

O USO DE ENZIMAS EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS

O objetivo deste trabalho é discutir aspectos referentes ao uso de enzimas em dietas de poedeiras, seja para redução do custo da alimentação ou para a melhora da qualidade óssea, do ovo e do desempenho produtivo.

Por | Everton Krabbe¹ e Helenice Mazzuco²

Com o passar dos anos, a competitividade tem sido um dos principais objetivos na produção animal. Recentemente, com a globalização dos mercados, essa tendência tem se estabelecido irreversivelmente. Diante desta perspectiva, muitos têm sido os avanços nas mais diversas áreas, seja genética, manejo, sanidade ou nutrição. Na área da nutrição especificamente, o maior empenho tem sido no sentido de melhorar resultados zootécnicos, mantendo ou preferencialmente reduzindo custo.

Dentre os pontos de maior avanço em nutrição se poderia citar: a adoção da técnica de formulação com base na proteína ideal; maior controle da qualidade da matéria-prima, embora ainda incipiente; uso de minerais orgânicos para a melhoria da qualidade de casca e ovo internamente; empregos de acidificantes, antifúngicos e adsorventes de micotoxinas; substituição, rotação ou combinação de pró e prebióticos como promotores de crescimento e melhoria da qualidade intestinal; e finalmente, o uso de enzimas. O objetivo deste trabalho é discutir aspectos referentes ao uso de enzimas em dietas de poedeiras, seja para redução do custo da alimentação ou para a melhora da qualidade óssea, do ovo e do desempenho produtivo.

O QUE SÃO E COMO FUNCIONAM AS ENZIMAS

As enzimas exógenas são substâncias protéicas, que têm a capacidade de auxiliar na degradação (quebra) de componentes específicos presentes nos alimentos e são obtidas de forma natural a partir das fermentações bacteriana e fúngica. Em geral, são altamente específicas e se classificam de acordo com o substrato sobre o qual atuam. No seu funcionamento, as enzimas exógenas atuam por meio dos mesmos mecanismos que as enzimas endógenas, primeiramente se ligando a um substrato específico e formando um

complexo enzima-substrato. Cada complexo enzimático tem uma atividade característica conforme o substrato que atua (Tabela 1). As enzimas têm apresentado maior potencial de ação nas dietas que contêm fatores antinutricionais, os quais impedem a absorção dos nutrientes. A adição de complexos enzimáticos melhora a eficiência de produção das aves através de um aumento na digestibilidade dos componentes da fibra, de redução nos efeitos dos fatores antinutricionais e na variabilidade dos nutrientes presentes nos alimentos.

Sabe-se que os animais jovens não têm a mesma capacidade digestiva dos adultos. Aves de até três e quatro semanas de vida não têm desenvolvido completamente a produção de amilases e nem dissacaridases (maltase e sacarase) e são também praticamente incapazes de degradar os polissacáideos estruturais durante toda a sua vida (Kempkamp, 1990). Segundo Carré *et al.* (1990), a capacidade das aves para digerir os polissacáideos insolúveis é praticamente nula. Assim, o emprego de enzimas exógenas correspondentes a substratos específicos do alimento suplementa o sistema enzimático endógeno melhorando a digestão da dieta, o que permite uma melhor utilização de matérias-primas convencionais (por exemplo, milho/soja), e o uso de matérias-primas alternativas, por diminuir a diferença entre o valor da energia bruta e a energia digestível de uma matéria-prima ou ração (Kempkamp, 1990).

A suplementação de enzimas pode, portanto, melhorar o valor produtivo dos alimentos comerciais e permitir uma maior flexibilidade na formulação das dietas, reduzindo o custo e mantendo os parâmetros nutricionais (Ferket, 1993; Brenes *et al.*, 1996). Dentre as principais enzimas de uso na alimentação animal, podemos citar as lipases, xilanases, glucanases, fitases, proteases. A(s) enzima(s) mais recomendada(s) para cada dieta está na dependência de sua composição em ingredientes (Tabela 2).



