

Adição de Enzimas Exógenas para Leitões dos 10 aos 30 kg de Peso¹

Víctor Libardo Hurtado Nery², José Augusto de Freitas Lima³, Rosana Coelho de Alvarenga e Melo⁴, Elias Tadeu Fialho³

RESUMO - Três experimentos foram realizados para estudar o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes e determinar os níveis de enzimas endógenas em suínos na fase de recria, alimentados com rações suplementadas com enzimas exógenas. A ração experimental foi constituída de milho, farelo de soja, vitaminas e minerais mais a adição de enzimas exógenas. A mistura consistiu de 25 g de enzima exógena por 100 kg de ração. A composição básica das rações foi 18,00% proteína bruta (PB) e 3400 kcal/kg de energia digestível (ED). No experimento 1, foram utilizados 160 leitões mestiços Landrace x Large White de $9,87 \pm 1,48$ kg de peso vivo, distribuídos em cinco tratamentos (controle ou dieta basal; DB + amilase; DB + lipase; DB + protease; e DB + complexo de amilase, lipase e protease) e oito repetições; as variáveis estudadas foram consumo de ração diário médio (CRDM), ganho de peso diário médio (GPDM) e conversão alimentar (CA). No Experimento 2, foram utilizados 20 leitões machos castrados de $17,4 \pm 0,5$ kg, mantidos em gaiolas metabólicas e em ambiente controlado; as variáveis estudadas foram ED, energia metabolizável (EM) e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB). Este experimento consistiu dos cinco tratamentos acima, com duas repetições. No Experimento 3, foram utilizados 30 leitões, com o objetivo de estudar os níveis de enzimas digestivas endógenas. O delineamento experimental utilizado nos três experimentos foi de blocos casualizados. Os resultados não revelaram efeitos da adição de enzimas exógenas sobre o CRDM e GPDM, porém, a adição de protease melhorou a CA em nível significativo. Os resultados mostraram que a adição de enzimas exógenas também influenciou no CDPB, apesar de não ter sido observada diferença para a digestibilidade da energia digestível. Os níveis de enzimas endógenas nos suínos não foram influenciados pela adição de enzimas exógenas, porém o peso dos animais influenciou os níveis de amilase e tripsina.

Palavras-chave: alimentação, enzimas, desempenho, digestibilidade, leitões

Addition of Exogenous Enzymes to Piglets from 10 to 30 kg Live weight

ABSTRACT - Three experiments were carried out to study the performance and digestibility of nutrients and to determine the endogenous enzyme level in growing swines fed diets supplemented with exogenous enzymes. The experimental diets consisted of corn, soybean meal, vitamins and minerals plus the addition of exogenous enzymes. The mixtures consisted of 25 g of exogenous enzyme per 100 kg of diet. The basic composition of the diets were 18.00% of crude protein (CP) and 3400 kcal/kg of digestible energy (DE). In the experiment 1, 160 crossbred piglets Landrace x Large White with 9.87 ± 1.48 kg LW were allotted to five treatments (control or basal diet; BD + amylase; BD + lipase; BD + protease, and BD + a complex of amylase, lipase and protease) and eight replicates, and the studied characteristics were the average daily feed intake (ADFI), average daily gain (ADG), and feed:gain (F:G) with eight replicates. In the experiment 2, 20 piglets with 17.4 ± 0.50 kg were maintained in metabolic cages and under controlled ambient. The studied characteristics were DE, metabolizable energy (ME), and crude protein digestibility (CPD). This experiment consisted of the five above treatments with two replicates. In the experiment 3, 30 piglets were used with the objective to study the level of endogenous digestible enzymes. The completely randomized block design was used in the three experiments. The results of the addition exogenous enzymes on ADFI, ADG. However, the addition of protease improved FC on a significant level. The results showed that the addition of exogenous enzymes also affected the CDCP, although no significant differences were observed on the digestibility of energy. The levels of endogenous enzymes were not influenced by the addition of exogenous enzymes; however, the animal weight affected the amylase and trypsin levels.

Key Words: feeding, enzymes, performance, digestibility, piglets

¹ Parte da Dissertação de Mestrado, financiada pela CAPES, apresentada à Universidade Federal de Lavras pelo primeiro autor.

