

Artigo Número 28

**ADIÇÃO DE ENZIMAS EXÓGENAS NAS DIETAS DE LEITÕES DESMAMADOS**

Leonardo Augusto Fonseca Pascoal<sup>1</sup> & Ludmila da Paz Gomes da Silva<sup>2</sup>

**Introdução**

A suinocultura moderna tem procurado maximizar o potencial de produção e uma das medidas é a redução do período de aleitamento, aumentando o número de partos por matriz/ano. Atualmente se pratica 21 dias de aleitamento, porém, mesmo com as vantagens proporcionadas, este desmame causa transtornos ao leitão.

Os fatores que podem limitar o crescimento de leitões desmamados são: secreção limitada de enzimas endógenas, capacidade de absorção intestinal reduzida, escassa secreção de ácidos, e reduzida ingestão de água e ração (Araújo et al., 2003).

A alteração da fonte e a composição nutricional do alimento são acontecimentos que marcam o momento do desmame, e nesta fase, os leitões requerem 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. E com isso a nutrição de leitões tem sido muito estudada, para que estes possam maximizar seu potencial de crescimento, minimizando perdas de desempenho.

A maioria das dietas pós-desmame são compostas de milho e farelo de soja. O farelo de soja é uma das mais importantes fontes protéicas para suínos, entretanto, possui fatores antinutricionais como os polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos (galactosil,  $\beta$ -galactomanas e  $\alpha$ -galactosídeos) que podem limitar o total aproveitamento dos seus nutrientes e aumentar a flatulência (Huishman e Tolman, 1992).

E como um dos aspectos enfatizados, dentre as características recomendáveis para uma dieta destinada às fases iniciais, tem sido a digestibilidade dos nutrientes presentes deve-se tentar diminuir estes fatores antinutricionais.

De acordo com Duram (2002) muitos destes fatores poderiam ser alterados com a adoção de certas medidas, entre elas o uso de enzimas exógenas. Segundo Easter (1988) produtos enzimáticos como proteases e carboidrases usados na alimentação de suínos têm propiciado aumentos na digestibilidade de matéria seca e nitrogênio de rações à base de milho e soja para leitões, durante as três primeiras semanas após a desmama.

Conforme Padridge (1996) as carboidrases fazem a degradação dos carboidratos que estão intimamente ligados ao valor nutricional dos grãos, o qual é limitado pelo teor de polissacarídeos não amídicos. Já as proteases potenciam o uso de proteínas pobremente disponíveis, as com fator antinutricional e proteínas alérgicas (Classen, 1996).

Neste aspecto, Grahan (1996) enfatiza que o emprego de enzimas exógenas tem sido estudado intensamente por pesquisadores e técnicos que tratam da nutrição de suínos e aves não somente por aumentar o aproveitamento dos alimentos, mas também para reduzir a viscosidade da digesta fazendo com que as enzimas endógenas possam atuar mais facilmente.

No Brasil são poucos os relatos (Nery et al., 2000; Teixeira et al., 2000; Rodrigues et al.; 2000; Araújo et al., 2003) do uso de enzimas na alimentação de leitões recém desmamados, assim conhecendo-se as propriedades das enzimas

<sup>1</sup> Professor do Curso de Zootécnica da Faculdade de Imperatriz, Ma - pascoal@facimp.edu.br

<sup>2</sup> ludmila@cca.ufpb.br

exógenas torna-se pertinente avaliação desse aditivo como potencializador do aproveitamento dos princípios nutritivos contidos nos ingredientes de origem vegetal.

### **Aspectos relacionados à nutrição de leitões desmamados**

A redução do período de aleitamento visa elevar o número de partos/matriz/ano e minimizar os custos de produção. Tornou-se grande desafio para os nutricionistas, pois para efetuarla com eficiência é necessário o estabelecimento de uma combinação perfeita de ingredientes, bem como o conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes, de modo a reduzir ou evitar problemas pós-desmame (Trindade Neto et al., 1994).

Durante a amamentação o leitão recebe leite materno que é rico em gorduras, lactose e caseína, e de fácil digestibilidade, o que permite rápido crescimento e desenvolvimento dos animais (Roppa, 1998).