Os fatores antinutricionais mais evidentes que podem estar presentes numa ração são o fitato (fósforo fítico) e os polissacáideos não amiláceos (PNAs) em função de sua presença em maior concentração na dependência da matéria-prima. Em relação ao fósforo fítico, todos os ingredientes de origem vegetal apresentam o fósforo nesta forma não disponível para monogástricos (Tabela 3). Como pode ser observado na Tabela 3, do montante de P presente nas matérias-primas citadas, em média apenas 23,5% é disponível para as aves. Este fato merece algumas considerações. O primeiro aspecto é que boa parte do fósforo presente na dieta acaba simplesmente poluindo o meio ambiente por ser excretado em grande quantidade. Outro ponto é que se este fósforo estivesse disponível haveria uma economia de fontes de fósforo, tais como farinha de ossos, fosfatos de rocha e fosfatos mono e bicálcicos, o que representaria uma grande economia no custo das dietas. E finalmente, é importante recordar que muitos outros nutrientes, como aminoácidos e minerais, estão ligados ao fitato, logo indisponíveis aos animais e assim comprometendo também a fração protéica e micromineral dos ingredientes.

Outro importante papel das enzimas exógenas refere-se à sua ação sobre os carboidratos presentes nas fibras vegetais, particularmente os polissacáideos não-amiláceos (PNAs), que devido ao seu não aproveitamento pelos monogástricos levam à maior viscosidade do ambiente intestinal. Existem enzimas que não são secretadas no TGI das aves mesmo na presença de substrato. Entre elas estão a celulolase, hemicelulase, pentosanase, β -glucanase, xilanase, galactosidase, fitase, etc. Elas não são secretadas porque

o código genético dos monogástricos não dispõe da indicação para sua síntese (Penz, 1998).

As principais vantagens do uso de enzimas exógenas sobre estas estruturas refere-se, portanto, à diminuição da viscosidade do conteúdo do trato gastrintestinal (TGI) e consequentemente à otimização das enzimas endógenas (produzidas pelo próprio animal) e à liberação dos nutrientes antes indisponíveis, ligados à fração fibrosa. De modo geral, os alimentos são melhor digeridos e o custo de produção se torna mais eficiente.

Como mostrado na Tabela 4, observa-se que o farelo de soja, ingrediente presente na maioria das dietas dos monogástricos, apresenta 0% de digestibilidade dos seus PNAs. Esse fato explica porque existe uma diferença tão pronunciada entre a energia bruta (EB) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) (4.160 vs 2.590 kcal/kg, respectivamente) disponível para o aproveitamento das aves. Os PNAs são capazes de se ligarem a grande quantidade de água e com isso aumentar a viscosidade do fluido alimentar. A viscosidade depende do tamanho destes polissacáideos não amiláceos, da forma, da presença ou não de carga e da sua concentração. O aumento na viscosidade pode causar problemas no intestino delgado devido ao fato dos nutrientes tornarem-se menos disponíveis para a digestão, resultando na redução da digestão de gorduras, proteínas e carboidratos. Dentre os cereais, o trigo, o centeio e o triticale, bem como seus derivados, como os farelos, possuem grande quantidade de arabinoxilananas solúveis em água exibindo efeito antinutricional. Já no sorgo e milho elas são em sua maioria insolúveis em água, não conferindo assim atividade



