



**PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.**

Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=561>>.

**Enzimas exógenas na nutrição de animais monogástricos**

---

Edson Ferraz Evaristo de Paula<sup>1</sup>, Rafael Felice Fan Chen<sup>1</sup>, Fernanda de Pollo  
Maia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduandos do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná – UFPR  
Rua dos Funcionários nº 1540 – Curitiba, PR - CEP 80035-050 – Juvevê

---

**Resumo** - Devido à grande utilização de alimentos de origem vegetal na nutrição de animais monogástricos e à presença de compostos de baixa digestibilidade nestes ingredientes, sendo esses considerados fatores antinutricionais como os polissacarídeos não amiláceos e o ácido fítico, a adição de enzimas exógenas nas rações tem se tornado cada vez mais necessária. Essas tendem a potencializar a ação das enzimas endógenas e possibilitar a utilização de alimentos alternativos que normalmente apresentam menor digestibilidade. É fundamental para o profissional da área de nutrição animal conhecer os diversos fatores relacionados à utilização de enzimas industriais nas rações sendo o principal objetivo desta revisão tentar esclarecê-los. O uso de aditivos enzimáticos vem se expandindo principalmente pela necessidade do uso de alimentos alternativos e pela ação efetiva na redução da contaminação ambiental, porém depende de um estudo econômico.

**Palavras Chave:** Aditivos enzimáticos, Fitase, Polissacarídeos não amiláceos.

## **Exogenous enzymes in nutrition of monogastric animals**

**Abstract** - Because the wide use of feed of vegetal origins in the nutrition of monogastric animals and the presence of compounds in these ingredients with low digestibility, being these considered antinutritional factors such as non-starch polysaccharide and phytic acid, the addition of exogenous enzymes in diets has becoming increasingly necessary. The exogenous enzymes tend to potentiate the action of endogenous ones and allow the use of alternative foods that typically have lower digestibility. It is fundamental to the professional from animal nutrition area knows the various factors related to the use of industrial enzymes in feed and it's the main objective of this review trying to enlighten them. The use of enzymatic additives is spreading mainly by the necessity of the use of alternative foods and its effective action in reducing environmental contamination, but it depends on an economic study.

**Keywords:** Enzymatic additives, Phytase, Nonstarch polysaccharides.

## **INTRODUÇÃO**

No Brasil, as dietas para monogástricos são formuladas à base de Milho e Farelo de soja, sendo estes considerados alimentos de alta digestibilidade. Entretanto, mesmo esses ingredientes passando muitas vezes por extrusão e peletização, existem alguns fatores antinutricionais e constituintes de baixa digestibilidade que não são afetados por estes processos. Somado a este fator está o fato de que animais não-ruminantes apresentam insuficiência e até mesmo ausência de enzimas endógenas necessárias para atuar no desdobramento destes constituintes.

Desde 1996 na União européia foi banido o uso de proteínas animais na alimentação de animais de fazenda, tornando assim necessário a utilização de

fontes protéicas alternativas. Uma das alternativas foi a utilização de sementes como ervilhas, feijão e oleaginosas como tais fontes. Porém, esses alimentos têm um grande problema: os fatores antinutricionais que causam baixa digestibilidade e os inibidores de minerais e aminoácidos, fazendo necessária a utilização de enzimas exógenas.

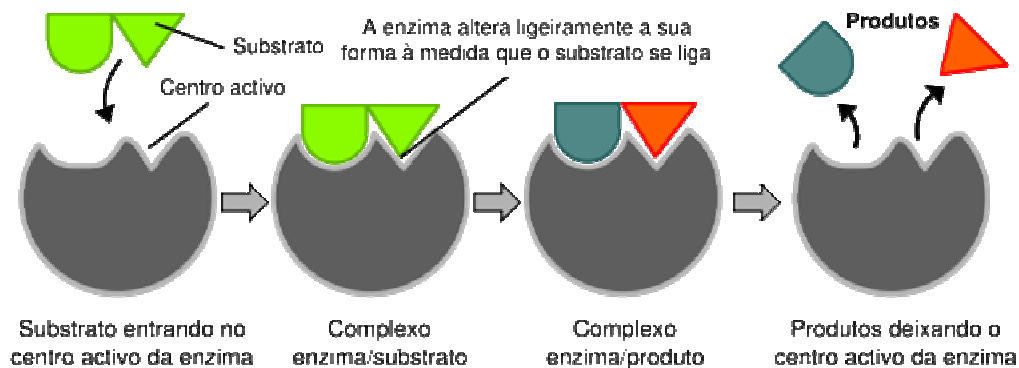
Com base nisso, podemos considerar de fundamental importância a utilização de aditivos enzimáticos na dieta desses animais para garantir boa utilização dos ingredientes vegetais e um bom desempenho, além de diminuir o impacto ambiental devido aos excrementos e baixar os custos com a ração. É essencial para o profissional da área de nutrição animal conhecer os efeitos, benefícios e demais aspectos da utilização de enzimas exógenas para monogástricos.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **Enzimas**

