

Complexo enzimático em dietas simples sobre os parâmetros séricos e a morfologia intestinal de leitões

Enzymatic complex in simple diets on the serum parameters and intestinal morphology of piglets

PASCOAL, Leonardo Augusto Fonseca ^{1*}; SILVA, Ludmila da Paz Gomes da ²; MIRANDA, Edma Carvalho de ³; MARTINS, Terezinha Domiciano Dantas ²; THOMAZ, Maria Cristina ⁴; LAMENHA, Maria Isabel Acioli ⁵; ALMEIDA, Delma Holanda de ⁶

¹- Zootecnista, Doutorando em Zootecnia, UNESP, Jaboticabal-SP, Brasil.

²- Prof. Doutora, Departamento de Zootecnia, UFPB, Areia-PB, Brasil.

³- Prof. Doutora, Departamento de Zootecnia, UFAL, Maceió-AL, Brasil.

⁴- Prof. Doutora, UNESP, Jaboticabal-SP, Brasil.

⁵- Professora, CESMAC, Maceió-AL, Brasil.

⁶- Bióloga, Maceió-AL, Brasil.

* Autor para correspondência: pascoallaf@yahoo.com.br

RESUMO

O experimento foi realizado com o objetivo de se verificar o efeito da adição em níveis do complexo enzimático, em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja, sobre os parâmetros sanguíneos e morfologia intestinal de leitões aos 49 dias pós-desmame. Utilizaram-se 40 leitões homogêneos quanto à linhagem (machos e fêmeas), distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, e dois leitões por unidade experimental, sendo um macho e uma fêmea. Os tratamentos consistiram na adição de níveis de complexo enzimático, sendo: 0, 0,02 (recomendado pelo fabricante), 0,04 e 0,06%. Os leitões foram abatidos aos 70 dias de idade. Houve redução ($P < 0,05$) nos valores de uréia e proteína total no sangue dos leitões que receberam suplementação enzimática. Os animais que consumiram as dietas com a adição de enzima apresentaram aumento linear ($P < 0,05$) na altura das vilosidades (AV) na região do duodeno, redução linear ($P < 0,05$) nas profundidades de cripta (PC) do jejuno e apresentaram melhores relações AV/PC ($P < 0,05$) no jejuno e íleo.

Palavras-chave: enzimas exógenas, fatores antinutricionais, profundidade de cripta, vilosidades

SUMMARY

The aim with this study was to verify the effect of the addition of enzymatic complex levels in corn-soybean meal diets on piglet serum parameters and intestinal morphology at 49-day post-weaning. Forty homogeneous male and female piglets, from the same lineage, were distributed in a randomized blocks design, with four treatments and five replicates. Two piglets (male and female) were considered as an experimental unit. The treatments were levels of enzymatic complex: 0, 0.02 (recommended by the manufacturer), 0.04 and 0.06%. Pigs were slaughtered at 70 days old. There was a reduction ($P < 0.05$) in urea and total protein content in blood serum of pigs receiving enzymatic supplementation. The animals that consumed diets with enzyme addition presented a linear increase ($P < 0.05$) on villus height (HV) at duodenum segment, linear reduction ($P < 0.05$) on crypt depth (CD) of jejunum and better HV/CD ratio ($P < 0.05$) in jejunum and ileum segments.

Keywords: antinutritional factors, crypt depth, exogenous enzyme, villus

INTRODUÇÃO

O desmame de leitões é um ponto crítico na produção de suínos, pois envolve os fatores que podem prejudicar o desenvolvimento dos animais. O leitão jovem tem seus sistemas imunológico e digestório, ainda em desenvolvimento, ocasionando a produção insatisfatória de enzimas específicas para digestão de ingredientes de origem vegetal e uma alta demanda de nutrientes (BERTOL, 2000).

A alteração da fonte e composição nutricional do alimento são acontecimentos que marcam o momento do desmame e, nessa fase, os leitões exigem nutrientes que protejam e restabeleçam as estruturas e o funcionamento do trato digestório, permitindo, assim, que as taxas de crescimento alcançadas durante a amamentação sejam mantidas (TRINDADE NETO et al., 1994).

Nesse contexto, a manutenção da saúde intestinal é um importante fator para minimizar ou prevenir o baixo desempenho, a morbidade e a mortalidade dos leitões. Assim, os ingredientes da dieta devem ser selecionados para criar e estabelecer o equilíbrio do trato digestório, prevenindo distúrbios na estrutura e função do mesmo (MONTAGNE et al., 2003).

O uso de dietas complexas com alta quantidade de produtos lácteos, associados a fontes proteicas de origem animal e vegetal, baseia-se na melhoria da digestibilidade e no aumento dos níveis de ingestão de ração, sem predispor o leitão a problemas digestivos (TEIXEIRA et al., 2003). Os ingredientes alimentares geralmente utilizados para favorecer o estabelecimento da saúde intestinal em leitões, como os derivados do leite e outros ingredientes de origem animal, têm custo elevado e o uso de antibióticos, como promotores de crescimento, tem sido restringido na produção animal.

