no desempenho dos animais. Nestes trabalhos, foram avaliadas pentosanases, β -glucanases ou misturas de carboidrases com proteases em dietas contendo cevada ou trigo, como fontes energéticas e farelo de soja ou canola como fontes protéicas (Pluske et al., 1998; Mavromichalis et al., 2001; Yin et al., 2001; Barrera et al., 2004; O'Connell et al., 2005), sendo que o ganho de peso e a conversão alimentar não foram melhorados em decorrência de pequenos incrementos na digestibilidade de nutrientes proporcionados pelas enzimas ou pela aplicação dos aditivos enzimáticos em dietas com ótimos níveis nutricionais.

Os coeficientes de resíduos - CR (Tabela 5), de maneira geral, não foram afetados (P>0,05) para alguns parâmetros, como K, Na e Cu. Porém, para os demais, como P, Ca, Mg, ST, SV, MM e N, não foram diferentes (P>0,05) apenas para os animais que receberam CN e CNE, sendo estes superiores (P<0,05) àqueles que ingeriram a ração CP. Como não houve diferença (P>0,05) no consumo de ração, talvez o comportamento observado para os CR do P (fases 3 e 4), Ca, Mg, Fe e Mn (fases 2, 3 e 4), que foram compatíveis com os resultados observados para os coeficientes de resíduos dos ST, SV, MM e N, demonstre que os animais utilizaram mais eficientemente os nutrientes da ração CP.

Estes resultados foram diferentes dos obtidos por Grandhi (2000), que não verificou alteração nas excreções de MS e N nas fezes e urina de suínos em terminação, quando receberam rações contendo cevada e farelo de soja suplementadas com carboidrases. Da mesma forma, O'Connell et al. (2005) não observaram influência da adição de xilanase e β -glucanase a dietas contendo trigo e cevada e diferentes níveis de proteína bruta sobre as excreções de nitrogênio através das fezes e urina de suínos em terminação.

De modo contrário, Moeser & van Kempen (2002) verificaram que a suplementação de xilanase à dieta com 22,2% de FDN, contendo milho, farelo de soja e casca de soja, para suínos em crescimento, proporcionou redução de 10,3% na excreção de fezes, em relação à ração com mesmo teor de fibra e sem enzimas. Na literatura foram encontrados poucos trabalhos em que se estudaram a inclusão de enzimas e o impacto ambiental.

Em suma, a ausência de resultados positivos pela suplementação enzimática de dietas com milho e farelo de soja para suínos dos 50 aos 150 dias de idade, obtidos nesta pesquisa, poderiam estar relacionados ao método empregado, que pode não ter sido capaz de detectar pequenas diferenças no aproveitamento dos nutrientes pelos animais; aos níveis de PNA e OL dietéticos insuficientes para causarem efeitos negativos ao aproveitamento dos nutrientes das rações; e à atividade enzimática, que pode ter sido prejudicada pelo baixo pH estomacal e baixo nível de inclusão das enzimas às dietas.

Tabela 5 - Valores médios e desvios-padrão dos coeficientes de resíduos (CR) dos sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), matéria mineral (MM), N, P, Ca, Mg, K, Na, Cu, Zn, Fe e Mn nos períodos 1, 1-2, 1-3 e 1-4