Enzimas são proteínas globulares, com cadeias de aminoácidos unidas por ligações peptídicas e articuladas em estruturas tridimensionais, terciárias ou quaternárias. Funcionam como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações bioquímicas sem se deixarem consumir durante esse processo. São capazes de decompor moléculas complexas em unidades menores, tendo assim papel muito importante na digestão. Convertem uma substância chamada de substrato em outra denominada produto, e são extremamente específicas para a reação que catalisam. Isso significa que, em geral, uma enzima catalisa só um tipo de reação química. Além disso, são substrato dependentes, ou seja, a secreção enzimática é estimulada pela presença do substrato.

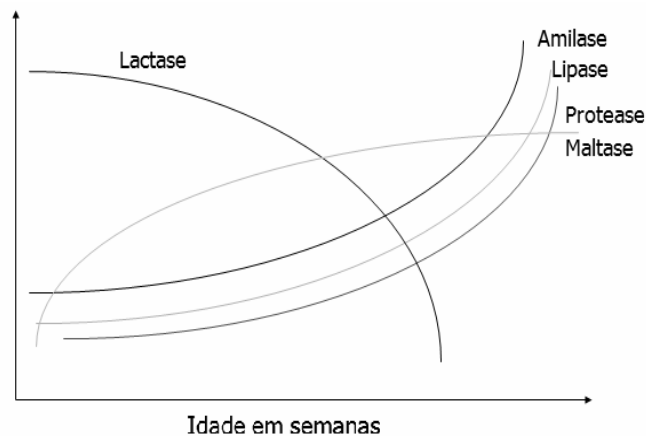
Cada enzima contém uma fenda exclusiva, que por sua vez contém aminoácidos que criam uma superfície complementar ao substrato. Esta fenda é denominada sitio ativo e se liga ao substrato formando o complexo enzima-substrato que posteriormente será convertido a enzima e produto, conforme a figura 1. A velocidade da reação catalisada por uma enzima é aumentada devido ao abaixamento da energia de ativação necessária para converter o substrato no produto.



**Figura 1.** Ilustração do complexo enzima-substrato e enzima-produto.

As enzimas têm um pH e temperatura ótima ou uma região de pH ou temperatura ótima na qual sua atividade é máxima. Extremos de pH podem levar à desnaturação das enzimas e temperaturas excessivas também têm efeitos prejudiciais à estrutura destas.

Animais monogástricos em geral apresentam deficiência na produção de algumas enzimas nas primeiras semanas de idade. Isso ocorre pela ausência do substrato que estimularia a atividade das mesmas nessa fase. Suínos, por exemplo, nas primeiras semanas de vida apresentam basicamente o leite como substrato, tendo portanto, somente a lactase como enzima atuante (figura 2).



**Figura 2.** Enzimas endógenas dos leitões nas primeiras sete semanas de vida (Adaptado de KIDDER & MANNERS, 1978)

Existem ainda, enzimas que não são secretadas mesmo na presença do substrato. Isso ocorre porque o código genético dos monogástricos não dispõe da indicação para sua síntese (Penz Jr., 1998). Entre elas estão a celulase, hemicelulase, xilanase e fitase.

Para contornar este problema, torna-se interessante a utilização de enzimas industriais nas dietas de monogástricos para potencializar a ação das enzimas endógenas. Devem ser consideradas ainda outras vantagens da utilização de aditivos enzimáticos, tais como:

- Possibilidade de utilização de ingredientes alternativos que possuem nutrientes pouco disponíveis (cevada, trigo, aveia...);
- Reduzir ou eliminar efeitos negativos dos fatores anti-nutricionais;
- Aumentar a digestibilidade total da ração;
- Diminuir a poluição ambiental provocada pela excreção de nutrientes.
- Em alguns casos maior disponibilidade de aminoácidos para síntese protéica, pois a inclusão de enzimas exógenas reduz a necessidade de síntese de enzimas endógenas.

As enzimas utilizadas na dieta de monogástricos são consideradas aditivos, pois se enquadram na definição proposta pela Normativa nº13, de

novembro de 2004, que classifica aditivo como toda substância ou microorganismo adicionados intencionalmente às rações, que normalmente não se consomem com alimentos, tenham ou não valor nutritivo, que afetam ou melhoram as características do alimento ou produtos animais.