Por outro lado, a utilização de dietas simples diminui os custos e facilita o manejo da alimentação. A maioria das dietas simples utilizadas na fase de creche é composta de milho e farelo de soja. O farelo de soja, devido à sua grande disponibilidade no mercado, pode ser uma opção economicamente viável para dietas na fase de creche, principalmente pelo seu excelente balanço de aminoácidos (THOMAZ, 1996).

Entretanto, uso desse ingrediente nas dietas iniciais tem sido restrito, uma vez que o farelo de soja, mesmo que processado adequadamente, possui fatores alergênicos, como as frações proteicas, glicinina e β -conglucina, que provocam reação de hipersensibilidade no leitão, comprometendo a integridade da mucosa intestinal e, conseqüentemente, o desempenho dos animais (GRANT, 1989).

Tanto o milho quanto o farelo de soja apresentam estruturas complexas como os polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos (galactosil, β -galactomanas e a-galactosídeos), que podem limitar o total aproveitamento dos nutrientes e aumentar a flatulência (HUISHMAN & TOLMAN, 1992).

No período pós-desmame são percebidas alterações na estrutura do intestino delgado dos leitões com redução na altura das vilosidades e aumento da profundidade das criptas, sendo associadas à diminuição do consumo voluntário, das capacidades de digestão e absorção dos nutrientes e a uma maior ocorrência de problemas entéricos (CERA et al., 1988), provocando redução no crescimento e prolongando o tempo para os animais atingirem o peso de abate (PARTANEN & MROZ, 1999). Segundo Dunsford et al. (1989), a intensidade das alterações morfológicas está mais associada à qualidade dos alimentos empregados na formulação das dietas do que à fase em que o animal se encontra.

Bedford (2000) relata que o uso de enzimas exógenas na alimentação de suínos objetiva o melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, assim como a redução da variação na qualidade nutricional de determinados ingredientes. O emprego das enzimas pode ser efetuado visando complementar a síntese de enzimas endógenas do animal ou fornecer tipos de enzimas não produzidas pela espécie suína para degradar compostos específicos de ingredientes de origem vegetal. O primeiro é o caso de leitões, que, por ocasião da desmama, ainda não desenvolveram sua total capacidade digestiva, tendo produção insuficiente de secreções digestivas para degradar compostos diferentes dos presentes no leite materno (LIU & BAIDOO, 1997).

Alguns trabalhos realizados com a adição de enzimas em dietas compostas, principalmente por milho e farelo de soja, têm demonstrado um aumento na capacidade de absorção de nutrientes devido ao fato de proporcionar uma melhor integridade intestinal (MORI et al. 2007; KIM et al. 2003)

O objetivo com o presente estudo foi avaliar a estrutura da mucosa intestinal e os parâmetros séricos de leitões que consumiram dieta composta principalmente por milho e farelo de soja, suplementada com diferentes níveis de complexo enzimático no período pós-desmame.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura da Granja Carnáuba, localizada na cidade de União dos Palmares no Estado de Alagoas. Foram utilizados 40 leitões (20 machos e 20 fêmeas), de mesma linhagem comercial (Penarlan), desmamados aos 21 dias de

idade, com peso médio de $6,69 \pm 0,29$ kg. Os animais foram alojados em baias de $3,30 \text{ m}^2$ (1,10 x 2,20 m), separadas por divisórias de madeira e vedadas com placas de madeirite. Os bebedouros utilizados foram do tipo chupeta e os comedouros do tipo bandeja. Todos os leitões receberam água e ração à vontade e foram submetidos às mesmas condições de manejo. Diariamente as instalações eram limpas e o desperdício e as sobras de ração quantificados. Durante o experimento, a ventilação e a temperatura foram controladas por meio do manejo das cortinas e das campânulas de aquecimento.

Durante o período experimental (49 dias), as temperaturas médias mínima e máxima foram, respectivamente, de 25,5 e 28,5 °C. Os tratamentos consistiram na adição de diferentes níveis do complexo enzimático às dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja, não contendo produto lácteo ou de origem animal. Os níveis testados foram: 0% (controle); 0,02% (recomendado pelo fabricante); 0,04 e 0,06%. O complexo enzimático era composto das seguintes enzimas: α -galactosidase, β -glucanase, galactomananase e xilanase.

As dietas experimentais foram formuladas de maneira a se apresentarem isonutritivas (Tabela 1), sendo observadas as exigências nutricionais dos animais nas fases pré-inicial (21 a 42 dias de idade) e inicial (42 a 70 dias de idade), de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000).

Ao final do período experimental, aos 70 dias de idade, os leitões foram submetidos a um jejum alimentar de 12 horas, sem restrição de água, para coleta de amostras de sangue e para o abate.