TABELA 1. PRINCIPAIS ENZIMAS COMERCIAIS E BENEFÍCIOS NA PRODUÇÃO DE AVES

Enzima	Substrato	Efeito
Xilanases	Arabinoxilanos	redução da viscosidade da digesta intestinal
Glucanases	β-glucanos	redução da viscosidade da digesta intestinal, melhora em características da cama, redução de ovos sujos
Pectinases	Pectinas	redução da viscosidade da digesta intestinal
Celulases	Celulose	degradação da celulose liberando mais nutrientes
Proteases	Proteínas	suplementação sobre enzimas endógenas, degradação mais eficiente
Amilases	Amido	suplementação sobre enzimas endógenas, degradação mais eficiente
Fitases	Ácido fítico	melhora a utilização do fósforo fítico presente nos grãos
Galactosidases	Alfa galactosídios	remoção dos alfa galactosídios, melhora na disponibilidade dos nutrientes

antinutricional. A cevada e a aveia possuem grande quantidade de β-glucanos. Em grãos de leguminosas, como a soja e feijão, são encontrados altos níveis de pectina, também um fator antinutritivo para monogástricos. Na Tabela 5A são indicados alguns dos fatores antinutritivos presentes em matérias-primas de uso na alimentação de monogástricos. O trigo e seus subprodutos são matérias-primas comumente usadas em rações para aves. No entanto, seu valor nutritivo é bastante variável, estando esse em função da variedade, condições do meio de cultivo, época da colheita (Brenes et al., 1996 e Choct et al., 1996) e adicionalmente devido à presença de pentosanas que compõem as paredes celulares do grão do trigo e compostas de arabinose e xilose, compostos com efeito antinutritivo para as aves. As xilanases são as enzimas mais eficientes e, portanto, mais indicadas para suplementação de dietas à base trigo ou centeio (Grimes e Crouch, 1997).

RESULTADOS DE PESQUISA COM POEDEIRAS COMERCIAIS

Kermanshahi et al. (1995), estudando o efeito da alimentação de poedeiras Leghorn brancas (19 a 55 semanas) com diferentes níveis de trigo integral (0%, 10% e 20%) suplementado com um complexo enzimático (0% e 0.1%) e aveia (0% e 1%), verificaram

que não existiu nenhum efeito importante dos tratamentos ou interações para produção de ovos, ganho de peso e mortalidade. A adição de enzimas reduziu o consumo e numericamente decresceu a quantidade de alimento requerido por dúzia de ovos. Também resultou em um pequeno, porém significativo aumento da gravidade específica dos ovos (1.0800 vs 1.0806) e decréscimo do peso dos mesmos (60,22 g vs 59,22 g).

Segundo Brenes et al. (1996) a utilização de enzimas em dietas de poedeiras levam a resultados variáveis e algumas vezes contraditórios, o que têm levado a pensar que a suplementação enzimática se justificaria mais para dietas de frangos de corte. Em diversos experimentos realizados pelos autores não foi possível detectar correlação alguma entre o tipo de cereal, a dose enzimática utilizada e a viscosidade intestinal com a produtividade das galinhas medida através do índice de postura, do consumo de ração, do tamanho do ovo e da conversão alimentar. O único efeito observado foi uma ligeira melhora na coloração da gema dos ovos, avaliada pela escala Roche. Esses resultados poderiam indicar uma melhor absorção dos pigmentos lipossolúveis ao se adicionar enzimas, o que poderia estar relacionado com uma melhora na absorção das gorduras.

TABELA 2. INGREDIENTES USUAIS, SUBSTRATOS E ENZIMAS APLICÁVEIS

Principais ingredientes	Substratos	Enzima indicada
Farelo de soja	Fitato, Polissacáideos não amiláceos	Fitase, Protease
Milho	Fitato	Fitase
Trigo e Triticale	Fitato, Pentosanos	Xilanase, Fitase
Aveia e Cevada	Fitato, β-glucanos	β-glucanase, Fitase
Farelo de girassol	Fitato, Xilanose e Arabinose	Protease, Celulase, Fitase
Farelo de arroz	Fitato, Gordura	Fitase, Lipase
Gorduras	Gorduras	Lipase