Os aditivos enzimáticos não possuem função nutricional direta, mas auxiliam o processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta (Henn, 2002). Nos países da Europa vêm sendo amplamente utilizados, pois nesta região as principais fontes de energia em ração de monogástricos (principalmente aves e suínos) são cereais, cevada, aveia, trigo, centeio e triticale, que apresentam em sua composição fatores considerados antinutricionais, os quais causam problemas à produtividade animal como: redução do crescimento, pior conversão alimentar, alterações hormonais e lesões de órgãos. Estes compostos ao atingirem o lúmen intestinal se dissolvem, reduzindo a digestão dos nutrientes e a capacidade de absorção dos mesmos (GUENTER, 1993; SOTO-SALANOVA, 1996).

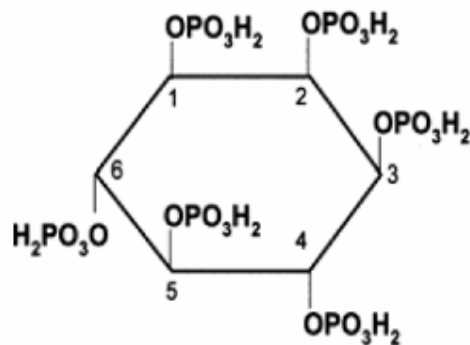
São apresentadas na tabela 1 as principais enzimas utilizadas nas dietas de monogástricos, seus substratos e os efeitos na digestão. No trato digestivo, a enzima adicionada à ração é ativada quando se mistura aos fluidos digestivos e sob a temperatura do organismo (ROTTER, 1990).

Enzima	Substrato	Efeitos
Xilanase	Arabinoxilanas	Redução da viscosidade da digesta.
Glucanases	$\beta$ -glucanos	Redução da viscosidade da digesta. Menor umidade na cama.
Pectinases	Pectinas	Redução da viscosidade da digesta.
Celulases	Celulose	Degradação da celulose e liberação de nutrientes
Proteases	Proteínas	Suplementação das enzimas endógenas. Degradação mais eficiente de proteínas.
Amilases	Amido	Suplementação das enzimas endógenas. Degradação mais eficiente do amido.
Fitase	Ácido fítico	Melhora a utilização do fósforo dos vegetais. Remoção do ácido fítico.
Galactosidases	Galactosídios	Remoção de Galactosídios
Lipases	Lipídios e ácidos graxos	Melhora a utilização de gorduras animais e vegetais

**Tabela 1.** Resumo das principais enzimas utilizadas em rações para monogástricos.

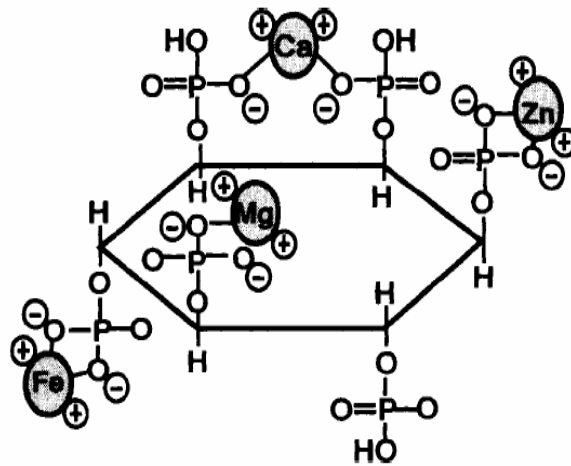
## Fitase

As plantas absorvem os nutrientes minerais do solo e esses são repassados ao grão, sendo o fósforo acumulado na forma de ácido fítico ou fitato. A molécula de ácido mio-inositol hexafosfórico, ou simplesmente fitato, é composta de seis carbonos contendo um grupamento fosfato ligado a cada um destes (figura 3). Devido ao seu grupo ortofosfato que é altamente ionizado, o ácido fítico complexa com uma variedade de cátions (Ca, Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, etc) (figura 4), e com o grupo amina de alguns aminoácidos formando quelatos de baixíssima solubilidade, interferindo na absorção de aminoácidos e podendo também, inibir a atividade da tripsina e da pepsina.



**Figura 3.** Estrutura do ácido fítico

As moléculas de proteína também podem ser ligadas ao fitato sendo este então chamado de fitina. Essas características classificam o fitato como um fator antinutricional.