Para monitoramento dos componentes sanguíneos, foram colhidas amostras de sangue da veia cava anterior de cinco animais por tratamento, antes do abate, aos 70 dias de idade, sendo retirados 8 mL com seringa descartável de 10mL e, após a

colheita, colocados em tubos SST sem anticoagulante, sendo enviados ao Laboratório de Análises Clínicas DILAB, em Maceió - AL. Nas amostras de plasma foram determinados os seguintes

metabólitos: uréia plasmática (mg/dL), proteína total (g/dL), albumina (g/dL), globulina (g/dL) e a relação albumina e globulina (A/G).

Tabela 1. Composição percentual e características nutritivas das rações experimentais

Ingredientes ^a	Fase I (21 dias a 42 dias)				Fase II (42 dias a 70 dias)			
Complexo enzimático (%) ^b	-	0,02	0,04	0,06	-	0,02	0,04	0,06
Milho moído	55,21	55,19	54,98	54,93	63,78	63,76	63,73	63,69
Farelo de soja	34,90	34,90	35,05	35,02	29,49	29,49	29,48	29,49
Açúcar	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja	3,55	3,55	3,59	3,65	1,07	1,07	1,09	1,10
Fosfato bicálcico	2,30	2,30	2,30	2,30	1,90	1,90	1,90	1,90
Calcário calcítico	0,69	0,69	0,69	0,69	0,78	0,78	0,78	0,78
L-lisina HCl (78%)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,11	0,11	0,11	0,11
DL-Metionina (99%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,02	0,02	0,02	0,02
Sal comum	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Suplemento vitamínico e mineral ^f	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína Bruta (%)	21,04	21,04	21,05	21,03	19,00	19,00	19,00	19,00
Energia Digestível (Kcal/kg)	3500	3500	3502	3504	3400	3400	3401	3400
Lisina (%)	1,36	1,36	1,37	1,37	1,06	1,06	1,06	1,06
Metionina (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,31	0,31	0,31	0,31
Fibra Bruta (%)	3,13	3,13	3,14	3,14	2,98	2,98	2,98	2,98
Cálcio (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,83	0,83	0,83	0,83
Fósforo Disponível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,43	0,43	0,43	0,43

^aComposição dos ingredientes calculada de acordo com Rostagno et al. (2000)

^bComplexo Enzimático: alfa-galactosidade 35.000 U/g; beta-glucanase 1.100.000 U/g; galactomanase 110.000 U/g; xilanase 1.500.000 U/g

^cNíveis de garantia por kg do produto: ácido fólico 600 mg, biotina 24 mg, cloreto de colina 54 g, niacina 12000 mg, pantetonato de cálcio 6000 mg, vit.A 600000 UI, vitB₁ 2400 mg, vitB₁₂ 2400 mg, vitB₂ 2400 mg, vitB₆ 2400 mg, vitC 24 g, vitD₃ 100000 UI, vitE 6000 mg, vitK₃ 1200 mg. Co 1 mg Cu 300 mg, Fe 5000 mg, I 10 mg, Mg 2000 mg, Se 10 mg, Zn 3000 mg

Após prévia centrifugação a 1.500 rpm por cinco minutos, a uréia plasmática foi dosada pelo método da diacetilmonoxima modificado, a proteína total pelo método do biureto e a albumina pelo método do verde bromocresol, sendo essas dosagens realizadas por espectrofotometria. A concentração de globulina foi obtida subtraindo-se as proteínas totais da albumina, para, depois, ser calculada a

relação albumina e globulina (valor albumina dividido pelo valor globulina).

Após a colheita de sangue, foram abatidos cinco leitões de cada tratamento, escolhidos aleatoriamente. Imediatamente após o abate, foram coletadas amostras de 2 cm de diâmetro do intestino delgado (duodeno, porção média do jejuno e íleo), que foram lavadas com água destilada, abertas pela borda mesentérica, estendidas pela serosa e fixadas em Bouin por 24 horas. Após esse

período, foram lavadas em água corrente e álcool etílico 70% para retirada do fixador e, posteriormente desidratadas em séries crescentes de álcool etílico (70 a 100%), diafanizadas em xilol e incluídas em parafina.

A microtomia das mesmas foi realizada a uma espessura de 5µm, destacando-se que foram feitos 12 a 14 cortes semi-seriados para cada segmento por animal, sendo desprezados seis cortes intercalados entre um e o outro. Os cortes histológicos foram colocados em lâminas e corados com hematoxilina e eosina, segundo descrito por Behmer et al. (1976). Foram confeccionadas seis lâminas com três cortes para cada tratamento e segmento (duodeno, porção média do jejuno e íleo).

As análises morfológicas do epitélio intestinal foram realizadas utilizando-se um microscópio de luz com aumento de 100 vezes, acoplado a um sistema para captura de imagens. Foram selecionados e medidos, por animal, comprimentos em linha reta de acordo com a unidade adotada (µm), 30 vilosidades e 30 criptas, bem orientadas de cada região intestinal, utilizando-se o *software* Image-Pro Plus®. Com posse desses resultados, calculou-se a

relação altura de vilosidade e profundidade de cripta (AV/PC).

