

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA-UFU  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**EXOENZIMAS EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

**Carolina Magalhães Caires Carvalho**

**UBERLÂNDIA-MINAS GERAIS-BRASIL**

**2016**

**CAROLINA MAGALHÃES CAIRES CARVALHO**

## **EXOENZIMAS EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

**Tese apresentada ao Programa de Pós graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para a obtenção do título Doutor em Ciências Veterinárias.**

**Área de Concentração: Produção Animal**

**Orientador: Evandro de Abreu Fernandes**

**UBERLÂNDIA**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

C331e  
2016      Carvalho, Carolina Magalhães Caires, 1984  
            Exoenzimas em rações de frangos de corte / Carolina Magalhães  
            Caires Carvalho. - 2016.  
            73 f. : il.

            Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.  
            Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.  
            Inclui bibliografia.

            1. Veterinária - Teses. 2. Frango de corte - Alimentação e rações -  
Teses. 3. Intestino delgado - Absorção - Teses. I. Fernandes, Evandro de  
Abreu, 1949- . II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

---

CDU: 619

## **Dados Curriculares da Autora**

**Carolina Magalhães Caires Carvalho-** Nascida em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 27 de setembro de 1984, filha de Renato Luiz Caires Rodrigues e Helena Maria de Magalhães Caires. Ingressou no Curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Montes Claros- Unimontes em Agosto de 2002. Em 2007 foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) no programa de Mestrado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Uberlândia na área de concentração em produção animal. Em 2012 ingressou no Doutorado pela mesma Universidade e em 2015 ingressou na Universidade Federal de Uberlândia como Técnica de Laboratório dedicando-se as duas atividades até o presente momento.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus pela vida e pela oportunidade de adquirir conhecimentos.

Aos meus pais, (Renato e Helena) e meus irmãos (Renata, Thaiana e Vinicius) por todo amor, carinho, educação e apoio durante minha vida.

Ao meu Marido e amigo Alexssandre pelo amor e companheirismo.

A minha filha Gabriela que amo mais que tudo.

Ao meu orientador e amigo que ganhei durante o mestrado e doutorado o Professor Evandro por todos os ensinamentos. Grande parte do conhecimento que tenho hoje agradeço a ele.

Aos meus amigos Fernanda Litz, Julyana Machado, Marina Cruvinel, João Paulo e a Marcinha pelo apoio e muitas risadas.

Ao AviEx pelo aprendizado e empenho em produzir trabalhos de qualidade.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	4
1. Introdução.....	5
2. Estrutura dos Grãos Vegetais.....	6
3. Polissacarídeos não amiláceos (PNA'S).....	6
3.1. Polissacarídeos não amiláceos solúveis.....	8
3.2. Polissacarídeos não amiláceos insolúveis.....	10
4. Enzimas.....	10
5. Adição de enzimas exógenas em rações de frangos de corte...	12
Referências Bibliográficas.....	15
CAPÍTULO 2.....	20
USO DE CARBOIDRASES E FITASE EM RAÇÕES COM SORGO SOBRE O DESEMPENHO, PESO RELATIVO DO INTESTINO DELGADO E DEPOSIÇÃO DE MINERAIS NO OSSO DE FRANGOS DE CORTE.....	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	23
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	40
CAPÍTULO 3.....	43
USO DE CARBOIDRASES E FITASE EM RAÇÕES COM SORGO E MILHETO SOBRE O DESEMPENHO, PESO RELATIVO DO INTESTINO DELGADO DE FRANGOS DE CORTE.....	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	46
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53

<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>61</b>
<b>CARBOIDRASES E FITASE EM RAÇÕES COM SORGO SOBRE A DIGESTIBILIDADE EM FRANGOS DE CORTE.....</b>	<b>62</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>62</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>64</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>66</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO 1</b>		<b>PÁG</b>
TABELA 1	Tipos e níveis de PNAs presentes em alguns grãos de cereais (% da MS).....	07
TABELA 2	Principais enzimas comerciais e benefícios na produção de aves.....	11
<b>CAPÍTULO 2</b>		<b>PÁG</b>
TABELA 1	Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Controle base de Sorgo (ContS).....	28
TABELA 2	Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Reduzida base de Sorgo (RedS).....	29
TABELA 3	Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo, sorgo e milho aos 35 dias de idade.....	31
TABELA 4	Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo, sorgo e milho aos 42 dias de idade.....	33
TABELA 5	Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável conversão alimentar em frangos de corte aos 42 dias de idade.....	33
TABELA 6	Peso relativo do duodeno (PD), jejuno (PJ) e íleo (PI) de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	35
TABELA 7	Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável íleo em frangos de corte aos 42 dias de idade.....	35
TABELA 8	Teores de cálcio, fósforo e matéria mineral de tíbias de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com complexo exoenzimático.....	36
TABELA 9	Desdobramento da interação entre formulação e enzimas para a variável deposição de cálcio na tíbia de frangos de corte.....	37
TABELA 10	Desdobramento da interação entre formulação e enzimas para a variável deposição de fósforo na tíbia de frangos de	