² Professor da Universidad de Los Llanos. AA 3138. Villavicencio, Meta, Colômbia. E.mail: hurtado@villavicencio.cetcol.net.co

³ Professor da Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 37, CEP: 37200-000 - Lavras - MG, Brasil. E.mail: jafilima@ufla.br; fialho@ufla.br

⁴ Zootecnista. Estudante de Doutorado da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. E.mail: zana@dea.ufv.br

Introdução

Nos animais domésticos, a digestão de alimentos é feita por meio de enzimas no estômago e intestino delgado. As enzimas digestivas que hidrolisam proteínas são chamadas proteases e sintetizadas como zimogênios inativos no estômago e no pâncreas. A enzima pepsina digere proteínas no ambiente ácido do estômago (TARDIN, 1985; MAKKINK et. al., 1994) e a quimotripsina e a tripsina, no intestino delgado (TARDIN, 1985).

Alguns grãos utilizados em dietas para animais, como o triticale, o trigo, o centeio e a cevada, não são bem aproveitados, por apresentarem significativa fração fibrosa - os polissacarídeos não-amiláceos estruturais -, que não é hidrolisada pelas enzimas digestivas desses animais (FURLAN et al., 1997).

Nos suínos, a enzima α -amilase salivar, ou ptialina, atua sobre as ligações do tipo 1,4 do amido - atividade neutralizada pelo baixo pH do estômago. A α -amilase pancreática também digere o amido no intestino para produzir glicose, maltose e maltotriose. As gorduras são hidrolisadas a ácidos graxos, glicerol, monoacilgliceróis e diacilgliceróis, por uma lipase pancreática específica a ligações ésteres (HARPER et al., 1994).

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos e aves tem sido estudada com o objetivo não somente de aumentar o aproveitamento dos alimentos, promovendo a hidrólise de fatores antinutricionais, de polissacarídeos não-amiláceos (CHESSON, 1987; FURLAN et al., 1997), mas também de reduzir a viscosidade da digesta (GRAHAM 1996).

Respostas positivas foram constatadas no uso da enzima fitase como forma de melhorar o aproveitamento do fósforo em leitões recém-desmamados e em crescimento (POINTILLAR, 1991; YOUNG, et al., 1993; MROZ et al., 1994; e LEI et al., 1994).

Têm-se utilizado enzimas também com o objetivo de incorporar matérias-primas de baixa qualidade às rações e melhorar o aproveitamento dos ingredientes, propiciando, assim, redução do impacto ecológico dos dejetos dos suínos.

Golovov e Alexeiv, citados por COSTA et al. (1979), obtiveram resultados favoráveis, utilizando o pepsinogênio como suplemento de rações para leitões em crescimento. Da mesma forma, esses autores, usando um complexo enzimático comercial com amilase, protease e celulase, em rações para suínos em crescimento e terminação, com base em milho, farelo de soja, farelo de trigo e farinha de carne,

verificaram que a adição de níveis de 0,01 e 0,02% do complexo enzimático não proporcionou diferença significativa no ganho de peso e na conversão alimentar dos suínos.

Em suínos desmamados entre 3 e 7 semanas de idade, cujas rações tinham suplementação de amilase e protease, observaram-se aumentos significativos no ganho de peso e na conversão alimentar (COLLIER e HARDY, 1986; INBORR e OGLE, 1988). A adição de enzimas em rações para leitões recém-desmamados com amilase, protease e polissacaridase reduziu a incidência de diarreia em leitões (INBORR e OGLE, 1988; CHESSON, 1993).

Produtos enzimáticos com protease e amilase usados na alimentação de suínos têm propiciado aumentos na digestibilidade de matéria seca e de nitrogênio de rações à base de milho e farelo de soja para leitões, durante as três primeiras semanas após a desmama (EASTER, 1988).

A suplementação de amilase em rações para os leitões após a desmama melhorou a digestibilidade de amido contido nos cereais (OFFICER, 1993; ACAMOVIC e McCLEARY, 1966; e CLASSEN, 1996), enquanto a suplementação de lipase melhorou o aproveitamento de gordura pelos suínos em recria (CERA et al., 1988), em que a adição de protease melhorou a digestibilidade de proteína (CORRING et al., 1978).

Os níveis de enzimas digestivas no organismo animal são influenciados pela idade e pelo tipo de alimento. A função digestiva em leitões recém-desmamados é comprometida, uma vez que a produção de enzimas pancreáticas pelo animal pode ser drasticamente reduzida (PARTRIDGE, 1993).