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, para controle das diferenças iniciais de peso, com quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento e dois animais por unidade experimental, sendo um macho e uma fêmea. Os dados de parâmetros séricos e da morfologia intestinal de cada segmento do intestino delgado foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o procedimento GLM do SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1998). A normalidade dos erros foi testada pelo teste de Cramer-von Misses a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pressuposições para a análise de variância dos valores dos parâmetros séricos e da morfologia intestinal foram atendidas, os erros, por sua vez, apresentaram distribuição normal, não sendo detectados dados discrepantes. Os resultados das análises parâmetros séricos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros séricos de leitões aos 70 dias idade recebendo diferentes níveis de complexo enzimático em dietas compostas, principalmente, por milho e farelo de soja

Variáveis	Níveis do complexo enzimático (%)				CV%
	0,00	0,02	0,04	0,06	
Uréia plasmática, mg/dL ¹	28,20	30,75	22,00	22,00	17,14
Proteína total, g/dL ²	6,64	6,25	6,44	6,70	4,20
Albumina, g/dL	4,32	4,25	4,32	4,30	3,55
Globulina, g/dL	2,32	2,00	2,12	2,40	16,58
Relação A/G*	1,90	2,15	2,10	1,93	18,53

*Relação albumina globulina

¹Efeito Linear (P<0,05)

²Efeito Quadrático (P<0,05)

Os níveis de adição do complexo enzimático influenciaram (P<0,05) os valores de uréia plasmática e proteína total, enquanto que, para as frações séricas

albumina, globulina e a relação A/G, não houve diferença (P>0,05). Os valores apresentaram-se normais quando

comparados às tabelas de referência (KANEKO, 1989; FRASER, 1991).

A uréia plasmática apresentou redução linear ($P < 0,05$), sendo observadas menores

concentrações quando os níveis do complexo enzimático foram de 0,04 e 0,06% (Figura 1).

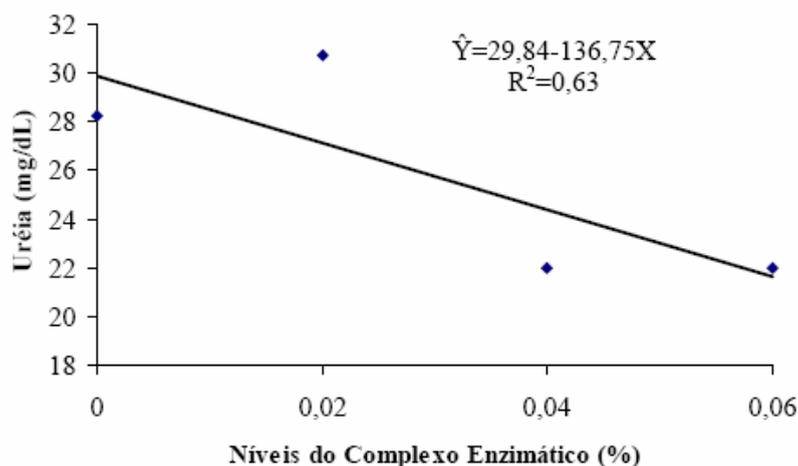


Figura 1. Efeito da adição dos níveis de complexo enzimático sobre a concentração de uréia no plasma sanguíneo de leitões

A redução da uréia pode ser benéfica, indicando que houve uma melhor utilização do N. De acordo com Nelson & Cox (2000), a uréia é o produto final do catabolismo dos aminoácidos dos mamíferos e é produzida, de maneira geral, quando a dieta é rica em proteína e os aminoácidos ingeridos excedem a necessidade corporal para síntese protéica ou durante o jejum, quando as proteínas celulares são usadas como fonte de energia para o corpo.

Há variação dos níveis de uréia plasmática, quando a dieta é inadequada, em algum aminoácido essencial, dessa maneira, a síntese de proteína não ocorre em velocidade normal (PENZ JUNIOR. & VIOLA, 1998). Sendo assim, há aumento da concentração de uréia no plasma devido ao desequilíbrio de aminoácidos ou ao consumo de uma proteína de má qualidade (BROW & CLINE, 1974; COMA et al., 1995).

Nesse contexto, a redução de uréia observada nos tratamentos com maior adição do complexo enzimático pode refletir a utilização mais eficiente do nitrogênio total e o melhor equilíbrio de aminoácidos das dietas contendo os níveis de 0,04 e 0,06%, indicando possível melhora no valor biológico da proteína da ração.

Corroborando com os resultados encontrados, Yin et al. (2001) utilizaram as enzimas (β -glucanase e xilanase) em dietas para leitões desmamados aos 21 dias e verificaram redução nos níveis de uréia plasmática a partir do décimo dia do consumo de ração suplementada. Alguns autores sugerem que a adição de enzimas pode reduzir em até 19% a concentração de nitrogênio endógeno de leitões (JENSEN et al., 1994; YIN et al., 2000).