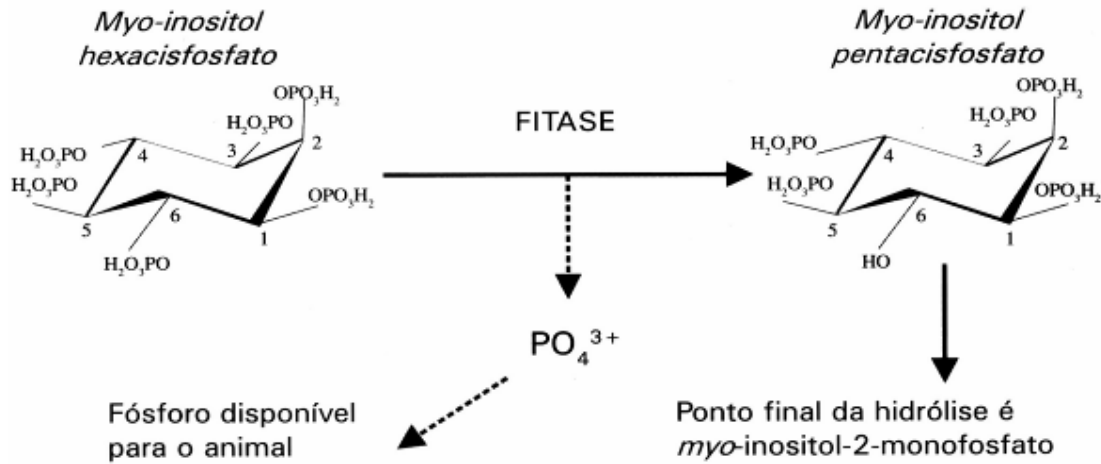


**Figura 4.** Ácido fítico quelatado com minerais.

Para frangos de corte alimentados à base de farelo de trigo e sorgo, a digestibilidade do N observada por RAVINDRAN et al. (1999) teve relação inversa com a quantidade de fitato presente no alimento, ou seja, quanto mais P na forma de ácido fítico presente na dieta maior foi a quantidade de N indisponibilizado junto a essa estrutura, devido à capacidade desse de quelatar nutrientes. De forma similar, o ganho de peso em frangos de corte alimentados a base de farelo de trigo e sorgo decresceu à medida que os níveis de fitato aumentaram.

A fitase é uma enzima que hidrolisa um ou mais grupos fosfato da molécula de fitato, liberando o fósforo dos vegetais para que ele seja absorvido pelos animais. Sua ação consiste na transferência do grupo fosfato do substrato para a enzima e da enzima para a água, liberando o fosfato inorgânico juntamente com o nutriente preso a sua estrutura para possível absorção (Figura 5).





**Figura 5.** Mecanismo de ação da Fitase.

Os animais monogástricos apresentam uma insuficiente produção dessa enzima e, conseqüentemente, uma baixa digestibilidade do ácido fítico fazendo com que o fósforo inorgânico passe pelo trato digestório sem ser absorvido.

Aproximadamente 70% do fósforo das plantas se encontra indisponível, ligado ao fitato. Para suínos, por exemplo, essa quantidade seria suficiente para atender suas funções essenciais, não fosse a baixa disponibilidade. Isso nos obriga a utilizar outras fontes de fósforo na alimentação para suprir as necessidades desses animais (fosfato bicálcico, por exemplo).

Considerando que o fósforo é o terceiro ingrediente mais caro em dietas de aves depois de energia e proteína (BIEHL et al.,1998), a suplementação através de fontes inorgânicas, além de aumentar os custos, agrava o problema de contaminação ambiental, pois animais alimentados com quantidades de fósforo acima do requerido eliminam o excesso através dos dejetos, causando lixiviação. Suínos e aves excretam mais da metade do fósforo consumido pelas suas dietas, sendo assim, a utilização de fitase exógena na dieta de monogástricos vem sendo uma alternativa eficiente para aumentar os níveis de aproveitamento do fósforo de origem vegetal. É importante realçar que cada 0,1% de fósforo disponível liberado pela fitase, equivale entre 4,5 a 5,5 Kg de fosfato bicálcico, e à 15 a 25 Kg de farinha de

carne, por tonelada de ração, dependendo das matrizes nutricionais consideradas para os ingredientes (LECZNIESKI, 2005). Inúmeros estudos vêm sendo realizados com o objetivo de potencializar a utilização da fitase em dietas para monogástricos, visando aumentar desta forma a absorção de nutrientes e diminuir o impacto ambiental.

A fitase industrial é obtida através da recombinação gênica dos fungos *Aspergillus niger* e *Aspergillus ficuum*. O potencial da enzima é influenciado pelo nível da dieta de fósforo total e disponível (incluindo fósforo fítico) e pela quantidade de fitase suplementada (KORNEGAY, 1996). Como se trata de uma proteína, a fitase industrial tende a sofrer prejuízos em condições de altas temperaturas. Isso faz com que só seja interessante adicionar a enzima na ração depois dos processos de peletização. Porém, atualmente, algumas empresas já oferecem enzimas termoestáveis até 95° C facilitando assim o manuseio e utilização desta, mesmo em rações que ainda sofrerão processo de peletização.