Ao desmame, o metabolismo digestivo dos leitões desmamados e seu comportamento alimentar são caracterizados pela síndrome de adaptação geral (SAG) provocada pela quebra do ambiente social e pela mudança do consumo de leite materno para uma dieta balanceada e água, causando anorexia e alterações metabólicas, fisiológicas da mucosa intestinal (Roura, 2004).

No período imediatamente após o desmame, o uso de ração balanceada quando associada ao manejo inadequado dos leitões, predispõe ao aumento de bactérias no trato digestivo e ao surgimento de desordens intestinais (Kidder et al., 1982).

Assim, um dos maiores problemas relacionados ao baixo desempenho pós-desmame, decorrem do consumo de ingredientes que não condizem quantitativa e qualitativamente com a produção de enzimas do trato gastrintestinal dos leitões (Silva, 2002).

Desde o nascimento até o desmame o sistema digestivo dos leitões é adaptado para secretar as enzimas digestivas que irá digerir o leite materno, desta forma, a enzima lactase tem alta atividade sendo também secretadas lípases e proteases necessárias para a digestão de gorduras e proteína do leite, respectivamente (Maxwell e Carter, 2001).

A enzima lactase é uma enzima que apresenta elevada atividade nos primeiros dias de vida do leitão, declinando rapidamente entre duas e três semanas de idade. Já a lípase apresenta considerável atividade ao nascimento, aumentando sua secreção com a idade. A atividade específica das enzimas pancreáticas que digerem proteínas (tripsina e quimiotripsina) e as intestinais (sacarase e maltase) continuam a aumentar com a idade do leitão (Mahan, 1991).

Ao desmame, o sistema digestivo de leitões passa por modificações fisiológicas até que esteja preparado para a digestão de ingredientes de origem vegetal. A primeira delas é o aumento de enzimas pancreáticas e dos órgãos auxiliares da digestão (Makkink et al., 1994). Mas a produção de enzimas endógenas de leitões recém desmamados está condicionada a idade e exposição aos substratos específicos (Lovatto, 2002).

Há evidências seguras de que leitões que chegam ao desmame com capacidade limitada na produção destas enzimas, apresentam limitações para digerir proteínas de origem animal ou vegetal, as quais permanecerão intactas e passarão do intestino delgado, aumentando os riscos de diarreias e se refletindo negativamente no desempenho (Aumaitre, 2000). Desta forma, diversas fontes protéicas e energéticas e tipos de processamento têm sido avaliados em dietas pré-iniciais de leitões submetidos ao desmame precoce, com a finalidade de aumentar a digestibilidade, adequando-se ao grau de amadurecimento do trato gastrintestinal (Bertol et al., 2000).

A utilização de dietas simples (milho e soja) oferecidas pós-desmame, predispõem o leitão a problemas fisiológicos digestivos e determina um atraso no crescimento em torno

de 8 a 33% em relação aos leitões alimentados com dietas complexas (Aumaitre, 2000), com implicações negativas no desempenho.

Por sua vez, Fernandes e Malaguido (2003) inferiram que as enzimas endógenas produzidas pelos suínos são específicas para carboidratos com ligação alfa, (amido) e sem atividade contra carboidratos com ligação beta e oligossacarídeos contendo galactose, encontrados em várias sementes de plantas. Desta forma, os oligossacarídeos (estaquiase e rafinose), presentes na soja não são absorvidos no intestino delgado.

Apesar do seu alto teor de proteína, a inclusão do farelo de soja em dietas para leitões é limitada, devido à presença de fatores antinutricionais (inibidores de tripsina e quimiotripsina, uréase, lecitinas) que reduzem o seu aproveitamento, permitindo que seja transportada uma maior quantidade de proteínas intactas ao intestino delgado, reduzindo a digestibilidade e favorecendo ao desenvolvimento de microorganismos patogênicos (Aumaitre, 2000). Paralelamente, causam reação de hipersensibilidade, alterando a morfologia intestinal resultando em perda da capacidade de absorção (Easter e Kim, 2000).