Quanto à concentração de proteína total, observou-se que os níveis dessa variável apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$), conforme apresentado na Figura

2. Porém, os níveis de proteína sanguínea estão dentro dos valores encontrados para suínos nessa faixa de idade (KANEKO, 1989). Esse resultado pode estar relacionado a um melhor aproveitamento da proteína da dieta no nível de adição 0,06% do complexo enzimático, pois, de acordo com Pond & Yen (1984) e Fabian et al. (2004), a concentração de proteínas plasmáticas está relacionada com a

digestibilidade e absorção de aminoácidos na dieta e, além disso, qualquer fator que dificulte os processos de digestão e absorção pode resultar numa redução da concentração de proteínas plasmáticas totais.

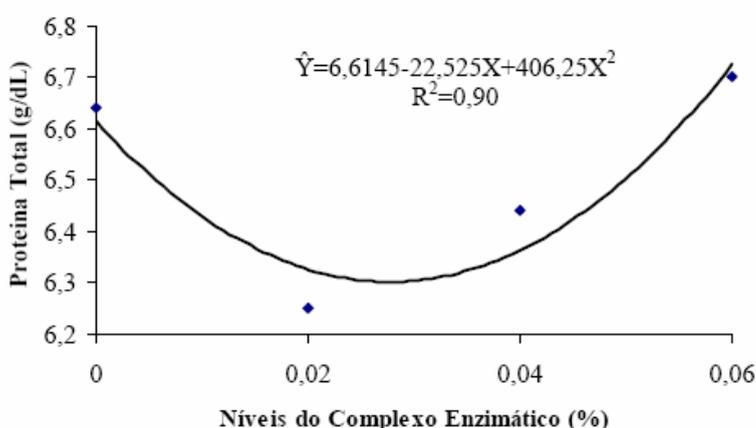


Figura 2. Efeito da adição dos níveis de complexo enzimático sobre a concentração de proteína total no plasma sanguíneo de leitões

Os valores de altura de vilosidades, profundidade das criptas e da relação AV/PC do duodeno, jejuno e íleo estão apresentados na Tabela 3. Não foram verificadas diferenças significativas ($P>0,05$) para a altura de vilosidades do jejuno e íleo, profundidade de cripta do duodeno e íleo e para a relação altura de vilosidade e profundidade de cripta do duodeno. Entretanto, para os demais segmentos, foi observada influência da adição dos diferentes níveis de complexo enzimático em dietas compostas principalmente por de milho e farelo de soja (Figuras 3,4,5 e 6). De acordo com a Figura 3, a altura das vilosidades do

duodeno apresentou aumento linear ($P<0,05$) com a adição dos diferentes níveis do complexo enzimático, verificando-se que os leitões expostos às dietas com 0,04 e 0,06% do complexo enzimático apresentaram menor perda na altura das vilosidades na região do duodeno.

Tabela 3 Morfologia intestinal de leitões aos 70 dias de idade recebendo diferentes níveis de complexo enzimático em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja

Variáveis	Níveis do complexo enzimático (%)				CV (%)
	0,00	0,02	0,04	0,06	
Altura de vilosidades (µm)					
Duodeno ¹	307,7	277,3	343,0	339,7	21,2
Jejuno	344,0	361,3	295,0	357,0	25,0
Íleo	312,3	269,3	368,3	303,0	19,5
Profundidade de cripta (µm)					
Duodeno	245,0	206,0	264,3	222,3	25,4
Jejuno ¹	287,0	290,0	222,3	254,0	27,2
Íleo	255,0	214,0	275,0	209,0	21,5
Relação AV/PC*					
Duodeno	1,31	1,42	1,31	1,40	23,9
Jejuno ²	1,23	1,26	1,34	1,44	19,9
Íleo ²	1,26	1,30	1,35	1,47	20,3

*Relação altura de vilosidade e profundidade de cripta

¹Efeito Linear (P<0,05)

²Efeito Linear (P<0,01)

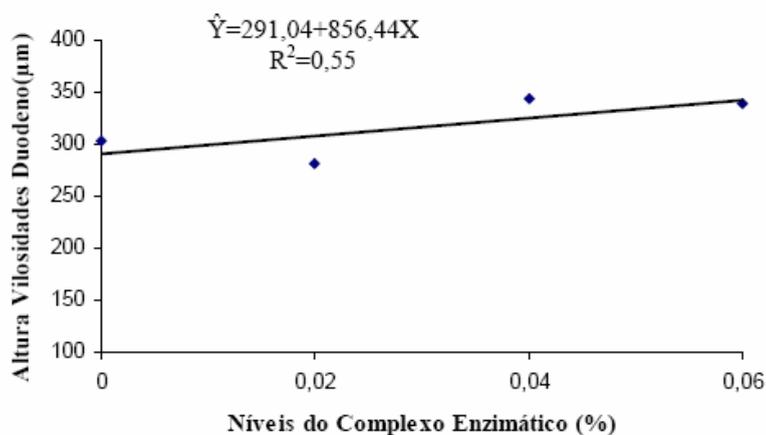


Figura 3. Efeito da adição dos níveis do complexo enzimático sobre a altura das vilosidades do duodeno dos leitões