Buscando avaliar os efeitos da utilização de fitase em rações à base de milho e farelo de soja, ingredientes vegetais comuns nas dietas e que apresentam grande parte do P na forma de ácido Fítico, TEJEDOR et al. (2001) observaram efeito positivo significativo no ganho de peso e na conversão alimentar de frangos de corte, devido à disponibilização do P por intermédio da enzima.

LAURENTIZ et al. (2004) concluíram que níveis muito baixos de Pd (Fósforo disponível) afetaram o desempenho das aves. A suplementação de fitase para frangos de corte tem favorecido a disponibilidade de P e, conseqüentemente, uma maior absorção deste nutriente pelos animais. Com os dados obtidos através de dois experimentos de digestibilidade em suínos, avaliando a eficiência da adição de fitase à dieta, CROMWELL et al. (1996) constataram que mesmo com menor fornecimento de P na ração, porém com adição da enzima, ocorreu aumento significativo na retenção de P pelos animais e conseqüente redução de P total excretado no ambiente em relação à dieta controle, tanto aos 34Kg como as 115Kg de peso corporal, demonstrando

assim os benefícios da utilização de fitase para aproveitamento do P e redução da poluição ambiental. Estudos Realizados por FIREMAN (2002) com níveis de fósforo, nitrogênio e cálcio nas excretas de poedeiras, adicionando Fitase na dieta, demonstraram que, comparados aos animais controle, houve redução significativa nos níveis dos nutrientes nas excretas ao utilizar a enzima, sendo favorecida a absorção e o aproveitamento pelo animal, podendo desta forma, proporcionar um melhor desempenho. Observou-se também um melhor aproveitamento de minerais como cálcio e zinco para Frangos de Cortes com a utilização da enzima, como constatado por SCHOENER et. al, (1993) e YI et al. (1996).

BEERS e JONGBLOED (1992), realizando pesquisas sobre o efeito da fitase para leitões (tabela 2), demonstraram que mesmo utilizando outras fontes de fósforo nas dietas e estas possibilitando um aumento do ganho de peso diário com conseqüentemente maior peso final, a adição da fitase à 1500u/kg se mostrou mais eficiente em melhorar desempenho, aumentando em aproximadamente duas vezes o peso final se comparado aos animais controles.

	Peso corporal (kg)		GPD (g)	CR (g/dia)	CA (g/g)
	Inicial	final			
DB	11,2	23,5c	424c	695c	1,65c
DB + 0,1% FMC	11,2	24,7b	469b	739b	1,59b
DB + 0,2% FMC	11,2	24,4bc	456b	735b	1,62bc
DB + 1500 u/kg	11,2	26,5a	529a	802a	1,52a

**Tabela 2.** Efeito da adição de fitase na dieta de leitões. DB – Dieta basal; FMC - fosfato monocálcico (Adaptado de Beers & Jongbloed, 1992).

## **Complexos Multienzimáticos**

Os animais monogástricos não possuem a capacidade endógena de digerir alguns compostos como: celulose, arabinosilano, beta-glucano, pectinas e outros, que estão presentes nos grãos oleaginosos e cereais utilizados como matérias primas básicas em rações. Estes compostos contêm em suas paredes celulares carboidratos complexos, classificados como polissacarídeos não amiláceos. Existem vários termos para definir PNA's: Fibra Bruta, que se refere unicamente às porções de NPS insolúveis + lignina; Fibra Dietética: que se refere aos NSPs + lignina; Fibra em Detergente Neutro (FDN), que se refere a celulose, hemicelulose e lignina; Fibra em Detergente Ácido (FDA), que se refere a celulose + lignina. PNAs são macromoléculas de polímeros de açúcares simples (monossacarídeos), unidas por ligações glicosídicas, formada por um grupo hemiacetal de um açúcar e um grupo hidroxila de outro. Devido à natureza das cadeias de ligações das unidades de açúcares, são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos animais não-ruminantes, apresentando, portanto, baixa digestibilidade.