Considerando o desenvolvimento fisiológico dos animais, a atividade da amilase no intestino delgado aumenta durante os 10 primeiros dias de idade (CANTOR, 1995). Leitões recém-desmamados alimentados com dietas ricas em amido não mostram capacidade de sintetizar amilase suficiente para a digestão dos substratos. A maltase, sacarase e protease são inicialmente pouco ativas, enquanto a lactase apresenta grande atividade nos leitões recém-nascidos, decrescendo com a idade. Os aumentos de carboidratos, proteínas e gordura na dieta são acompanhados de incrementos em amilase, protease e lipase, respectivamente (CORRING, 1978).

Nos leitões, a função pancreática aumenta na terceira semana de idade, enquanto a amilase e a protease, presentes em baixas quantidades no nascimento, aumentam nos períodos subseqüentes. A des-

mama repentina na quarta semana de vida dos leitões causa queda na produção de amilase e redução significativa na produção de protease (LINDEMANN et al., 1986; OWSLEY et al., 1986).

A produção de proteases pancreáticas depende da fonte protéica e da quantidade de alimento ingerido. O consumo de alimento diminui após a desmama, visto que o sistema digestivo dos leitões tem de se adaptar ao alimento sólido, adequando o pH às secreções enzimáticas e à motilidade intestinal, além dos transtornos digestivos ocasionados pela proteína da soja, a qual contém fatores antinutricionais e de antígenos, capazes de provocar aos leitões uma série de disfunções intestinais (MAKKINK, 1994).

Com base no exposto, esta pesquisa objetivou estudar o efeito da adição de enzimas exógenas nas rações sobre o desempenho, a digestibilidade dos nutrientes e os níveis de amilase, lipase e tripsina em leitões em fase de recria.

Material e Métodos

Três experimentos foram realizados no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), município de Lavras-MG, Brasil.

Foram utilizadas rações fareladas, formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às recomendações do NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1988), mais a adição de 25 g de preparados enzimáticos para cada 100 kg de alimento, segundo as recomendações do fornecedor das enzimas - Alltech do Brasil.

A análise química dos ingredientes da ração foi realizada no laboratório de Nutrição Animal da UFLA (Tabela 1). A composição centesimal encontra-se na Tabela 2.

No ensaio de desempenho (experimento I), foram usados 160 leitões mestiços, Landrace e Large White, de $9,87 \pm 1,48$ kg de peso vivo e 35 dias de idade. Os animais foram confinados na creche, em baias suspensas de pisos ripados pré-moldados, dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, em sala da alvenaria com ambiente semicontrolado. Ração e água foram fornecidas à vontade do início até o término do período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em cinco tratamentos e oito repetições de quatro animais cada uma, totalizando 32 leitões por tratamento. A unidade experimental foi representada pela baia com quatro leitões, sendo dois machos e duas fêmeas. O período experimental foi de

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes
Table 1 - Chemical composition of the ingredients

Composição <i>Composition</i>	Ingrediente <i>Ingredient</i>					
	Milho moído <i>Ground corn</i>	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	Açúcar <i>Sugar</i>	Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	Fosfato bicálcico <i>Dicalcium P.</i>	Calcário calcítico <i>Limestone</i>
Matéria seca ¹ (%) <i>Dry matter</i>	89,10	89,50	-	-	-	-
Proteína bruta ¹ (%) <i>Crude protein</i>	8,50	44,00	-	-	-	-
Fibra bruta ¹ (%) <i>Crude fiber</i>	2,17	6,46	-	-	-	-
Extrato etéreo ² (%) <i>Ether extract</i>	3,28	0,79	-	-	-	-
Energia digestível ² (kcal/kg) <i>Gross energy</i>	3450	3460	3850	7560	-	-
Cálcio (<i>Calcium</i>)	0,02	0,35	-	-	24,4	38,1
Fósforo total ¹ (%) <i>Total phosphorus</i>	0,30	0,60	-	-	18,3	-
Lisina ² <i>Lysine</i>	0,24	2,80	-	-	-	-

¹ Valores segundo análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (*Values analyzed at the Nutrition Animal Laboratory at the Animal Science of the UFLA*).

² Valores segundo EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, CNPSA (1991) (*Values according to EMBRAPA, CNPSA, 1991*).