Mesmo com o avanço da idade e a exposição dos substratos específicos, os suínos não possuem a capacidade enzimática de digerir celulose, arabinoxilano,  $\beta$ -glucanos, pectinas, os polissacarídeos não amiláceos, estes, devido a sua baixa digestibilidade quando consumidos, aumentam a viscosidade do quimo intestinal, causando prejuízo no desempenho, diminuindo a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato gastrointestinal, dificultando a ação das enzimas endógenas e interferindo na difusão ou transporte de nutrientes (Penz Jr., 1998).

### **Modo de ação enzimas exógenas**

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos e estão envolvidas em todos os processos do metabolismo animal. As enzimas comercialmente produzidas são provenientes, geralmente, de bactérias do gênero *Bacillus* ou fungos do gênero *Aspergillus* (Fireman, 1998).

A enzima adicionada ao alimento seco só é ativada no trato digestivo quando misturada aos fluídos digestivos e sob a temperatura corporal (Rotter, 1990). Sua ação máxima ocorre no estômago e porção inicial do intestino delgado, especificamente no duodeno (Jongbloed et al., 1992).

A enzima adicionada pode ser ministrada tanto na forma de coquetel o que segundo Inbarr e Meulen, (1993) é uma prática muito comum na Europa, principalmente na forma de carboidrases, ou, pode ser ministrada isoladamente (fitase, celulase, xilanase,  $\beta$ -glucanase, queratinase e etc.). A utilização de uma enzima específica deve ser feita quando se conhece o fator antinutricional que prejudica o aproveitamento dos nutrientes da dieta, ou quando se sabe que o uso associado com outra enzima pode diminuir a atividade de ambas (Wenk et al., 1993).

O fornecimento de enzimas na forma de complexo é feito quando uma dieta apresenta vários fatores antinutricionais, ou em rações de leitões que estejam submetidos ao estresse (Ferket, 1995).

As principais finalidades da suplementação enzimática são: remover ou destruir os fatores antinutricionais dos alimentos, aumentar a digestibilidade total da ração, potencializar a ação das enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes (Guenter, 2003), na tentativa de melhorar o desempenho e a rentabilidade da criação (Cousins, 1999).

As enzimas disponíveis no mercado são agrupadas em: (1) enzimas para alimentos com baixa viscosidade, (2) enzimas para alimentos de alta viscosidade e (3) enzimas para degradar o ácido fítico dos vegetais (Zanella, 2001) e apresentam quatro principais formas de atuação: (1) provoca a ruptura das paredes celulares das fibras, (2) reduzindo a viscosidade no lúmen intestinal em aves e suínos; devido à fibra solúvel na digesta do intestino proximal; (3) degradando as proteínas; e (4) suplementando a produção de enzimas endógenas (Salanova, 1996).

As principais enzimas utilizadas nas dietas de suínos e aves são a xilanase, glucanases, pectinases, celulases, proteases, amilases, fitase, galactosidases e lípases, tendo cada uma substrato específico. Como visto anteriormente os suínos não degradam os polissacarídeos não-amiláceos (PNA) com a mesma facilidade que o amido. Os PNA são polímeros de açúcares simples, devido à natureza das cadeias de ligações das unidades dos açúcares, são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos monogástricos, estes fazem parte da parede celular (Henn, 2002).

O uso de carboidrases possibilita utilizar alimentos pobres, que apresentam grande quantidade de polissacarídeos não amídicos (PNA) e muitas vezes, são mais baratos (Wenk et al. 1993b).

As carboidrases fazem a degradação dos carboidratos que estão intimamente ligados ao valor nutricional dos grãos, o qual é limitado pelo teor de polissacarídeos não amídicos insolúveis (celulose) e polissacarídeos não amídicos solúveis (predominantemente as  $\beta$ -glucanas e arabinoxilanas). Padridge (1996) afirmou que os polissacarídeos não amídicos estão muitas vezes associados à lignina, formando o complexo total dietético de fibra.

O uso de celulase é para degradar a celulose, a qual é um polímero de glicose que consiste de longas cadeias de resíduos de glicopiranoose com ligações  $\beta$ - (1,4). A celulase degrada os componentes da estrutura celulolítica, liberando nutrientes contidos no interior da célula vegetal e ao mesmo tempo a própria glicose que forma a estrutura celulolítica. (Inbarr e Meulen, 1993).