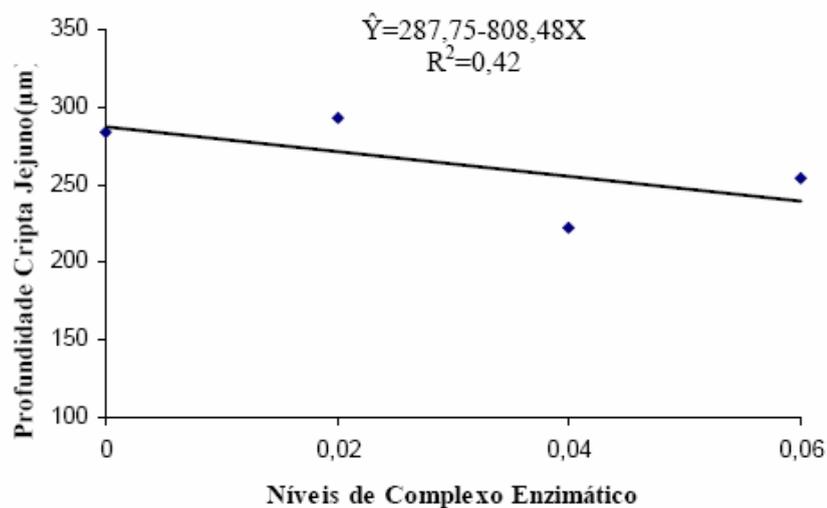


Figura 4. Efeito da adição dos níveis do complexo enzimático sobre a profundidade de cripta do jejuno dos leitões

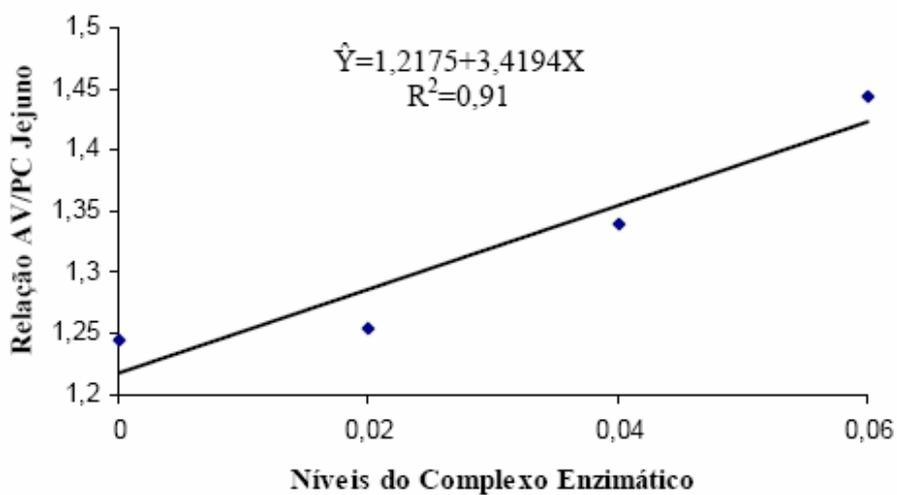


Figura 5. Efeito da adição do complexo enzimático sobre a relação altura de vilosidade e profundidade de cripta do jejuno dos leitões

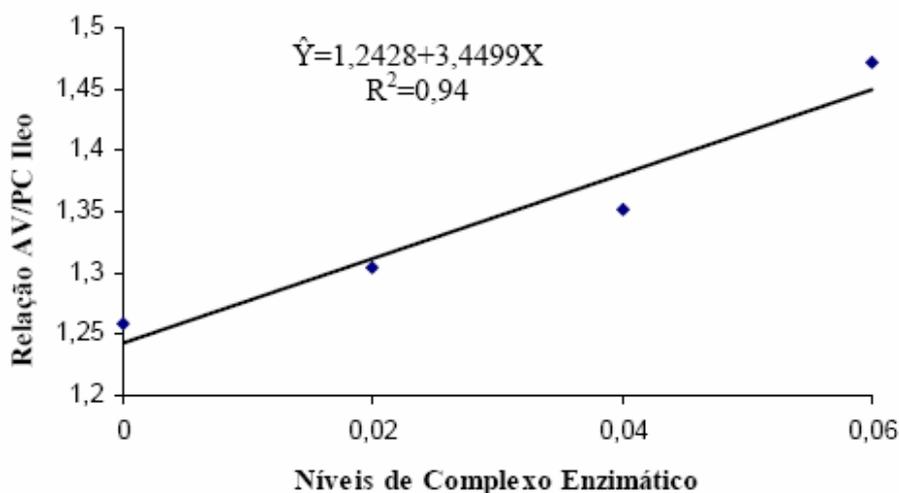


Figura 6. Efeito da adição do complexo enzimático sobre a relação altura de vilosidade e profundidade de cripta do íleo dos leitões.