Tabela 2 - Composição centesimal das rações experimentais
 Table 2 - Percent composition of the experimental diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Suplementação enzimática <i>Enzymes supplementation</i>				
	Testemunha <i>Control</i>	Amilase <i>Amylase</i>	Lipase <i>Lipase</i>	Protease <i>Protease</i>	Complexo <i>Complex</i>
Milho moído (<i>Ground corn</i>)	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	28,55	28,55	28,55	28,55	28,55
Cana-de-açúcar (<i>Sugar cane</i>)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja (<i>Soybean oil</i>)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Calcário calcítico (<i>Limestone</i>)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Premix vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix mineral ³ <i>Mineral premix</i>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sal iodado <i>Iodized salt</i>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Caulim <i>Caulin</i>	0,10	0,075	0,075	0,075	0,025
Enzimas ⁴ <i>Enzymes</i>	-	0,025	0,025	0,025	0,075
Valores analisados <i>Analyzed values</i>					
Proteína bruta ¹ (%) <i>Crude protein</i>		18,09			
Energia digestível (kcal/kg) ¹ <i>Digestible energy</i>		3409			
Ca (%) ¹		0,76			
P total ¹ <i>Total P</i>		0,60			
Lisina (%) <i>Lysine</i>		0,96			

¹ Composição química analisada dos alimentos (*Chemical composition of feedstuffs*): Milho (*Corn*) = 8,5% PB (*CP*); Farelo de soja (*Soybean meal*) = 44% PB (*CP*); Fosfato bicálcico (*Dicalcium phosphate*) = 24,4% de Ca (*of Ca*) e 18,3% P (*P*); Calcário (*Limestone*) = 38,1% de Ca (*Ca*).

² Premix Vitaminico Vit A (*Vitamin premix Vit A*) = 900.000 UI; Vit D₃ = 900.000 UI; Vit E = 10.000 UI; Vit K₃ = 4 g; Vit. B₁ = 2.0 g; Vit. B₂ = 5 g; Vit. B₆ = 5 g; Vit. B₁₂ = 40 mg; Ácido nicotínico, 40.0 g; Bacitracina de zinco, 10.0 g; Antioxidante, 30.0 g; Selenito de sódio, 50 mg; Excipiente (*Excipient*) qsp 1000 g.

³ Premix mineral contendo Fe (*Mineral premix provided F*), 180 g; Cu, 20 g; Co, 4 g; Mn, 80 g; Zn, 140 g; I, 4 g; excipiente (*excipient*) qsp 1000 g.

⁴ Amilase BA[®] (*Amylase BA*), Lipase[®] (*Lipase*), Protease PF[®] (*Protease PF*). Dosagem segundo a recomendação da Alltech do Brasil (*Amount used by Alltech of Brazil*).

35 dias (após a desmama). Os tratamentos foram:

Tratamento (T1): testemunha (ração basal);

Tratamento (T2): ração basal + amilase bacteriana;

Tratamento (T3): ração basal + lipase;

Tratamento (T4): ração basal + protease fúngica; e

Tratamento (T5): ração basal + complexo enzimático de amilase, lipase e protease.

O ensaio de digestibilidade (experimento II) foi efetuado na sala de metabolismo. Utilizaram-se 20 suínos machos castrados, mestiços, Large White e Landrace, de 17,4±0,5 kg de peso vivo, que foram confinados individualmente em gaiolas metabólicas semelhantes às descritas por PEKAS (1968), por

período experimental de 15 dias, sendo 10 dias destinados à adaptação às gaiolas e cinco dias à coleta de fezes e urina.

Durante o período pré-experimental (9 aos 17 kg), os suínos foram mantidos em baias de recria e em grupos de animais alimentados com as rações que continham cada um dos preparados enzimáticos estudados. No período experimental, a quantidade diária de ração foi calculada com base na matéria seca e em função do peso metabólico (kg^{0,75}). O fornecimento de água foi à vontade. Foram utilizados a coleta total de fezes e urina e o óxido férrico como marcador fecal; os demais procedimentos experimentais foram realizados de acordo com FIALHO et al. (1979).

As amostras foram submetidas à análises químicas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, segundo a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC (1990).

Para determinar os níveis de amilase, lipase e tripsina (experimento III), foram utilizados 30 leitões mestiços, Landrace e Large White, de $9,87 \pm 1,48$ kg de peso vivo e 35 dias de idade, distribuídos em cinco tratamentos e seis repetições. Os animais foram confinados em baias de recria dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, em sala da alvenaria. Rações e água foram fornecidas à vontade do início até o término do período experimental, que foi de 40 dias.

Quando os leitões atingiram 10, 20 e 30 kg de peso vivo, dois animais de cada tratamento foram separados ao acaso e sacrificados, sendo, então, realizada a remoção de 150 centímetros da primeira porção do intestino delgado para a coleta do quimo. As amostras de quimo foram congeladas, liofilizadas e armazenadas. Para obtenção das amostras do quimo liofilizado, foram utilizados os mesmos procedimentos descritos para o pâncreas, segundo o método de VAN BAAK et al. (1991).