Wyatt e Goodman. (1993) afirmaram que a adição de enzimas aumentou o valor da energia metabolizável de dietas de poedeiras formuladas com níveis de até 50% de diferentes variedades de cevada. Schang & Azcona. 1998, conduziram um estudo avaliando o uso de uma mistura enzimática (amilase + protease + celulase) em dietas para poedeiras, tendo como fonte protéica o farelo de girassol. Quando na presença da enzima, os autores assumiram para fins de formulação da dieta, um aumento de 7% na energia, proteína e digestibilidade de aminoácidos. Os resultados indicam que o uso das enzimas garantiu a manutenção dos resultados de produção (Tabela 5B) e valorização de 7% na matriz nutricional do farelo de girassol.

Um resultado importante foi a redução do percentual de ovos sujos e que pode ser explicado em parte, pelo aumento da digestibilidade dos PNAs presentes no farelo de girassol. Van der Klis et al., 1997, conduziram um trabalho com fitase em dietas para poedeiras comerciais sem uso de fosfato monocálcico (Tabela 6). Os dados sugerem que a fitase tanto a 250 UTF (Unidades Totais de Fitase) como a 500 UTF, tem a capacidade de garantir o aporte de cálcio e fósforo necessários à ave, mesmo sem o uso de fosfato monocálcico. Estes mesmos autores avaliaram também o grau de degradação de fitato, quando a fitase era utilizada em dietas com 30 ou 40 gramas de cálcio/kg de ração (Figura 01). Como pode ser visualizado, o efeito da degradação do fósforo fítico pela fitase é mais expressivo quando a dieta apresenta um nível mais baixo de cálcio.

Gordon & Roland, 1997, realizaram um estudo investigando o efeito de fitase em dietas com diversos níveis de fósforo disponível com poedeiras comerciais (Hy-Line W36) a partir de 21 semanas (Tabela 7). Os autores observaram que as dietas com baixo nível de fósforo disponível (0,1%) permitiram alcançar resultados idênticos aqueles obtidos com dietas cujo teor de fósforo era adequado (0,5%), quando utilizado fitase. (Tabela 8). As arabinoxilanases são

TABELA 3. CONTEÚDO DE FÓSFORO FÍTICO EM MATERIAS-PRIMAS E SUA DISPONIBILIDADE

Ingrediente	% total de fósforo (P)	% fósforo disponível (Pdisp)
Cevada	0,42	0,13
Milho	0,25	0,03
Aveia	0,35	0,08
Sorgo	0,29	0,06
Farelo de arroz	1,70	0,42
Trigo	0,40	0,19
Farelo de trigo	1,17	0,34
Farelo de algodão	1,00	0,01
Farelo de soja	0,65	0,20

Adaptado de Pugh, 1993

um dos principais PNAs presentes no trigo, cuja ingestão leva à condição de aumento da viscosidade intestinal e conduzindo à baixa digestibilidade desse alimento por parte das aves bem como à hipertrofia do pâncreas. Um estudo foi conduzido por Jaroni et al. (1999) empregando duas linhagens de poedeiras (Dekalb e Hisex Branca) para avaliar a ação de uma mistura de enzimas comerciais xilanase (2500 U/g) e protease (800 U/g) adicionadas em dietas contendo trigo (8% e 16%) fornecidas entre 42 e 54 semanas e 54 a 60 semanas de idade a um nível de suplementação de 0,1% e 0,2%. Entre os parâmetros avaliados, os resultados mostraram que houve grande diferença na digestibilidade da proteína para ambas as idades indicando que o efeito benéfico das enzimas foi dependente da idade das aves com melhores respostas obtidas às 50 semanas. As observações sobre a histologia do jejuno das aves que consumiram os subprodutos do beneficiamento do trigo, sem a adição das enzimas mostraram que as vilosidades apresentaram encurtamento, maior espessura e atrofia. Um estudo com poedeiras comerciais (Hyline W-36) com 98 semanas de idade recebendo dietas milho e soja com alta (2951 kcal/kg EM) e baixa energia (2831 kcal/kg de EM) com e sem a suplementação da enzima β-mananase