A galactosidase é utilizada em dietas com substratos que possuem oligossacarídeos (rafinose, estaquiase), como os grãos de soja, lentilha, ervilha e os farelos de soja, girassol e algodão e a xilanase em dietas compostas por cevada e centeio (Acamovic, 2001).

As pentosanase têm como substratos principais arabinose e xilose, porém, de acordo com Hatfield citado por Fireman, (1998) é possível que se formem três tipos de complexos. Outra enzima do grupo das carboidrases que está sendo utilizada nas dietas de suínos é a  $\beta$ -glucanase, que tem como substrato as  $\beta$ -glucanas cuja estrutura é formada por blocos de glicose com 70% das ligações (Hatfield citado por Fireman, 1998). As  $\beta$ -glucanas são encontradas em maior concentração na cevada e aveia. O emprego de  $\beta$ -glucanase reduz a viscosidade melhorando o desempenho de enzimas digestivas endógenas (Ferket, 1995).

É importante ressaltar que em pesquisas mais recentes envolvendo o uso de enzimas, tem se buscado utilizar estas sobre determinado fator a ser amenizado, diminuído ou potencializado, para que se torne benéfico e se torne viável economicamente.

### **Efeito sobre o desempenho e digestibilidade em suínos**

Nos processos digestivos, os suínos utilizam as enzimas para digestão do alimento, sendo que estas que são produzidas pelo organismo animal não são 100% eficientes. A adição de enzimas exógenas nas rações pode aumentar a eficiência da digestão (Hannas & Pupa, 2003).

Os dados encontrados na literatura sobre a utilização dos diversos tipos de enzimas exógenas nos seus diversos substratos (tipos de alimentos) na alimentação de suínos nas diversas fases de criação são muito controversos.

Por exemplo, Li et al. (1996) observaram em suínos em crescimento com cânulas no íleo distal, que o uso de  $\beta$ -glucanase em dietas a base de cevada e farelo de soja, aumentou a digestibilidade ileal da energia bruta, proteína,  $\beta$ -glucanas e da maioria dos aminoácidos estudados. Em dietas a base de trigo e soja foram verificados efeitos sobre as variáveis digestibilidade ileal das  $\beta$ -glucanas e sobre a digestibilidade fecal da energia bruta.

Entretanto, Jensen et al. (1998) utilizaram a enzima  $\beta$ -glucanase em duas variedades de cevada e encontraram uma redução na viscosidade da digesta, sem modificar a digestibilidade do amido, nitrogênio e o desempenho dos leitões.

Hogberg et al. (2004), verificaram em dietas para leitões desmamados com diferentes teores de PNA, que a adição da enzima  $\beta$ -glucanase aumentou a produção de ácido láctico e reduziu a de ácido acético, e concluíram que o aumento da concentração de PNA e da suplementação enzimática influenciou a proporção dos ácidos graxos voláteis no íleo indicando uma troca na flora bacteriana.

Gdala et al. (1997) estudaram a digestibilidade de carboidratos, proteína e gordura de duas dietas, uma composta de trigo, cevada e soja, e a outra com ervilha, girassol extrusado e soja para leitões com 8 a 12 semanas de idade, cânulados na porção terminal do íleo e observaram que a adição  $\alpha$ -galactosidase, xilanase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease juntas em forma de complexo ou separadas melhorou a digestibilidade dos nutrientes das duas dietas.

Zijlstra et al. (2000) verificaram em dietas contendo farelo de canola com adição de três tipos de complexo enzimático (glucanase+xilanase (CHO), protease (PRO), PRO+CHO), observaram que nas dietas que foi adicionado PRO+CHO houve um aumento no ganho de peso dos leitões, consumo de ração e na digestibilidade dos nutrientes.

Rodrigues et al. (2000) estudaram o efeito das fontes energéticas (milho e sorgo) e a adição de carboidrases (amilase, xilanase,  $\beta$ -glucanase e pectinase) para suínos em crescimento e verificaram que a adição das enzimas melhorou a digestibilidade das duas fontes energéticas e a retenção nitrogênio aumentou quando a dieta contendo sorgo foi suplementada com enzima.