Item	Período	CP ¹	CN ¹	CNE
CR-ST, g/kg	1	163,25 ± 39,82a*	216,15 ± 42,38b	202,79 ± 27,61b
	1-2	185,00 ± 40,80a	241,66 ± 52,19b	238,35 ± 32,31b
	1-3	211,85 ± 34,82a	266,95 ± 49,26b	263,15 ± 35,77b
	1-4	246,64 ± 31,47a	303,05 ± 51,03b	301,95 ± 39,88b
CR-SV, g/kg	1	134,47 ± 32,98a	179,66 ± 36,25b	168,16 ± 24,67b
	1-2	154,65 ± 34,23a	197,25 ± 44,40b	193,38 ± 26,42b
	1-3	172,35 ± 28,42a	212,01 ± 41,41b	208,16 ± 27,27b
	1-4	202,02 ± 25,85a	242,61 ± 42,62b	241,24 ± 31,07b
CR-MM, g/kg	1	28,80 ± 7,19a	36,47 ± 6,34b	34,64 ± 4,58b
	1-2	30,34 ± 6,81a	44,45 ± 8,08b	44,95 ± 6,55b
	1-3	39,45 ± 6,70a	54,94 ± 8,35b	54,99 ± 9,07b
	1-4	44,61 ± 5,89a	60,45 ± 8,80b	60,72 ± 9,36b
CR-N, g/kg	1	7,05 ± 1,66a	9,26 ± 2,25b	8,76 ± 1,50b
	1-2	7,32 ± 1,44a	9,77 ± 2,50b	9,43 ± 1,49b
	1-3	7,75 ± 1,27a	9,97 ± 2,36b	9,52 ± 1,46b
	1-4	8,58 ± 1,15a	10,53 ± 2,37b	10,33 ± 1,64b
CR-P, g/kg	1	3,939 ± 0,96a	4,849 ± 0,85a	4,704 ± 0,73a
	1-2	4,467 ± 0,98a	5,232 ± 0,83ab	5,507 ± 0,81b
	1-3	5,163 ± 0,89a	5,945 ± 0,79b	6,165 ± 0,93b
	1-4	6,131 ± 0,85a	6,973 ± 0,89b	7,227 ± 0,97b
CR-Ca, g/kg	1	3,553 ± 1,27a	4,728 ± 1,20a	4,540 ± 0,83a
	1-2	4,091 ± 1,34a	6,493 ± 1,40b	6,857 ± 1,50b
	1-3	6,507 ± 1,46a	9,323 ± 1,62b	9,853 ± 1,86b
	1-4	7,659 ± 1,37a	10,539 ± 1,70b	10,886 ± 1,83b
CR-Mg, g/kg	1	1,997 ± 0,66a	2,587 ± 0,65a	2,476 ± 0,69a
	1-2	2,135 ± 0,48a	3,856 ± 0,52b	4,057 ± 0,60b
	1-3	3,260 ± 0,53a	5,351 ± 0,59b	5,574 ± 0,77b
	1-4	3,554 ± 0,48a	5,645 ± 0,61b	5,884 ± 0,76b
CR-K, g/kg	1	0,051 ± 0,01	0,064 ± 0,02	0,056 ± 0,01
	1-2	0,050 ± 0,01	0,059 ± 0,02	0,053 ± 0,01
	1-3	0,048 ± 0,01	0,058 ± 0,02	0,048 ± 0,01
	1-4	0,057 ± 0,01	0,066 ± 0,02	0,056 ± 0,01
CR-Na, g/kg	1	0,579 ± 0,16	0,586 ± 0,19	0,596 ± 0,12
	1-2	0,564 ± 0,13	0,593 ± 0,26	0,514 ± 0,11
	1-3	0,513 ± 0,12	0,560 ± 0,25	0,449 ± 0,13
	1-4	0,690 ± 0,14	0,655 ± 0,28	0,575 ± 0,14
CR-Cu, mg/kg	1	187,17 ± 41,02	213,35 ± 32,04	203,96 ± 19,79
	1-2	142,54 ± 29,71	155,81 ± 16,78	159,57 ± 20,10
	1-3	131,54 ± 21,99	142,34 ± 13,36	145,64 ± 18,48
	1-4	128,96 ± 18,19	139,41 ± 14,09	143,34 ± 14,47
CR-Zn, mg/kg	1	144,11 ± 37,14a	163,85 ± 29,98a	162,90 ± 31,00a
	1-2	123,84 ± 27,16a	139,93 ± 18,10ab	146,78 ± 18,76b
	1-3	127,96 ± 23,25a	141,00 ± 13,98a	146,25 ± 19,78a
	1-4	138,84 ± 19,23a	151,53 ± 15,60ab	152,32 ± 17,24b
CR-Fe, mg/kg	1	364,85 ± 108,01a	548,49 ± 128,46b	466,82 ± 132,38ab
	1-2	355,34 ± 89,57a	539,73 ± 117,48b	500,85 ± 82,49b
	1-3	433,27 ± 80,26a	560,06 ± 83,44b	590,44 ± 90,45b
	1-4	441,54 ± 60,74a	588,11 ± 90,93b	553,52 ± 79,43b
CR-Mn, mg/kg	1	74,30 ± 17,95a	90,26 ± 16,23a	85,52 ± 12,86a
	1-2	70,22 ± 14,82a	88,28 ± 12,10b	91,03 ± 11,87b
	1-3	75,48 ± 12,36a	91,75 ± 10,34b	94,12 ± 12,49b
	1-4	82,98 ± 10,32a	101,18 ± 11,39b	104,46 ± 11,15b

¹ CP - controle positivo, CN - controle negativo, CNE - controle negativo+enzimas.