TABELA 4. COMPOSIÇÃO DE CEREAIS E DERIVADOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL (% NA MATÉRIA SECA)

Componente	Milho	Trigo	Cevada	Aveia	Farelo de girassol	Farelo de arroz	Farelo de soja
Fibra bruta	2,1	2,2	4,6	11,2	26,1	16,5	5,1
FDN ¹	11,3	10,4	16,6	29,6	41,3	39,7	9,3
FDA ²	3,2	3,0	6,2	13,8	32,1	21,9	6,1
PNA ³ (Total)	.10	15			28	25	20
PNA (Solúvel)	7,4	10,4		15,8	9,2	17,8	
PNA (Digestibilidade)	12	14			17	3	0
EB ⁴ kcal/kg	3.933	3.846	4.045	4.288	4.200	4.396	4.180
EMAN ⁵ kcal/kg	3.371	3.073	2.735	2.494	1.975	2.453	2.540

Adaptado de Pugh, 1993. ¹Fibra detergente neutro. ²Fibra detergente ácido. ³Polissacarídeo não-amiláceo. ⁴Energia bruta. ⁵Energia metabolizável aparente corrigido para nitrogênio (Rostagno, 2011), exceto para aveia e farelo de girassol (Pugh, 1993)



TABELA 5A. TOTAL DE PENTOSANAS, CELULOSE, PECTINA E POLISACARÍDEOS NÃO-AMILÁCEOS (PNA) DE DISTINTOS INGREDIENTES

Ingre-dientes	Pentosa-nas totais (%)	Celulose (%)	Pectina (%)	PNAs totais (%)
Milho	5,35	3,12	1,00	9,32
Sorgo	2,77	4,21	1,66	9,75
Milheto	3,31	3,03	1,76	9,40
Far. arroz desengord.	10,65	15,20	7,25	59,97
Far. soja	4,21	5,75	6,16	29,02
Far. amendoim	6,11	6,55	11,60	29,50
Far. girassol	11,01	22,67	4,92	41,34
Far. colza	8,85	14,21	8,86	39,79

Fonte: Malathi & Devegowda (2001)

foi conduzido por Wu *et al.* (2005). Os resultados mostraram que a adição de β -mananase (125,04 Unidades de β -mananase/ton de ração) significativamente levou ao aumento na produção média e na massa de ovos das aves que receberam a dieta milho-soja de baixa energia e indicaram o efeito de melhoria da energia disponível nos ingredientes a partir do emprego desse tipo de enzima na ração de poedeiras.

Quatro distintos produtos comerciais a base de enzimas foram adicionados à dietas a base de cevada, trigo ou triticale (Tabela 9), conforme estudo conduzido por Roberts & Choct (2006). As linhagens avaliadas foram Isabrown, Hyline, Tegel SB2 e Tegel Hisex nos seguintes períodos: 37 a 42 semanas (dieta a base de cevada), 48 a 53 semanas (dieta a base de trigo) e 56 a 61 semanas de idade (dieta a base de triticale). Indicadores de qualidade de casca, resistência de quebra de casca, peso, porcentagem e espessura de casca foram todos significativamente melhores quando as enzimas foram adicionadas às dietas a base de cevada

TABELA 5B. RESULTADOS DE DESEMPEÑO EM POEDEIRAS ALIMENTADAS COM FARELO DE GIRASSOL COM E SEM ENZIMA (AMILASE + PROTEASE + CELULASE)

Parâmetro	Girassol sem enzima	Girassol com enzima (+7%)
% postura	83,6	82,0
Consumo (g/a/d)	108,3	107,6
Conversão alimentar (kg/dz)	1,55	1,56
% ovos sujos	3,7	2,5

Adaptado de Schang & Azcona, 1998

ou trigo, comparados à dieta sem adição de enzimas (controle), conforme Tabela 10³.