Dessa forma, os animais que receberam a dieta contendo principalmente milho e farelo de soja sem adição do complexo sofreram efeito do deletério sobre a altura da vilosidade, não atingindo uma recuperação efetiva, se comparados aos animais que receberam o produto. Dunsford et al. (1989), em estudos com leitões, observaram menor altura das vilosidades dos segmentos duodeno e jejuno em leitões alimentados com dietas contendo farelo de soja como principal fonte de proteína, em comparação com aqueles que receberam dietas contendo caseína.

Isso pode implicar numa possível melhora, quanto à integridade das vilosidades do duodeno, quando as enzimas foram adicionadas em maiores níveis, podendo a maior altura das vilosidades desse segmento favorecer um aumento na área digestiva e absorptiva, no final da fase de creche.

O mesmo foi observado por Kim et al. (2003), que verificaram um aumento na altura das vilosidades do jejuno e íleo, quando carboidrases (α -galactosidase, β -mananase e β -manosidase) foram adicionadas às dietas compostas

principalmente por milho e farelo de soja para leitões. De acordo com Hancock (1990) e Li et al. (1991), existe uma relação positiva entre a altura das vilosidades no intestino delgado e a taxa de crescimento em leitões. Em relação à variável profundidade de cripta do jejuno (PCJ), foi constatada redução linear ($P < 0,05$), como se pode observar na Figura 4.

Dunsford et al. (1989), observaram a mesma redução da profundidade de cripta no duodeno e jejuno de leitões recebendo dietas em que o farelo de soja foi a principal fonte de proteína. Hancock et al. (1990) relatam que a profundidade da cripta é um indicativo de hiperplasia das células epiteliais, o que está relacionado, entre outros fatores, com o grau de antigenicidade da ração. Nesse mesmo sentido, Tucci (2003) relata que a redução na profundidade da cripta é benéfica, pois está associada à menor taxa de descamação e, ainda, ao menor encurtamento da vilosidade, podendo um menor nível de agressão à morfologia intestinal provocada pelas rações (Li et al., 1991).

Os resultados encontrados refletem uma possível redução da profundidade de cripta do jejuno nos níveis de 0,04 e 0,06% de adição do complexo enzimático, porém, é importante que se observe o R^2 muito baixo para essa variável, o que indica uma menor precisão da resposta obtida.

Para a relação AV/PC, verificou-se aumento linear ($P < 0,01$), tanto para o jejuno quanto para o íleo (Figuras 5 e 6, respectivamente). As melhores relações AV/PC foram observadas nos animais dos tratamentos que continham o complexo enzimático, sendo maior naqueles que receberam os dois níveis mais elevados do produto. Os animais do tratamento sem a adição do complexo enzimático apresentaram a menor relação AV/PC para o jejuno e o íleo. Uma boa relação entre altura de vilosidades e a profundidade de cripta é obtida quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas pouco profundas, proporcionando, conseqüentemente, melhor absorção de nutrientes (UNI et al., 1998; CERA et al., 1988).

Como observado neste estudo, a adição do complexo enzimático em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja (totalmente vegetal sem adição de produtos lácteos) favoreceu beneficentemente a morfologia intestinal dos leitões, isso pode ter ocorrido pela provável atuação do complexo enzimático sobre os fatores alergênicos do farelo de soja, o que reduz as respostas de hipersensibilidade provocada pelas proteínas glicina e β -conglucina, e pela melhoria da digestibilidade dos nutrientes das dietas devido à ruptura dos componentes fibrosos da dieta. Esses resultados corroboram com os encontrados por Mori et al. (2007), que verificaram que a adição de um complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja para leitões influencia a morfologia intestinal, podendo aumentar a capacidade de absorção dos nutrientes.

CONCLUSÕES

Os níveis (0,02; 0,04 e 0,06%), utilizados do complexo enzimático nas dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja (dietas simples), reduziram as concentrações de uréia e proteína total do sangue e promoveram melhora na integridade da mucosa intestinal, ao final da fase de creche.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas-FAPEAL, pelo apoio financeiro. À granja Carnaúba, por disponibilizar as instalações para execução do ensaio.

REFERÊNCIAS

BERTOL, T. M. **Nutrição e alimentação dos leitões em programas convencionais e no desmame precoce**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 44p.

BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.86, p.1-13, 2000.

BEHMER, O. A.; De TOLOSA, E. M. C.; NETO, A. G. F. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: EDART, 1976. .241p.

BROWN, J. A.; CLINE, T. R. Urea excretion in the pig: an indicator of protein quality and amino acid requirements. **Journal of Nutrition**, v.104, p.542-551, 1974.

CERA, K. R.; MAHAN, D. C.; CROSS, R. F. Effect of age, weaning and post weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, p.574-584, 1988.

COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D. R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.472-481, 1995.