As principais enzimas para degradação de PNA são xilanases, celulases e glucanases, que não são sintetizadas pelos não ruminantes. A composição, a natureza das ligações entre os monossacarídeos, a solubilidade, as características físico-químicas e o peso molecular dos polissacarídeos, afetam as suas propriedades e também o requerimento de enzimas para hidrolisá-los (CLASSEN, 1996). De acordo com BEDFORD (1996) citado por ZANELLA (2001), as aves são capazes de produzir certas enzimas digestivas como amilase para digerir o amido e protease para digerir proteína, porém não produzem enzimas necessárias para degradar a fibra, presente na maioria dos alimentos. A fibra dificulta a digestão impedindo que as enzimas digestivas endógenas atinjam o substrato alvo dos alimentos e interfere também na viscosidade da digesta. Segundo BRENES (1992), os  $\beta$ -glucanos e as pentosanas presentes nos grãos não são digeridos pelas aves. Estes se tornam solúveis durante a digestão conduzindo a um aumento da viscosidade do

quimo intestinal. Os PNA são então categorizados como fatores antinutricionais.

A digestão de PNAs dificulta a digestão dos alimentos pelo efeito de diluição formando um obstáculo para ação das enzimas nos respectivos substratos. Estes compostos formam uma película (goma) sobre o epitélio intestinal, dificultando a absorção dos nutrientes já digeridos. Isto é o que explica as diferenças entre o aproveitamento do farelo de soja pelos suínos e pelas aves. Os suínos aproveitam mais de 40% da energia metabolizável do farelo de soja que as aves (Rostano, 2005), devido ao fato de que esses têm uma capacidade fermentativa em nível de ceco muito maior que as aves.

Segundo CHOCT et al. (1992), o aumento da fermentação intestinal pela fibra pode diminuir a absorção da gordura, pelo fato da massa microbiana interferir na reciclagem portal de sais biliares. O aumento da viscosidade intestinal dificulta a atuação de outras enzimas no lúmen intestinal e altera a velocidade de passagem do alimento. Os PNAs são capazes de mobilizar grande quantidade de água quando o tipo de fibra é solúvel, aumentando dessa forma, a viscosidade do fluído. A viscosidade depende do tamanho desses polissacarídeos, da forma e da sua concentração. Vários problemas estão correlacionados ao aumento da viscosidade, entre eles, podemos citar a correlação negativa existente entre a viscosidade da digesta e a digestibilidade dos nutrientes nas aves (CHOCT & ANNISON, 1992; BEDFORD, 1996; CHOCT, 2000), influenciando no valor nutritivo dos cereais (BRENES, 1992). O aumento da viscosidade contribui ainda para o desenvolvimento de doenças intestinais como a coccidiose e enterite necrótica, e pode também, aumentar a incidência de umidade na cama aviária com elevação dos teores de amônia. SMITS et al. (1998), verificaram os efeitos da fibra em dietas com alta viscosidade na absorção de lipídeos e concluíram que esta aumenta a atividade microbiana, fazendo com que ocorra uma diminuição da absorção de sais biliares, contribuindo para má absorção de lipídeos.

A utilização de enzimas exógenas se torna importante, pois hidrolisam os polissacarídeos não amiláceos que podem ser potencialmente utilizados pelo

animal, aumentando, por exemplo, a utilização de energia. Também com a quebra da fibra pela enzima, o acesso das enzimas endógenas aos nutrientes encapsulados dentro das paredes ricas em fibras é favorecido. Em dietas à base de cereais de alta viscosidade, as enzimas exógenas reduzem a viscosidade da digesta, degradando os complexos e fibras solúveis responsáveis por promover essa viscosidade. Para essas dietas se utiliza, geralmente, complexos enzimáticos compostos por glucanase, amilase, arabinoxilanase, celulase e hemicelulase. Para dietas de baixa viscosidade os suplementos enzimáticos contêm amilase, protease e xilanase.

Em frangos de corte de 1 a 21 dias, a adição do complexo multienzimático em rações com soja extrusada, provocou efeito positivo sobre o ganho de peso e conversão alimentar, segundo estudos realizados por BRITTO et al. (2006). BEDFORD & CLASSEN (1992), demonstraram através de estudos da digestibilidade ileal em frangos aos 21 dias, utilizando dietas a base de trigo e a enzima xilanase, que houve redução da viscosidade da digesta e melhor aproveitamento da energia e dos nutrientes na ração que continha a enzima. PACK & BEDFORD (1997) constataram melhoria no ganho de peso e conversão alimentar, utilizando enzimas para frangos alimentados com uma dieta a base de trigo.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Além de beneficiar o animal com o aumento da disponibilidade de nutrientes, a utilização de enzimas exógenas na nutrição de animais monogástricos tem um grande papel positivo na redução do impacto ambiental, diminuindo a concentração de nutrientes poluentes despejados no ambiente. O uso de enzimas pode também promover um aumento do grau de bem-estar para os animais, principalmente frangos de corte, tendo em vista a melhoria na qualidade da cama. Possibilita ainda a utilização de alimentos alternativos nas rações, sendo estes comumente mais baratos.