Jia *et al.* (2008) investigaram os efeitos de uma multicarboidrase sobre variáveis de produção, digestibilidade de nutrientes e composição de ácidos graxos dos ovos de poedeiras Hyline (39 a 63 semanas de idade) submetidas a dietas contendo canola, linhaça e um produto comercial contendo linhaça e ervilha na proporção 1:1 moída e extrusada, todos com níveis de inclusão de 15%. As multicarboidrases eram compostas por 1100 U de pectinase, 50 U de celulase, 1000 U de xilanase, 600 U de glucanase e 2500 U de amilase/kg de dieta. A suplementação com as enzimas resultou em efeito positivo sobre a produção de ovos das aves que consumiram dieta contendo a linhaça, indicando incremento na postura dos ovos (de 78% para 80,9%) e sugerindo melhor utilização da energia da dieta na presença das enzimas. Do mesmo modo, a conversão alimentar das aves (g de ração por g de ovo) que consumiram a ração com linhaça e enzimas foi significativamente favorável (2,15 para 2,03). Efeito benéfico das enzimas sobre a deposição de ácidos graxos poliinsaturados também foi observado nos tratamentos em que se utilizou linhaça. Houve aumento no conteúdo em DHA (ácido graxo docohexaenoico) de 91,8 para 101,9 mg/60g de ovo e do total de ácidos graxos poliinsaturados n-3 de 546 para 578 mg/60g de ovo.

TABELA 6. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE E FOSFATO MONOCÁLICO NO GANHO DE PESO E DESEMPEÑO DE POEDEIRAS LEGHORN BRANCA NO PERÍODO DE 22 A 35 SEMANAS DE IDADE

Suplementação		Ganho de peso (g/ave) ¹	% Postura	Peso de ovo (g)	Consumo (g/a/d)	Eficiência alimentar (g/g ovo)
Fosf. Monocálcico (g/kg)	Fitase (UFT/kg)					
0	0	46 b	89 b	59,8	102 b	1,89
1	0	156 a	94 a	61,6	111 a	1,89
0	250	156 a	94 a	60,5	108 a	1,89
0	500	188 a	93 a	61,0	111 a	1,92

¹Peso médio ao início = 1.658 g (21 semanas)



TABELA 7. COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS E NÍVEIS NUTRICIONAIS

Ingredientes	% de inclusão do ingrediente	
	Dieta com 0,1% fósforo disponível	Dieta com 0,5% fósforo disponível
Milho	65,29	63,11
Farelo de soja (48%)	22,91	23,34
Calcário fino	8,07	6,93
Calcário grosso	2,00	2,00
Óleo de aves	0,59	1,36
Fosfato bicálcico	0,02	2,14
Sal	0,45	0,46
Premix vit/min	0,50	0,50
DL-Metionina	0,16	0,16
L-lisina	0,01	-----
Nutrientes		
Energ. metab (kcal/kg)	2.816	2.816
Prot. bruta (%)	16,61	16,61
Cálcio (%)	4,00	4,00
Fósforo total (%)	0,33	0,33
Fósforo lítico (%)	0,23	0,23
Sódio (%)	0,20	0,20
Metionina+Cisteína (%)	0,72	0,72
Lisina (%)	0,87	0,87

Cada dieta foi elaborada com e sem fitase (0 vs 300 FTU/kg)

Adaptado de Gordon & Roland, 1997

As aves que consumiram a dieta contendo linhaçãovelha depositaram EPA (ácido graxo eicosapentaenoico) na concentração de 6,5 para 7,2 mg/60g de ovo, DHA com aumento na proporção de 89,4 para 96,8 mg/60g de ovo e de ácidos graxos totais n-3 de 415 para 438 mg/60g de ovo com a suplementação das enzimas. Araújo *et al.* (2008) avaliaram os efeitos da inclusão de farelo de trigo (3%, 6% e 9%), com e sem a adição de um complexo enzimático (contendo alfa-galactosidase, galactomananase, xilanase e β -glucanase) em rações para poedeiras semipesadas e concluíram que o peso dos ovos aumentou em aproximadamente 2,45% (62,74 para 64,28 g) quando o complexo enzimático foi adicionado à dieta contendo farelo de trigo, particularmente ao nível de 9%.