Na obtenção de amilase, utilizou-se como substrato o amido 1% (NOELTING e BERNFELD, 1948) e na de lipase, Alfa-Naftil Acetato como substrato (ALFENAS et al., 1991). A atividade de tripsina foi determinada pelo método descrito por ERLANGER et al. (1961), utilizando-se Benzoil-DL arginina p-nitroanilida (BAPNA) como substrato. A atividade foi expressa em micromoles de substrato hidrolisado por minuto (Unidade, U).

Os resultados dos ensaios foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o pacote computacional SANEST, descrito por ZONTA et al. (1996).

Resultados e Discussão

Os resultados de consumo de ração diário médio (CRDM), ganho de peso diário médio (GPDM) e conversão alimentar (CA) de suínos alimentados com adição de enzimas exógenas são apresentados na Tabela 3. A adição da amilase, lipase e protease não influenciou significativamente o GPDM e o CRDM. O uso da protease melhorou ($P < 0,05$) a CA. Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas, observou-se GP de 6,0 3,0; e 2,5% a favor dos tratamentos que continham protease, amilase e com-

plexo enzimático em relação à testemunha, respectivamente.

Os resultados relativos às diferenças na CA entre os tratamentos com adição de protease, para os que continham o complexo enzimático e a testemunha, evidenciaram o melhor aproveitamento da proteína para a formação de tecido e o crescimento nos leitões alimentados com ração com proteases. Resultados semelhantes foram obtidos por SOTO (1996), com leitões dos 7 aos 23 kg de peso vivo; OFFICER (1995), com leitões da 3ª à 7ª semana de idade; e por SHIELDS et al. (1980).

Os resultados obtidos indicam que a suplementação das enzimas individualmente ou na forma de complexo não têm efeitos significativos sobre o CRDM e GPDM dos suínos em recria, o que se deve ao fato de o tipo e/ou a concentração das enzimas utilizadas em cada tratamento terem sido insuficientes para confirmar as respostas esperadas. Os valores de CRDM coincidem com os resultados encontrados por OFFICER (1995), o qual determinou que a adição de β -glucanase, hemicelulase, pentosanase, amilase, proteinase e lipase na ração não influenciou no consumo voluntário de ração, no ganho de peso e na conversão alimentar de leitões, durante as cinco semanas seguintes à desmama.

Os resultados para energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), relação EM/ED e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), em suínos alimentados com rações que continham ou não adição de enzimas exógenas, são apresentados na Tabela 4. A adição de enzimas exógenas não teve influência significativa na energia digestível e na energia metabolizável. Verificou-se tendência de a digestibilidade da energia apresentar valores maiores no tratamento com adição da enzima protease em relação à testemunha, o que pode ser atribuído à relação existente entre o consumo e a utilização da energia nos diferentes processos metabólicos e fisiológicos normais dos animais.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta foi influenciado ($P < 0,05$) pelas enzimas exógenas adicionadas às rações, em que o tratamento com protease propiciou maior coeficiente de digestibilidade da proteína bruta da ração e o tratamento testemunha apresentou os menores valores. Estes resultados concordam com os obtidos por EASTER (1988), que determinou melhoria na digestibilidade de matéria seca e nitrogênio. O efeito da adição de enzimas sobre o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta indica melhoria na utilização de proteína na fase em que o leitão apresenta altas exigências relativas

Tabela 3 - Consumo diário médio de ração (CMDR), ganho médio diário de peso (GMDP) e conversão alimentar (CA) de leitões em recria alimentados com rações com suplementação de enzimas

Table 3 - Average daily feed intake (ADFI), average daily gain (ADG) and feed:gain ratio of piglets fed diets with enzyme supplementations

Item	Suplementação enzimática <i>Enzymes supplementation</i>					CV (%)
	Testemunha <i>Control</i>	Amilase <i>Amylase</i>	Lipase <i>Lipase</i>	Protease <i>Protease</i>	Complexo enzimático <i>Enzymatic complex</i>	
Peso inicial (kg) <i>Initial weight</i>	10,0	9,90	9,90	9,80	9,80	7,6
Peso final (kg) <i>Final weight</i>	28,5	28,7	28,0	29,6	28,7	7,5
CMDR, g/dia <i>ADFI (g/day)</i>	971	971	943	967	1017	10,8
GMDP, g/dia <i>ADG (g/day)</i>	526	542	516	557	539	8,4
CA <i>F:C</i>	1,84 ^a	1,79 ^{ab}	1,83 ^{ab}	1,74 ^b	1,89 ^a	6,3

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

¹ Means, in a row, followed by different letters are differ by Tukey test.