Cada vez mais, faz-se necessário ao profissional da área de nutrição animal conhecer melhor o modo de ação das enzimas exógenas, entender os

Paula, E.F.E., Chen, R.F.F. e Maia, F.P. Enzimas exógenas na nutrição de animais monogástricos. PUBVET, Londrina, V. 3, N. 14, Art#561, Abr3, 2009.

mecanismos, possibilidades de uso, valorização dos ingredientes, restrições e demais aspectos da utilização destas na alimentação de animais, especialmente os de produção. A decisão do uso de enzimas depende do tipo de ingrediente utilizado e da relação custo-benefício que a suplementação enzimática poderá acarretar.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, L. F. T.; BUNZEN, S.; ROSTAGNO, H. S.; Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: VII SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS – AVESUI, Belo Horizonte. **Anais...** p. 73-90, 2007.
- APPLEGATE, T.J; WEBEL, D.M; LEIT, X.G. Efficacy of a phytase derived from *Escherichia coli* and expressed in yeast on phosphorus utilization and bone mineralization in turkey poults. **Poultry Science**, v.82, p.1726-1732, 2003.
- BARNETT, G.M. Phosphorus forms in animal manure. **Bioresource technology**, v. 49, p.139-147, 1994.
- BEDFORD, M.R.; CLASSEN, H.L. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. **Journal of Nutrition**, v.122, p.560-569, 1992.
- BEERS, S.; A. W. JONGBLOED. Apparent overall (total tract) digestibility of P in relation to doses of *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.242, 1992.
- BOLING-FRANKENBACH, S.D; PETER, C.M; DOUGLAS, M.W et al., Efficacy of phytase for increasing protein efficiency ratio values of feed ingredients. **Poultry Science** v.80, p1578-1584, 2001.
- BRENES, A. Influencia de la adición de enzimas sobre el valor nutritivo de las raciones en la alimentación aviar. **Selecciones Avícolas**, v.22, p.787-794, 1992.
- BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Adição de complexo enzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.457-461, 2006
- CHOCT, M.; ANNISON, G. Antinutritive activity of wheat arabinoxylans: role of viscosity and gut microflora. **British Poultry Science**, v.33, p.821-834, 1992.
- CHOCT, M.; ANNISON, G.; TRIMBLE, R. Soluble wheat pentosans exhibit different antinutritive activities in intact and cecectomized broiler chickens. **Journal Nutrition**, v.122, p.2457-2465, 1992.

Paula, E.F.E., Chen, R.F.F. e Maia, F.P. Enzimas exógenas na nutrição de animais monogástricos. PUBVET, Londrina, V. 3, N. 14, Art#561, Abr3, 2009.

CHOCT, M.; HUGHES, R.J. **The New Season Grain Phenomenon: The role of endogenous glycanases in the nutritive value of cereal grains in broiler chickens.** Australia, Published by RIRDC Publications, 46p, 2000.

CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, v.62, p.21-27, 1996.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIGUEIREDO, A.V.; et al. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo do farelo de arroz em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.537-552, 2002.

COON, C.N. et al. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, v.69, p.787-793, 1990.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV\_EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Concórdia, SC. **Anais.. EMBRAPA\_CNPISA**, 1999, p.115-129.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. Supplementation of diets containing peã meal with exogenous enzymes: effects on weight gain, feed conversion, nutrient digestibility and gross morphology of the gastrointestinal tract growing broiler chicks. **British poultry science**, v.44, p.427-437, 2003.

CROMWELL, G.L., COFFEY, R.D., MONEGUE, H.J. et al. Efficacy of low activity, microbial phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn soybean meal diest for pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.449-456, 1995.

EDWARDS, JR.H.M. Studies on the efficacy of cholecalciferol and derivatives for stimulating phytate utilization in broilers. **Poultry Science**, v.81, p.1026-131, 2002.

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

FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F., et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.1, p.402-410, 2002.

FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F. et al. Efeito da suplementação enzimática em rações a base de milho/farelo de soja sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29(4), p.1103-1109, 2000.

FURLAN, A.C.; FRAIHA M.; MURAKAMI, et al. Utilização de complexo multienzimático em dietas de frango de corte contendo triticales, ensaio de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 26, n.4, p.759-764, 1997.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO A.F.; et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.5, p. 1414-1426, 2000.