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem (P>0,05) entre si pelo teste Student-Newman-Keuls.

Conclusões

A inclusão do complexo enzimático, contendo amilase, celulase, pentosanase, α -galactosidase e protease às rações de suínos, compostas principalmente por milho e farelo de soja, não promoveu incrementos na digestibilidade dos nutrientes das rações, não foi efetiva em proporcionar melhorias no desempenho dos animais e não influenciou de maneira positiva o impacto ambiental das fezes.

Agradecimento

Aos amigos Rizal Alcides Robles Huaynate, José Cristani, Vivian Maia dos Santos e Henrique Gonzáles de Faria, pelo auxílio na condução deste trabalho a campo.

Literatura Citada

- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Eds.) **Swine nutrition**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p.903-916.
- ARGENZIO, R.A. Digestão e absorção dos carboidratos, gorduras e proteínas. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds.) **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.330-342.
- BAAS, T.C.; THACKER, P.A. Impact of gastric pH on enzyme activity and survivability in swine fed enzyme supplemented diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, p.245-252, 1996.
- BACHKNUDSEN, K.E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, v.67, p.319 - 338, 1997.
- BARRERA, M.; CERVANTES, M.; SAUER, W.C. et al. Ileal amino acid digestibility and performance of growing pigs fed wheat-based diets supplemented with xylanase. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1997-2003, 2003.
- BAUCELLS, F.; PÉREZ, J.F.; MORALES, J. et al. Effect of α -galactosidase supplementation of cereal-soya-bean-pea diets on the productive performances, digestibility and lower gut fermentation in growing and finishing pigs. **Animal Science**, v.71, p.157-164, 2000.
- BEDFORD, M.R.; PATIENCE, J.F.; CLASSEN, H.L. et al. The effect of dietary enzyme supplementation of rye and barley based diets on digestion and subsequent performance in weanling pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.97-105, 1992.
- BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p.1-13, 2000.
- CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.449-466, 1992.
- DIAS, J.C.C.A.; SANTIAGO, G.S.; FERREIRA, W.M. et al. *In vitro* assessment of enzyme stability in a commercial protease. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.6, p.618-622, 2002.
- DIEBOLD, G.; MOSENTHIN, R.; PIEPHO, H.P. et al. Effect of supplementation of xylanase and phospholipase to a wheat-based diet for weanling pigs on nutrient digestibility and concentrations of microbial metabolites in ileal digesta and feces. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2647-2656, 2004.
- DIERICK, N.A.; DECUYPERE, J.A. Enzymes and growth in pigs. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (Eds.) **Principles of pig science**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.169-195.
- ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.27-42, 1989.
- GDALA, J.; JOHANSEN, H.N.; BACH KNUDSEN, K.E. et al. The digestibility of carbohydrates, protein and fat in the small and large intestine of piglets fed non-supplemented and enzyme supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.65, p.15-33, 1997a.
- GDALA, J.; JANSMAN, A.J.M.; BURACZEWSKA, L. et al. The influence of α -galactosidase supplementation on the ileal digestibility of lupin seed carbohydrates and dietary protein in young pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.67, p.115-125, 1997b.
- GRANDHI, R.R. Effect of dietary ideal amino acid ratios, and supplemental carbohydrase in hullless-barley-based diets on pig performance and nitrogen excretion in manure. **Canadian Journal of Animal Science**, v.81, p.125-132, 2000.
- GRIESHOP, C.M.; KADZERE, C.T.; CLAPPER, G.M. et al. Chemical and nutritional characteristics of United States soybeans and soybean meals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.26, p.7684-7691, 2003.
- INBORR, J.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F. Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.44, p.113-127, 1993.
- JENSEN, M.S.; BACH KNUDSEN, K.E.; INBORR, J. et al. Effect of β -glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hullless barley varieties. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.329-345, 1998.