Tabela 4 - Dados de energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), relação energia metabolizável/energia digestível (EM/ED) e coeficiente de digestibilidade de proteína bruta (CDPB) de leitões em recria alimentados com rações com suplementação de enzimas

Table 4 - Data of digestible energy (DE), metabolizable energy (ME), DE/ME ratio and coefficient of apparent digestibility of crude protein (CDAP) of piglets fed diets enzymes supplementations

Item	Suplementação enzimática <i>Enzymes supplementation</i>					CV (%)
	Testemunha <i>Control</i>	Amilase <i>Amylase</i>	Lipase <i>Lipase</i>	Protease <i>Protease</i>	Complexo enzimático <i>Enzymatic complex</i>	
ED (kcal/kg) <i>DE</i>	3747 ^a	3767 ^a	380 ^a	3821 ^a	3756 ^a	1,14
EM (kcal/kg) <i>ME</i>	3627 ^a	3633 ^a	3662 ^a	3699 ^a	3628 ^a	1,30
EM/DE <i>DE/ME</i>	96,8 ^a	96,4 ^a	96,4 ^a	96,8 ^a	96,5 ^a	0,28
CDPB (%) <i>CDAP</i>	86,09 ^c	86,31 ^b	87,58 ^a	88,40 ^a	87,44 ^{ab}	0,76

¹ Dados expressos na base da matéria seca.

² Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey .

¹ Data expressed as dry matter basis.

² Means, in a row, followed by different letters are differ by Tukey test.

desse nutriente para o crescimento, a formação de tecido e o ganho de peso. Estes resultados concordam com os dados obtidos por SHIELDS et al. (1980).

Outra possível explicação do efeito das enzimas exógenas sobre a digestibilidade da proteína bruta e a retenção de nitrogênio é que parte da eficiência obtida é atribuída à diminuição na produção e a perdas de enzimas endógenas relativas à degradação parcial dos inibidores de tripsina (GRAHAM, 1996).

Os resultados de atividade enzimática obtidos das

enzimas digestivas amilase, lipase e tripsina de leitões de diferentes pesos e alimentados com ração com adição de enzimas exógenas encontram-se na Tabela 5.

A adição de enzimas exógenas às rações não influenciou significativamente a atividade da amilase, da lipase e da tripsina do quimo dos leitões. Estes resultados contrastam com os citados por GRAHAM (1996), que constatou influência positiva da adição de enzimas exógenas sobre os níveis de atividade das enzimas pancreáticas tripsina, quimotripsina e amilase,

medidas na digesta, porém não encontrou diferenças significativas no nível de lipase pela ação das enzimas adicionadas. De acordo com esse autor, o resultado da pouca eficiência das enzimas endógenas deve-se ao fato destas aumentarem a eficiência de utilização das proteínas na fase de crescimento dos leitões e não acarretarem aumento na produção de enzimas.

Os resultados do efeito do peso (10, 20 e 30 kg) do leitão sobre a atividade enzimática são apresentados na Tabela 6. O peso dos leitões influenciou significativamente ($P < 0,01$) e ($P < 0,05$) a atividade das enzimas digestivas amilase e tripsina, respectivamente, em virtude de, à medida que o leitão cresce, ocorrer aumento do volume e peso do pâncreas, com conseqüente aumento do consumo de ração, o que propicia maior liberação das enzimas pancreáticas. Estes resultados concordam com SHIELDS et al. (1980), os quais determinaram que a idade e o método de alimentação aumentam a atividade da amilase e das proteases pancreáticas dos leitões em crescimento. Os dados da atividade crescente da tripsina,

no quimo, em função do peso vivo dos animais, são semelhantes aos encontrados por SOARES (1995).

Os resultados de atividade enzimática são semelhantes aos obtidos por SHIELDS et al. (1980), LINDENMAN et al. (1986), TARDIN (1985), CHESSON, (1993), MAKKINK et al. (1994) e SOARES (1995), em que o peso, a idade, o tipo e a quantidade de ração consumida aumentam a atividade das enzimas pancreáticas na digesta, porém diferem dos obtidos por SOUFFRANT (1993), que não encontrou diferenças na atividade enzimática em suínos alimentados com diferentes tipos de dietas durante a sexta e a décima semana de vida, período de maior consumo alimentar e mais rápido índice de crescimento desses animais. O aumento crescente na atividade da amilase, à medida que o leitão ganha peso, pode ser explicado pela necessidade do animal em hidrolisar grandes quantidades de amido. Este resultado concorda com o obtido por JENSEN et al. (1997), que verificaram incremento linear da amilase natural em relação ao peso vivo do animal.