DUNSFORD, B. R.; KNABE, D. A.; HAENSLY, W. E. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.7, p.1855-1863, 1989.

FABIAN, J; CHIBA, L. I; FROBISH, L. T; McELHENNEY, W. H; KUHLLERS, D. L; NADARAJAH, R. Compensatory growth and nitrogen balance in grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, n.9, p.2579-2587, 2004.

FRASER, C. M. **Manual merk de veterinária**. São Paulo: Roka, 1991. 1803p.

GRANT, G. Anti-nutritional effects of soybean: a review. **Progress in Food and Nutrition Science**, v.13, p.317-348, 1989.

HANCOCK, J. D.; PEO JR, E. R; LEWIS, A. J.; MOXLEY, R. A. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on function and morphology of pig intestine. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3244- 3251, 1990.

HUISMAN, J.; TOLMAN. G. H. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: GARNSWORTHY, P. C.; HARESIGN, W.; d COLE, D. J. A. **Recent advances in animal nutrition**. Oxford, U.K: Butterworth-Heinemann., 1992. p.3.

KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4 ed. California: Academic Press, 1989. p.932.

KIM, S. W.; KNABE, D. A.; HONG K. J.;EASTER, R, A. Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, v.81, n.10, p.2496-2504, 2003.

JENSEN, M. S.; JAKOBSEN, K.; THAELA, M. J.; PIERZYNOWSKI, S. G. The effect of enzyme supplementation of barley-based pig

starter diet on the exocrine pancreatic secretion. In: SOUFFRANT, W.B.; HAGEMEISTER, H. (Eds.). In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS**. 1994. **Anais...** Germany: EAAP-Publication No. 80, 1994. p.319-321,

LI, D. F.; NELSSSEN, J. L.; REDDY, P. G.; BLECHA, F.; KLEMM, R.; GOODBAND, R. D. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.69, n.10, p.4062-4069, 1991.

LIU, Y.; BAIDOO, S. K. Exogenous enzymes for pig diets: an overview. In: **Enzymes in poultry and swine nutrition** 1997. Disponível em: <http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1-DO_TOPIC.html>. Acesso em: 24 jun. 2004.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, p.95-117, 2003.

MORI, A. V.; KLUSS, J.; ZABIELSKI, R.; LAUBITZ, L.;WOLINSKI, J. GERAERT, P. A. Les enzymes modifient la physiologie intestinale chez le porcelet. **Journées Recherche Porcine**, p.39, 2007.

NELSON D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. Amino acid oxidation and the production of urea. 3. ed. New York: Worth publishers, 2000. Cap.18, p.623-658.

PARTANEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v.12, n.1, p.117, 1999.

PENZ JUNIOR, A. M. J.; VIOLA. E. S. Nutrição. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L. A. C. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Concórdia: CNPSA, EMBRAPA, 1998. p.45-60.

POND, W. G; YEN, J. T. Effect of protein deficiency on growth and plasma zinc

concentration in genetically lean and obese swine. **Journal of Animal Science**, v.59, n.3, p.710-716, 1984.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, 2000. p.41.

SAS INSTITUTE INC SAS. **User's guide**: statistics. 6. ed. Cary-NC: SAS Institute, 1998. p.578.

TEIXEIRA, A. O; LOPES, D. C; FERREIRA, A. S; DONZELE, J. L; COSTA, J. R. S; OLIVEIRA, R. F. M; FERREIRA, V. P. A; SOUZA, A. V. C. Efeito de dietas simples e complexas sobre a morfofisiologia gastrintestinal de leitões até 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.926-934, 2003.

THOMAZ, M. C. **Digestibilidade da soja semi-integral extrusada e seus efeitos sobre o desempenho e morfologia intestinal de leitões na fase inicial**. 1996. 66f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

TUCCI, F. M. **Efeitos da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a renovação celular da mucosa intestinal, enzimas digestivas e desempenho**. 2003. 68f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal.

UNI, Z.; GANOT, SKLAN, S.; POSTHACH, D. Development of mucosal function in the broiler small intestine, **Poultry Science**, v.77, p.75-82, 1998.

YIN, Y. L.; MCEVOY, J. D. G.; SCHULZE, H.; HENNIG, H.; SOUFFRANT, W. B.; MCCRACKEN, K. J. Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrients and endogenous nitrogen losses in growing pigs fed wheat or its by-products without or with xylanase supplementation. **Livestock Production Science**, v.62, n.2, p.119–132, 2000.

YIN, Y. L.; BAIDOO, S. K.; JIN, L. Z.; LIU, Y. G.; SHULZE, H.; SIMMINS, P. H. Effects of supplementing diets containing hullless barley varieties having different levels of non-starch polysaccharides with β -glucanase and xylanase on physiological status of gastrointestinal tract on nutrient digestibility of weaned pigs. **Livestock Production Science**, v.71, p.97-107, 2001.

Data de recebimento: 06/09/2007

Data de aprovação: 20/12/2007