	corde.....	37
<b>CAPÍTULO 3</b>		<b>PÁG</b>
TABELA 1	Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Controle base de Sorgo + Milheto (ContSM).....	51
TABELA 2	Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Reduzida base de Sorgo + Milheto (RedSM).....	52
TABELA 3	Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo, sorgo e milho aos 35 dias de idade.....	54
TABELA 4	Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo, sorgo e milho aos 42 dias de idade.....	55
TABELA 5	Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável conversão alimentar em frangos de corte aos 42 dias de idade.....	56
TABELA 6	Peso relativo do duodeno (PD), jejuno (PJ) e íleo (PI) de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	57
TABELA 7	Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável íleo em frangos de corte aos 42 dias de idade.....	57
<b>CAPÍTULO 4</b>		<b>PÁG</b>
TABELA 1	Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Controle base de Sorgo (ContS).....	68
TABELA 2	Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Reduzida base de Sorgo (RedS).....	69
TABELA 3	Digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte no período de 17 a 21 dias de idade.....	72
TABELA 4	Digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte no período de 31 a 35 dias de idade.....	73
TABELA 5	Efeito da suplementação do complexo enzimático sobre o valor de energia metabolizável aparente (EMA) e energia	

metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) da  
ração inicial e engorda de frangos de corte..... 74

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

### PÁG

FIGURA 1 Mecanismo de ação da enzima sobre a parede celular..... 08

## ENZIMAS EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO GERAL-** Objetivou-se avaliar o desempenho, peso relativo do intestino delgado, digestibilidade e deposição de minerais nos ossos de frangos de corte suplementados com complexo exoenzimático (carboidrases e fitase) em rações a base de sorgo, sorgo e milho. Nos experimentos a base de sorgo foram utilizados 912 pintos machos e fêmeas (50:50) de um dia linhagem Hubbard Flex distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 (Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS); Ração Controle base Sorgo + Complexo Exoenzimático (ContS+Enz); Ração base Sorgo Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedS+Enz). No estudo a base de sorgo e milho foram utilizados o mesmo número de aves e o mesmo delineamento do experimento anterior (Ração Controle base Sorgo + Milho (ContSM); Ração base Sorgo + Milho Reduzida (RedSM); Ração Controle base Sorgo + Milho + Complexo Exoenzimático (ContSM+Enz); Ração base Sorgo + Milho Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSM+Enz). Aos 35 e 42 dias de idade foram determinados os dados de desempenho: consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB), peso relativo do intestino delgado e deposição de minerais no osso. Para a digestibilidade foi avaliado a granulometria do sorgo (moído e inteiro) com e sem o complexo exoenzimático. Foram utilizadas 32 aves, oito aves por tratamento, nos períodos de 17 a 21 (inicial) e 31 a 35 dias de idade (engorda). O complexo exoenzimático utilizado nas rações favoreceu os resultados de ganho de peso, conversão alimentar e mineralização óssea quando comparado a uma ração testemunha não adicionada às enzimas, demonstrando seu efeito sobre polissacarídeos não amiláceos e fósforo fítico presentes como fatores antinutricionais nestas rações, aumentando a digestibilidade e oferta de energia metabolizável, aminoácidos essenciais, metionina e lisina e cálcio e fósforo destinados a formação óssea. Conclui-se que uma estratégia segura de sua inclusão nas rações baseia-se na redução dos níveis de energia,

aminoácidos essenciais, metionina e lisina e cálcio e fósforo na razão esperada da atividade das enzimas constante deste complexo exoenzimático.