- KARR-LILIENTHAL, L.K.; GRIESHOP, C.M.; MERCHEN, N.R. et al. Chemical composition and protein quality comparisons of soybeans and soybean meals from five leading soybean-producing countries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.20, p.6193-6199, 2004.
- KARR-LILIENTHAL, L.K.; KADZERE, C.T.; GRIESHOP, C.M. et al. Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: a review. **Livestock Production Science**, v.97, p.1-12, 2005a.
- KARR-LILIENTHAL, L.K.; GRIESHOP, C.M.; SPEARS, J.K. et al. Amino acid, carbohydrate, and fat composition of soybean meals prepared at 55 commercial U.S. soybean processing plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.6, p.2146-2150, 2005b.
- KIM, S.W.; KNABE, D.A.; HONG, K.J. et al. Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2496-2504, 2003.
- LI, S.; SAUER, W.C.; HUANG, S.X. et al. Effect of β -glucanase supplementation to hullless barley or wheat - soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein, β -glucans and amino acids in young pigs. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1649-1656, 1996.
- LINDEMANN, M.D.; GENTRY, J.L.; MONEGUE, H.J. et al. Determination of the contribution of an enzyme combination to the growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, v.75 (suppl. 1), p.184, 1997.
- LIU, Y.; BAIDOO, S.K. [1997]. **Exogenous enzymes for pig diets: an overview**. Disponível em: <http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1-DO_TOPIC.html> Acesso em: 24/6/2004.
- MAVROMICHALIS, I.; HANCOCK, J.D.; SENNE, B.W. et al. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.78, p.3086-3095, 2000.
- MOESER, A.J.; van KEMPEN, T.A.T.G. Dietary fibre level and enzyme inclusion affect nutrient digestibility and excreta characteristics in grower pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, p.1606-1613, 2002.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- NERY, V.L.U.; LIMA, J.A.F.; MELO, R.C.A. et al. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.794-802, 2000.
- O'CONNELL, J.M.; CALLAN, J.J.; O'DOHERTY, J.V. [2005]. The effect of dietary crude protein level and exogenous enzyme supplementation on nutrient digestibility, nitrogen excretion, faecal volatile fatty acid concentration and ammonia emissions from pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 30/11/2005.
- PARTRIDGE, G.G. Enzymes and biotechnology for the future. In: VARLEY, M.A.; WISEMAN, J. (Eds.). **The weaner pig: nutrition and management**. Walingford: CABI Publishing, 2001b. p.124-151.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v.27, n.5, p.1303-1309, 1968.
- PLUSKE, J.R.; MOREL, P.C.H.; JAMES, E.A.C. et al. Vegpro increases fecal digestibility coefficients in pigs fed soybean meal and canola meal. In: ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Lexington. **Proceedings...** Lexington: 1998, (CD-ROM).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SMIRICKY, M.R.; GRIESHOP, C.M.; ALBIN, D.M. et al. The influence of soy oligosaccharides on apparent and true ileal amino acid digestibilities and fecal consistency in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2433-2441, 2002.
- SMIRICKY-TJARDES, M.R.; GRIESHOP, C.M.; FLICKINGER, E.A. et al. Dietary galactoligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2535-2545, 2003.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Cary, 1998. (CR-ROM).
- THACKER, P.A.; BAAS, T.C. Effects of gastric pH on the activity of exogenous pentosanase and the effect of pentosanase supplementation of the diet on the performance of growing-finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.205-225, 1996.
- THEANDER, O.; WESTERLUND, E.; AMAN, P. et al. Plant cell walls and monogastric diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.67, p.319-338, 1997.
- YIN, Y.L.; McEVOY, J.D.G.; SCHULZE, H. et al. Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrients losses in growing pigs fed wheat (var, soissons) or its by-products without or with xylanase supplementation. **Livestock Production Science**, v.62, p.119-132, 2000.
- YIN, Y.L.; McEVOY, J.D.G.; SCHULZE, H. et al. Effects of xylanase and antibiotic addition on ileal and faecal apparent digestibilities of dietary nutrients and evaluating HCl-insoluble ash as a dietary marker in growing pigs. **Animal Science**, v.72, p.95-103, 2001.