A adição de um complexo multienzimático ao nível de 100g/ton contendo β -glucanase, xilanases, pectinases, proteases e fitases em dietas a base de milho-soja sobre o desempenho e retenção de P em poedeiras comerciais (linhagem Bovans Godline, 24-36 semanas de idade), foi estudado por Viana *et al.* (2009). As aves que receberam o complexo de enzimas na dieta mostraram maior taxa de postura (90,55% para 93,32%) e conversão alimentar por dúzia de ovos (1,42 para 1,39). A retenção de P (mg/ave/dia) também foi maior e com menor excreção em aves que receberam o complexo multienzimático na dieta.

Viana *et al.* (2011) estudaram a ação da enzima xilanase ao nível de 37,5 g/ton de ração (160.000 BXU/g) em dietas milho-soja em dois níveis de energia metabolizável (2900 e 2755 kcal/kg) para poedeiras da linhagem Bovans Godline de 24 a 48 semanas de idade. A produção, conversão alimentar e massa de ovos foram superiores (93,32 vs 90,29%; 1,39 vs 1,43 e 55,40 vs 54,29 g/ave/dia) para o menor nível energético empregado em conjunto com a enzima. Meyer & Parsons (2011) avaliaram a eficácia de diferentes níveis de fitase suplementada nos níveis de 150, 250 e 15000 FTU/kg na ração de poedeiras Hyline W-36 durante o período de 32 a 62 semanas de idade. O desempenho produtivo das aves não foi diferente entre os tratamentos que consideraram as dietas contendo 0,20%, 0,105% ou 0,45% de fósforo. Assim, nessas dietas, houve o atendimento das exigências em P para o desempenho adequado das aves mesmo durante o longo período experimental (30 semanas). Os autores também indicaram que a suplementação ao nível de 15000 FTU/kg de fitase não foi deletéria ao nível de desempenho e de qualidade óssea (concentração de cinzas), obtida às 62 semanas de idade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

> O uso de enzimas na alimentação animal já é uma realidade. As vantagens com o seu uso vão desde uma significativa redução no custo das dietas, melhora no desempenho animal inclusive

TABELA 8. CONSUMO DE RAÇÃO (CR, G/A/D), PRODUÇÃO DE OVOS (% POST), PESO DE OVO (PO, g), PESO ESPECÍFICO DE OVOS DE POEDEIRAS ALIMENTADAS COM DIETAS COM DOIS NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E COM OU SEM SUPLEMENTAÇÃO DE FITASE (MÉDIA DE 16 SEMANAS)

Dieta		CR (g/ave/dia)	POST (%)	PO (g)	Peso específico
% fósforo disponível	Fitase (FTU/kg)				
0,10	0	77,7 ^b	77 ^b	55,8	1,08780
0,10	300	82,5 ^b	84 ^a	56,6	1,08890
0,50	0	83,4 ^a	84 ^a	55,1	1,08785
0,50	300	83,1 ^a	84 ^a	55,0	1,08764

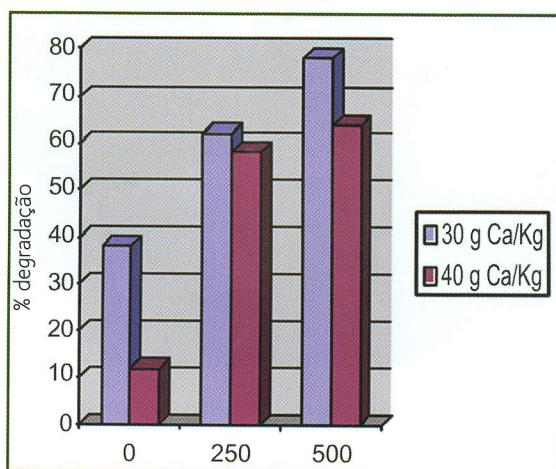
(P < 0,05). Adaptado de Gordon & Roland, 1997