GOLDFLUS, F. Ingredientes derivados do processamento da soja aplicados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES. **Anais.. Campinas: 2001, p.97-188. 2001**



Paula, E.F.E., Chen, R.F.F. e Maia, F.P. Enzimas exógenas na nutrição de animais monogástricos. *PUBVET*, Londrina, V. 3, N. 14, Art#561, Abr3, 2009.

GRACIA, M.I; ARANÍBAR, M.J; LÁZARO, R et al. Alfa-Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**. v.82, p.436-442, 2003.

HENN, J.D. **Aditivos enzimáticos em dietas de suínos e aves**. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do tecido animal. UFRGS, 2002.

JALAL, M.A; SCHEIDELER, S.E. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science** v.80, p.1463-1471, 2001.

JUNQUEIRA, O.M; DUARTE, K.F. Aditivos alternativos como promotores de crescimento frente aos desafios na saúde animal. 2007, Londrina. **Anais...** Zootec 2007, p407, 2007.

KIDDER, D.E., MANNERS, M.J. Digestion in the pig. **Scientechne Bristol**, University of Bristol, London, 201p., 1978.

KIM, W.K; LORENZ,E.S; PATTERSON, P.H. Effect of enzymatic and chemical treatments on feather solubility and digestibility. **Poultry Science** v.81, p.95-98, 2002

LAM, G.Q; ABDULLAH; JALALUDIN, S.; HO, Y.W. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science** v.81, p.1522-1532, 2002.

LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M; FREITAS Neto O.C, et al. Avaliação da adição da enzima fitase em dietas com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 6, p.24, 2004

LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AveSui, Florianópolis. **Anais...** p.36-46, 2006.

LEHNINGER, A.L; NELSON, D.L; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. ed. Sarvier. São Paulo. p147, 2005.

LIMA, ACF; et al. Atividade enzimática pancreática de frangos de corte alimentados com dietas contendo enzima ou probiótico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol.4, nº.3, p.187-194, 2002.

LÜDKE, M.C.M.M., LÓPES. J., BRUM, P.A.R., LÜDKE, J.V. Influencia da fitase na utilização de nutrientes em dietas compostas por milho e farelo de soja para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.5, p.1402-1413, 2000.

MALATHI, V; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysacchirede digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science** v.80, p.302-305, 2001.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Santos. **Anais...** p.307-327, 2007

NERY, V.L.H.; LIMA, J.A.F.; MELO, R.C.A.; FIALHO, T.E. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 3., p.794-2000, 2000.

ODETALLAH, N.H; WANG, J.J; GARLICH, J.D.; et al. Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. **Poultry Science** v.82, p.664-670, 2003.

Paula, E.F.E., Chen, R.F.F. e Maia, F.P. Enzimas exógenas na nutrição de animais monogástricos. *PUBVET, Londrina, V. 3, N. 14, Art#561, Abr3, 2009.*

ONYANGO, E.M; BEDFORD, M.R; ADEOLA, O. The yeast production system in which *Escherichia coli* phytase is expressed may affect growth performance, bone ash, and nutrient use in broiler chicks. **Poultry Science** v.83, p.421-427, 2004.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA F.; et al. Adição de Níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral para frangos de corte. **Archiver of Veterinary Science**, v.11, n. 3, p.31-35, 2006.

PACK, M; BEDFORD, M. Feed enzymes for corn-soybean broiler diets. A new concept to improve nutritional value and economics. **World Poultry Science**, v.13, p.87-93, 1997.

PENZ Jr., A. M. Enzimas em rações de aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1998. p.165-178.

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

REVISTA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, **Uso de enzimas na nutrição animal** – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal – SINDIRAÇÕES, Nº 19 - Jul/Set/2000

ROSA, A. P.; UTTAPATEL, R.; Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. In: VIII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, Chapecó. **Anais...** p.102-115, 2007.

SMITS, C.H.; VELDMAN, A.; VERKADE, H.J.; et al. The inhibitory effect of Carboxymethyl cellulose with high viscosity on lipid absorption in broiler chickens coincides with reduced bile salt concentration and raised microbial numbers in the small intestine. **Poultry Science**, v.77, p.1534-1539, 1998.

TEJEDOR, A.A, ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S., et al. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 3, p. 809-816, 2001.

TORRES M.D.; TEIXEIRA A. S.; BERTECHINI A.G.; et al. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27 n. 6, p. 1401-1408, nov/dez., 2003.

ZANELLA, I.; SOKOMURA, J.A; PIZAURO, K.Z. et al. Efeito da adição de enzimas exógenas na dieta sobre a atividade enzimática da amilase e tripsina pancreática em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 99 DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLA, São Paulo/SP. **Anais...** p.45, 1999.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: PRÉ-SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, Santa Maria/RS, **Anais...** 669p., p37-49, 2001.