Tabela 5 - Atividade enzimática da amilase, lipase e tripsina de leitões em recria alimentados com rações suplementadas com enzimas

Table 5 - Activity of the amylase, lipase and tripsin in the piglets fed diets with enzymes supplementations

Item	Suplementação enzimática					CV
	Testemunha	Amilase	Lipase	Protease	Complexo	
	Control	Amylase	Lipase	Protease	Complex	
Amilase (Amylase)	259,9	265,4	250,8	339,2	332,3	18,5
Lipase (Lipase)	68,6	75,6	85,0	79,6	74,9	34,6
Tripsina (Tripsin)	62,9	69,5	58,6	56,4	60,8	22,6

¹ Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste Tukey (There was no significant difference [$P > .05$]).

Tabela 6 - Efeito do peso sobre atividade de amilase, lipase e tripsina dos leitões em recria, alimentados com rações com suplementação de enzimas¹

Table 6 - Effect of weight on the activity of amylase, lipase and tripsin in the piglets fed diets with enzymes diets supplementations

Peso, kg	Atividade enzimática		
	Amilase	Lipase	Tripsina
Weight, kg	Amylase	Lipase	Tripsin
10	206,1 ^C	80,3 ^a	54,9 ^b
20	288,2 ^B	65,6 ^a	56,5 ^b
30	373,9 ^A	84,4 ^a	73,6 ^a

¹ Dados expressos em U (Unidades)/g de quimo liofilizado.

Médias seguidas de distintas letras, na mesma coluna, diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$ maiúsculas; $P < 0,05$ minúsculas).

¹ Data expressed U (Unit)/g of dried chyme.

Means followed by different letters in the columns differ by Tukey test ($P < .05$, capital letter; $P < .05$, small letter).

Conclusões

A suplementação de preparados enzimáticos com amilase, lipase e protease exógenas, em ração para leitões, em recria não influenciou no CRDM e GPDM. Todavia, a suplementação de protease exógena melhorou a conversão alimentar.

A utilização das enzimas exógenas na ração incrementou a digestibilidade dos nutrientes, durante a fase de desenvolvimento dos leitões (10-30 kg de peso vivo), principalmente da proteína.

A suplementação de enzimas exógenas na ração para leitões não influenciou os valores de energia digestível e energia metabolizável.

O nível de atividade das enzimas digestivas naturais aumentou, à medida que o animal cresceu e ganhou peso, e elevou o consumo voluntário de alimento.

A suplementação de enzimas exógenas na ração para leitões em recria não influenciou nos níveis de atividade de amilase, lipase e tripsina dos leitões (10-30 kg).

Agradecimento

À Alltech do Brasil, pelo fornecimento das enzimas.

Referências Bibliográficas

ACAMOVIC, T., McCLEARY, B.V. 1996. Optimizing the response. *Feed Mix*, 4(4):14-17.

ALFENAS, A.C., INGRID, P., BRUNE, W. et al. 1991. *Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungo e essências florestais*. Viçosa: UFV. 241p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15.ed. 1078p.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA 5, Curitiba, 1995. *Anais...* Curitiba: Alltech, 1995. p.31-42.

CERA, K.R., MAHAN, D.C., REINHART, G.A. 1988. Weekly digestibilities of diets supplemented with corn oil, lard or tallow by weanling swine. *J. Anim. Sci.*, 66(6):1430-1437.

CHESSON, A. 1987. Supplementary enzymes to improve the utilization of pig and poultry diets. In: HARESING, W., COLE, P.J.A. (Eds.). *Recent advance in animal nutrition*, Butterworths. p.71-89.

CHESSON, A. 1993. Feed enzymes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45(1):65-79.

CLASSEN, H.L. 1996. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 62(1):21-27.

COLLIER, B., HARDY, B. 1986. The use of enzymes in pig and poultry feeds. Part 2. Results of animal trials. *Feed compouder*, 6(2):28-30.

CORRING, T., AUMAITRE, A., DURAND, G. 1978. Development of digestive enzymes in the piglet from birth to 8 weeks. I. Pancreas and pancreatic enzymes. *Nutr. Metab.*, 22(1):231-243.

COSTA, V., LOPEZ, J., NICOLAIEWSKY, S. 1979. Efeito da

suplementação enzimática em rações para suínos em crescimento e terminação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 8(3):459-472.