Em experimento conduzido por Mavromichalis et al. (2000) com adição da enzima xilanase e diferentes tamanhos de partículas em dietas a base de farelo de trigo nas fases de creche, crescimento e terminação foi observado que a adição das enzimas não influenciou o ganho de peso, consumo de ração, porém a digestibilidade dos nutrientes foi melhorada.

Avaliando a influência do calor no processamento da cevada e a suplementação com enzimas para leitões desmamados, Medel et al. (2002) utilizaram um complexo enzimático contendo amilase, xilanase e  $\beta$ -glucanase. A adição do complexo enzimático não afetou a digestibilidade dos nutrientes, a viscosidade da digesta e o desempenho dos leitões, sendo o processamento térmico mais benéfico que a adição das enzimas.

Com o objetivo de avaliar a digestibilidade, balanço de nitrogênio e fósforo de dietas contendo diferentes níveis de triguilho em substituição ao milho com o uso ou não de enzimas, Hauschild et al. (2004) observaram que a adição de xilanase não afetou os parâmetros digestivos e metabólicos dos suínos.

Yin et al. (2001) conduziram um experimento testando cinco variedades de cevada nas dietas de suínos adicionando as enzimas  $\beta$ -glucanase, xilanase e o complexo ( $\beta$ -glucanase, xilanase e protease). Constataram uma melhora na digestibilidade dos aminoácidos, fibra detergente neutro, energia total, proteína bruta e nos polissacarídeos

não amiláceos, observando também uma redução na fermentação no intestino grosso, isso provavelmente pela melhor absorção dos nutrientes.

Com o intuito de verificar a atividade das enzimas digestivas sobre os polissacarídeos não amiláceos em dietas contendo cevada para leitões suplementadas com as enzimas  $\beta$ -glucanase e xilanase, Li et al. (2004) observaram que a adição das carboidrase melhorou o desempenho dos leitões e causou uma redução na atividade das enzimas endógenas do intestino delgado, mas não influenciou na atividade das enzimas endógenas na porção do jejuno.

Dersjant-li et al. (2001) estudaram o efeito catiônico de dietas e a adição de xilanase sobre o desempenho, digestibilidade e equilíbrio eletrolítico do plasma sanguíneo de suínos jovens. Estes observaram que suplementação com a xilanase não influenciou o desempenho produtivo, e aumentou a digestibilidade da matéria seca e do nitrogênio e não foi observada interação sobre nível catiônico da dieta e a adição da carboidrase.

Nery et al. (2000) realizaram três experimentos para estudar o desempenho, digestibilidade e determinar os níveis de enzimas exógenas para leitões dos 10 a 30 kg, onde utilizou uma dieta basal (milho, farelo de soja, minerais e vitaminas) adicionando as enzimas (amilase, lipase, protease e o complexo de amilase, lipase e protease) e observaram que quando foi adicionado, o complexo não influenciou o consumo médio de ração e o ganho médio de peso, porém, o uso incrementou a digestibilidade dos nutrientes, principalmente a proteína, sem alterar os valores de energia digestível e metabolizável.

Teixeira et al. (2000) observaram que a adição de enzimas em forma de complexo, formado por amilase, protease e celulase, em dietas com diferentes fontes protéicas, não influenciou o desempenho produtivo dos leitões na fase de creche.

Utilizando enzimas nas rações pré-iniciais para leitões em aleitamento, Andrade et al. (2003) observaram que adição do complexo enzimático (xilanase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease), influenciou o consumo de ração a conversão alimentar e o peso final sendo observado uma redução no consumo de ração, uma melhor conversão alimentar e maior peso final nos animais alimentados com a ração com enzima.

Smiricky et al. (2002) avaliaram diversos subprodutos da soja e adição da enzima  $\alpha$ -galactosidase, observando que a enzima não alterou a digestibilidade do nitrogênio e dos aminoácidos, com exceção da valina e da tirosina e da digestibilidade da rafinose que foram melhoradas.