TABELA 9. PRODUTOS A BASE DE ENZIMAS, ATIVIDADE E NÍVEIS DE INCLUSÃO

Enzimas (dieta a base de cevada)	Inclusão (g/ton)	Atividade (U/g)
E1	250	amilase 100, β -glucanase 430, xilanase 500
E2	1000	amilase 1400, β -glucanase 6000, celulase 3500, protease 450
E3	100	β -glucanase 21400, xilanase 37700, celulase 10800, pectinase 177
E4	1000	β -glucanase 210, xilanase 260
Enzimas (dieta a base de triticale)		
E1	250	xilanase 1000
E2	1000	xilanase 20000, amilase 400
E3	100	β -glucanase 21400, xilanase 37700, celulase 10800, pectinase 177
E4	1000	xilanase 2000

FIGURA 01. DEGRADAÇÃO DE FÓSFORO FITICO (%) MEDIDO EM NÍVEL DE ÍLEO EM POEDEIRAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO 30 OU 40 GRAMAS DE CÁLCIO/KG DE RAÇÃO, E 0, 250 OU 500 UTF/KG DA DIETA



Adaptado de Van der Klis, et al., 1997

com redução significativa da quantidade de dejetos jogados no meio ambiente.

> Com a elevação dos preços das matérias-primas tradicionais, como milho e farelo de soja, surge a necessidade da utilização de novas alternativas, como o uso de cereais de inverno que, associadas a inclusão de enzimas, podem representar alternativas muito importantes ao longo do ano.

> O uso de ingredientes alternativos ao milho e à soja justifica o uso de enzimas exógenas de forma individual ou blends de enzimas que atuem na degradação de PNAs.

> Há maior exposição dos nutrientes presentes na dieta e redução das secreções endógenas assim incrementando a retenção

desses nutrientes quando se utilizam enzimas exógenas.

> Independente do tipo de enzima, a especificidade da mesma (por exemplo, PNases para substratos fibrosos) é que garante sua efetiva ação. Desse modo, quando se emprega mais de uma enzima nas dietas avícolas, deve-se ter em mente que seus efeitos não são aditivos (considerando, por exemplo, as enzimas que competem pelo mesmo substrato).

> Outras aplicações importantes das enzimas também precisam ser consideradas, como auxiliar na digestibilidade de dietas nas fases iniciais de desenvolvimento das aves. Neste caso, a determinação dos benefícios econômicos são mais difíceis, apesar de se conhecer as vantagens de se ter lotes de aves com um bom desenvolvimento inicial e um peso homogêneo.

> Esporadicamente a disponibilidade de matérias-primas alternativas, como cereais de inverno pode representar uma opção para elaborar dietas mais econômicas. Estas formulações ficaram por muito tempo restritas a níveis máximos de inclusão destes alimentos nas rações por conterem fibras ricas em polissacáideos não amiláceos e resultando em aumentos de viscosidade no trato gastrintestinal. Na atualidade, com a disponibilidade de enzimas específicas para estas matérias-primas, os limites anteriormente estabelecidos puderam ser aumentados e por consequência permitir gerar dietas ainda mais econômicas.

¹Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves. E-mail: everton.krabbe@cnpsa.embrapa.br

²Pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves. E-mail: hazzuco@cnpsa.embrapa.br

³A Tabela 10 e a Bibliografia deste artigo pode ser obtida no link: www.aviculturaindustrial.com.br/?enzimas0611