EASTER, R.A. 1988. Acidification of diets for pigs. In: HARESING, W., COLE, P.J.A. (Eds.). *Recent advance in animal nutrition*. p.61-71.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. 1991. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. *Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves*. 3.ed. Concórdia. 97p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 19)

ERLANGER, B.F., KOKOWSK, N., COHEN, W. 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates. *Archives Biochemistry and Biophysics*, 95:271-280.

FURLAN, A.C., FRAIHA, M., MURAKAMI, A.E. et al. 1997. Utilização de complexo multienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales. I. Ensaio de digestibilidade. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 26(4):759-764.

FIALHO, E.T., ROSTAGNO, H.S., FONSECA, J.B. et al. 1979. Efeito do peso sobre o balanço energético e protéico de rações a base de milho e sorgos com diferentes conteúdos de tanino para suínos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 8(3):386-397.

GRAHAM, H. Mode de action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, Campinas. *Anais...* CBNA, 1996. p.60-69.

HARPER, H., RODWELL, V., MAYES, P. 1994. Digestão e absorção no trato gastrointestinal. In: ATHENEU, J. (Ed.) *Bioquímica*. p.254-272.

INBORG, J., OGLE, R.B. 1988. Effect of enzyme treatment of piglets feed on performance and post-weaning diarrhea. *Swedish J. Agric. Res.*, 18(2):129-133.

JENSEN, M.S., JENSEN, S.K., KAKOBSEN, K. 1997. Development of digestive enzymes in pig with emphasis on lipolytic activity in the stomach and pancreas. *J. Anim. Sci.*, 75:437-445.

LEI, X.G., KU, P.K., MILLER, M.T. et al. 1994. Calcium level affects the efficacy of supplemental microbial phytase in corn-soybean meal of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 72(1):139-143.

LINDEMANN, M.D., CORNELIUS, S.G., EL KANDELGY, S.M. et al. 1986. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme level in the piglet. *J. Anim. Sci.*, 62(5):1298-1307.

MAKKINK, C.A., BERNTSEN, P.J.M., KAMP, B.M.L. et al. 1994. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 72(11):2843-2850.

MROZ, Z., JONGBLOED, A.W., KEMME, P.A. 1994. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regime in pigs. *J. Anim. Sci.*, 72(1):126-132.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1988. *Nutrient requirement of swine*. 19.ed. 93p.

NOELTING, G., BERNFELD, P. 1948. Sur les enzymes amylolytiques. III la b-Amylase: dosage d'activité et contrôle de l'absence d'a-amylase. *Helvetica Chimica Acta.*, 31(2):286-96.

OFFICER, D.I. 1995. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre and post-weaning periods. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 56:55-65.

OWSLEY, W.F., ORR, D.E., TRIBBLE, L.F. 1986. Effect of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. *J. Anim. Sci.*, 63(2):497-504.

- PARTRIDGE, G.R. In feed enzymes and antibodies. In: Recent advance in animal nutrition, Winchasin, Northwich, 1993. *Anais...* Northwich, p.34-50, 1993.
- PEKAS, J.C. 1968. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.*, 27(5):1303-1306.
- POINTILLAR, A. 1991. Enhancement of phosphorus utilization in growing pigs fed phytate-rich diets by using rye bran. *J. Anim. Sci.*, 69(3):1109-1115.
- SHIELDS, R.G., EKSTROM, K.E., MAHAM, D.C. 1980. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten week. *J. Anim. Sci.*, 50(2):257-265.
- SOARES, J.M. *Perfil enzimático de tripsina e quimotripsina do pâncreas e do quimo de leitões do nascimento aos 35 dias de idade*. Viçosa: UFV, 1995. 43p. Tese (Mestrado em Agroquímica) . Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- SOTO, M.F. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn-soy diets for poultry and swine. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. *Anais...* Campinas: CBNA, 1996. p.1-13.
- SOUFFRANT, W.B., SAUER, W.C., MOSENTHIN, R. et al. 1993. Effect of feeding different diets on the exocrine pancreatic secretion of nitrogen, amino acids and enzymes in growing pigs. *J. Sci. Food Agr.*, 62(3):229-234.
- VAN BAAK, M.J., RIETVELD, E.C., MAKKINK, C.A. Determination of tripsin and chimotripsin activity in pancreatic juice, tissue and chyme: the effect of freeze drying and storage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5, 1991, Wageningen, Netherlands. *Anais...* Wageningen, p.356-360, 1991.

Recebido em: 19/06/98

Aceito em: 09/11/99