Pan et al. (2002) realizaram dois experimentos para verificar o efeito de suplementação de  $\alpha$ -galactosidase (0,01 e 0,05%) sobre o desempenho e digestibilidade dos nutrientes e as populações bacterianas intestinais de leitões desmamados aos 21 dias. O ganho médio diário de peso, consumo de ração e a conversão (de) alimentar não foram influenciadas pela suplementação, mas a digestibilidade de ileal de estaquiase, rafinose, energia e proteína bruta foram melhoradas significativamente quando a enzima foi adicionada. As populações microbianas no intestino foram modificadas pela suplementação da enzima.

Analisando dois níveis (0,025 e 0,05%) de  $\alpha$ -galactosidase e  $\beta$ -mananase em dietas baseadas em milho e farelo de soja sobre a digestibilidade e o desempenho produtivo de leitões desmamados com 21 dias, Kim et al. (2001) verificaram uma maior digestibilidade da energia e de alguns aminoácidos (lisina, treonina e triptofano) e um melhor desempenho quando as dietas foram suplementadas com as enzimas.

Kim et al. (2003) realizaram três experimentos avaliando o uso de carboidrases (mananase, mannosidase, galactosidase e traços de outras enzimas) nos níveis de 0, 0,1 e 0,2% em dietas (milho e farelo de soja) para leitões desmamados aos 21 dias, onde observaram que com a adição do complexo enzimático, a altura das vilosidades foi aumentada e com isso a digestibilidade dos aminoácidos e da energia foi melhorada.

Pascoal, (2005) avaliou diferentes níveis de enzimas (carboidrases) em dietas a base de milho e farelo de soja para leitões desmamados sobre o desempenho, componentes sanguíneos e morfologia intestinal, este não observou efeito sobre o desempenho produtivo, porém foi observado uma melhoria na integridade da mucosa intestinal, mas esta melhora não foi correlacionada com o desempenho.

#### Considerações

Nessa revisão foram demonstrados os possíveis benefícios que a utilização de enzimas exógenas pode trazer aos leitões desmamados. Porém, os resultados são contraditórios sobre o uso de enzimas exógenas nas dietas para leitões desmamados.

#### Referencias Bibliográficas

ACAMOVIC, T. **Commercial application of enzyme technology for poultry production.** World's Poultry Science. J., v.27, p. 225-237. 2001

ANDRADE, T.S; ARAÚJO, L.R.S.; CORREIA JR, A.A. et al. Utilização de enzimas nas rações para leitões durante a lactação. In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos-ABRAVES, **Anais...** p.301-302, 2003.

ARAÚJO, L.R.S.; CORREIA JR, A.A; ANDRADE, T.S. et al. Utilização de enzimas nas rações para leitões na fase de creche. In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos-ABRAVES, **Anais...** p.299-300, 2003.

AUMAITRE, L. A. Adptation and efficiency of the digestive process in the gut of the young piglet: Consequences for the formulation of a weaning diet. In: Special Issue, Swine Nutrition Session, **Journal Animal Science**, v.13, p.227-242, 2000.

BERTOL, T.M., LUDKE, J.V., NORES, N. Efeito de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho, composição corporal e morfologia intestinal em leitões. Revista Brasileira de Zootecnia, 29 n.6, p.1735-1742, 2000.

CLASSEM, H.L. Enzymes in action, **Feed Mix**, v.4 n.2,1996.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves In: Simpósio Internacional ACV-EMBRAPA sobre Nutrição de aves, Concórdia, SC. **Anais...** p.129, 1999.

DERSJANT-LI, Y; SCHULZE, H; SHRAMA, W; et al. Feed intake, growth, digestibility of dry matter and nitrogen in young pigs as affected by cátion-anion difference and supplementation of xilanase. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.85, p.101-109, 2001.

DURAM, R. **Anais da jornada internacional porcicultura**, Madrid, 2002.

EASTER R. A. Acidification of diets for pigs, In: HARESING, W., COLE P.J.A. (eds.) **Recent Advance in Animal Nutrition**,1988.

EASTER, R.A. AND KIM, S.W. Recent advances in protein sources for weanling pigs. In: Special Issue, Swine Nutrition Session, **Journal Animal Science**, v.13, p.252-260, 2000.

FERKET, P. Enzymes offer way to reduce waste, improve performance. **Feedstuffs**, January 22, p.2000-2008, 1995.

FERNANDES, P; MALAGUIDO A. Complexos enzimáticos: Novos avanços na produção animal, **Porkworld**, n.14, n.2, p.38-43, 2003.

FIREMAN F. A. T. et al, Enzimas na alimentação de suínos, **Revista Ciência Rural**, v.28 n.1, p.173-178, 1998.

GDALA, J; JOHANSEN, H.N; BACH KNUDSEN, K.E; et al. The digestibility of carbohydrates, protein and fat in small and large intestine of piglets fed non-supplemented and enzyme supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.65, p.15-33, 1997.

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

GUENTER, W. Pratical experience whith the use de enzymes. 2003, **On line**. Disponível na Internet: <http://www.idre.ca/books/focus/821/chp6.html>. Acessado em 15 de setembro de 2003.

HANNAS, M.I., PUPA, J.M.R. Enzimas: Uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura. **Porkworld**, Maio-Junho, 2003.

HAUSCHILD L., LOVATTO.P. A.; GARCIA G.G; et al. Digestibilidade, balanços do nitrogênio e Fósforo para suínos contendo diferentes níveis de trigoilho em substituição ao milho com ou sem adição de enzimas. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1557-1562, 2004.

HENN, J.D. Seminário apresentado na disciplina bioquímica do tecido animal do programa pós-graduação em ciências veterinárias da UFRGS no primeiro semestre de 2002, **On line**, disponível na Internet <http://www.ufrgs.com.br/trabalhosbioquimica>, acessado em 15 de setembro de 2003.

HOGBERG, A; LINDERBERG, J,E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, p.1-15, 2004.

HUISMAN, J., AND G. H. TOLMAN. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: **Recent Advances in Animal Nutrition**. P. C. Garnsworthy, W. Haresign, and D. J. A. Cole, ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, U.K. p.3,1992.

INBORR, J.MEULEN, J.V. Residual activity of added enzymes in relation to fibre digestibility in terminal ileum of growing pigs. In: WENK, c. and BOESINGER, M. Enzymes in animal nutrition-1 st symposium proceedings. **Anais...** Kartause Ittingen, Switzerland. October 13-16, p.34-37, 1993.

KIDDER, D.E. Nutrition of the early weaned pig compared witch the sow reaved pig. **Pig News and Information**, v.3 p.25, 1982.

KIM, S.W., I. MAVROMCHALIS AND R.A. EASTER. Supplementation of alpha-1,6-galactosidase and beta-1,4-mannanase to improve soybean meal utilization by nursery pig. **Journal Animal Science**. 79:Suppl. 1. 2001.

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

JENSEN M.S; BACH KNUDSEN, K.E; INBORR, J; JAKOBSENK. Effect of  $\beta$ -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.

JONGBLOED, A. W., KEMME P.A., MROZ, Z. The role of microbial phytases in pig production, In: enzymes in animal nutrition. Proceedings of 1 st Symposium Kartause Ittingen, **Anais...** Switzerland. p.173-180, 1992.

LI, S; SAUER, W.C.; MILLER E.R; et al. Effect of  $\beta$ -glucanase supplementation to hulled barley-or wheat-soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein,  $\beta$ -glucans, and amino acids in young pigs. **Journal Animal Science**, v.74, p.1649-1656, 1996.

LI, W.F; FENG,J; XU, Z.R; YANG, C.M. Effects of non-starch polysaccharides enzymes on pancreatic and small digestive enzyme activities in piglet fed diets containing high amounts of barley. **World Journal of Gastroenterology**, v.10, n.6, p.856-859, 2004.

LOVATTO P.A. Nutrição e alimentação, **Suínocultura geral**. cap. 05 p.63-83, 2002.

MAKKINK, C.A.; NEGULESCU, G.P.; GUIXIN, Q. et al. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets, **British Journal of Nutrition**, v.72, p.353-368, 1994.

MAHAN, D.C. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kg body weight. **Journal Animal Science**, v.69 p.1370, 1991.

MAVROMICHALIS I; HANCOCK I.D; SENNE B.W. et al. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal Animal Science**, v.78, p.3086-3095, 2000.

MAXWELL, C. V; CARTER, S. D. Feeding the weaned pig. In: **Swine nutrition**, Lewis, A.J.; Southern L.L. Ed. CRC Press, Florida, p.691-723, 2001.

MEDEL,P; BAUCCELLS,F; GRACIA, M.I; et al. Processing of barley and enzyme supplementation in diets for young pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.113-122, 2002.

NERY, V.L.H., LIMA, J.A.F., MELO, R.C.A., FIALHO, E.T., 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..

PADRIDGE, G. Como trabaja la digestión. **Indústria Porcina**. v.16, n.3,p.21-22,1996.

PASCOAL, L. A. F. **Complexo enzimático em dietas a base de milho e farelo de soja para Leitões desmamados os 21 dias.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Paraíba- UFPB, Areia, p. 55, 2005.

PAN, B., LI, D., PIAO, X. et al. Effect of Dietary Supplementation With  $\alpha$ -Galactosidase Preparation and Stachyose on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Intestinal Bacterial Populations of Piglets, **Archives of Animal Nutrition**, v.56, n.º 5,p.327- 337, 2002.

PENZ JUNIOR, A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Botucatu-SP, p.165-178, 1998.

RODRIGUES, P.B; FREITAS, R.T.F; FIALHO, et al. Efeitos da adição de enzimas sobre a digestibilidade e valores energéticos de rações para suínos em crescimento. In: 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** 2000.

ROPPA L. Avanços na nutrição de leitões, **Anuário Suinicula**, janeiro,1988.

ROTTER, B.A. The future of crude enzyme supplements in pig nutrition. **Pig News Information**. v.11, n.1, p.15-17, 1990.

ROURA, E. Changes in piglet feeding behaviour at weaning: digestive development and dietary factors. In: II Congresso Latino Americano de Suinocultura, **Anais...** Foz do Iguacu, Paraná p.115-124, 2004.

SALANOVA, M.S. 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. **Anais...** Campinas, p.13, 1996.

SILVA M. A. **Ácidos orgânicos e suas combinações em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade.** Dissertação de mestrado, UFLA, Lavras, MG, 2002.

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 pig. **Journal Animal Science**, v.80, p.2433-2441, 2002.

TEIXEIRA A. O; LOPES, D.C; FERREIRA, V.P.A; et al. Utilização de enzimas em rações com diferentes níveis e fontes de proteína para leitões na fase de creche In: 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** p.788-789, 2000.

TRINDADE NETO, M.A.; LIMA, J.A.F.; BETERCHINI, A.G. et al. Dietas e níveis protéicos para leitões desmamados aos 28 dias de idade – fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.1, p.92-99, 1994.

WENK, C. What are the benefits of carboidrases in the nutrition of monogastrics farm animals. In: WENK, C. and BOESSINGER, M. Enzymes in animal nutrition-1 st symposium. **Anais...** Kartause Ittingen, Switzerland. October 13-16, 1993.

WENK, C. WEISS, E, BEE, G. Interaction between a phytase and carboidrase in a pig diet. In: WENK, C. and BOESSINGER, M. Enzymes in animal nutrition-1 st symposium. **Anais...** Kartause Ittingen, Switzerland. October 13-16, p.160-164, 1993b

YIN, Y.L; BAIDOO, S.K; JIN, L.Z; LIU, Y.G; SHULZE, H; SIMMINS P.H. The effect of different carbohydrase and protease supplementation on apparent (ileal and overall) digestibility of nutrients of five hullless barley varieties in young pig. **Livestock Production Science**, v. 71, p.109-120, 2001.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: Pré-Simpósio de nutrição Animal, **Anais...** Santa Maria/RS, p.37-49, 2001.

ZIJLSTRA, R.T; PATIENCE J.F. and SIMMINS, P.H. Effect of enzyme supplementation to wheat-canola meal diets on performance e nitrogen balance of grower pigs. **Advances in Pork Production**, v.11 p.13-16, 2000.