**Palavras-Chave:** Conversão alimentar, Intestino Delgado, Tíbia

## ENZYMES IN BROILER FEED

**OVERVIEW**-The study aimed to evaluate performance, relative weight of the small intestine, digestibility and deposition of minerals in the bone of broilers supplemented with enzymatic complex (carbohydrases and phytase) in sorghum-based diets or sorghum and millet. In the experiments based of sorghum and sorghum and millet were used 912 day-old male and female Hubbard Flex chicks (50:50) were distributed in a completely randomized design in a 2x2 factorial arrangement (Feed Control base Sorghum (Contcs); FeedReducedbase Sorghum (RedS); Feed Control base sorghum + Enzymatic Complex (Contcs + Enz);. Feed reduced base sorghum + Enzymatic Complex (RedS + Enz) in the study of feed basis of sorghum and millet the design was similar (Feed Control base sorghum + millet ( ContSM); Reduced feed based on Millet + Sorghum (RedSM); Feed Control based Sorghum + Millet + EnzimaticComplex (ContSM + Enz); Reduced Feed base Sorghum+ Millet + Enzimatic Complex (RedSM + Enz). At 35 and 42 days of age were determined performance data: feed intake (CR), body weight (BW), feed conversion (FC), viability (VIAB), relative weight of the small intestine and deposition of minerals in the bone. The digestibility was evaluated sorghum grain size (crushed and whole) with and without exoenzimático complex. They used 32 birds, eight birds per treatment, in periods from 17 to 21 (initial) and 31 to 35 days of age (fattening). The exoenzimático complex used in feed favored the weight gain results, feed conversion and bone mineralization when compared to a control diet not added to enzymes, demonstrating its effect on non-starch polysaccharides and phosphorus phytic present as anti-nutritional factors in these diets, increasing the digestibility and supply of metabolizable energy, essential amino acids, methionine and lysine and calcium and phosphorus for bone formation. It is concluded that a safe strategy for inclusion in feed is based on the reduction of energy levels, essential amino acids, methionine and lysine and calcium and phosphorus in the expected result of the constant activity of the enzymes of this exoenzimático complex.

**Keywords:** Feed conversion, Small intestine, Tibia.

**CAPITULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS**  
**(Redigido de acordo com as normas da Biblioteca-UFU)**

## 1. Introdução

A avicultura de corte no Brasil vem crescendo fortemente em decorrência dos avanços tecnológicos que levaram a redução da conversão alimentar, mortalidade e idade de abate. Esses avanços estão relacionados ao melhoramento genético, sanidade e nutrição animal. De acordo com o relatório anual de da ABPA (2015), o Brasil permanece como o maior exportador de carne de frango (4,099 mil toneladas) seguido do Japão e União Européia.

A principal forma de digestão nas aves é enzimática. As aves não possuem alfa amilase salivar, portanto a digestão enzimática não se inicia na boca. No intestino delgado, a enzima pancreática amilase quebra as ligações  $\alpha$ 1-4 das moléculas do amido, transformando-o em oligossacarídeos e dissacarídeos. Por sua vez, estes dois sofrem ação das enzimas da mucosa intestinal, quebrando as moléculas em monossacarídeos. Entretanto, para que tal processo ocorra, é fundamental que o alimento fique exposto, por um determinado tempo, à ação das enzimas. Finalmente, os monossacarídeos são absorvidos pela mucosa intestinal, através do transporte ativo sódio dependente (Boleli *et al.* 2002).

As aves produzem enzimas específicas para hidrólise de carboidratos com ligações alfa, como a do amido; entretanto, são inertes na degradação de carboidratos que possuem ligações beta e oligossacarídeos, presentes em várias sementes usadas nas dietas de aves (Cotta *et al.*, 2002).

No Brasil, as dietas para aves são produzidas a base de milho e farelo de soja, mas existe um grande número de alimentos que podem ser utilizados na alimentação dessas aves, como o sorgo e milheto. Alguns fatores antinutricionais presente nesses alimentos, podem afetar o desempenho dos animais. A utilização de enzimas pode ser uma estratégia interessante para melhorar utilização desses ingredientes. (Flores *et al.*, 1994).

As enzimas exógenas podem contribuir para melhoria da digestão de componentes que normalmente não seriam digeridos, ou ainda reduzir os efeitos prejudiciais dos fatores antinutricionais causados pelos polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e ácido fítico. Assim a digestão se tornaria mais eficiente, disponibilizando maior quantidade de energia contida nos alimentos, além de reduzir o investimento energético do animal para a síntese enzimática endógena (Araujo, 2005; Fischer *et al.*, 2002).



## **2.Estrutura dos Grãos Vegetais**

A composição bromatológica e a estrutura do grão de sorgo e de milho são similares. Em média milho tem cerca de 1% mais de óleo, enquanto o sorgo 1% mais de proteína bruta. Os grânulos de amido são similares em tamanho, formato e composição. Além da forma e tamanho das sementes, a maior diferença entre o sorgo e milho está no tipo e distribuição da proteína em volta do amido no endosperma (Valadares Filho *et al.* 2011).

O endosperma de ambos é dividido em endosperma periférico córneo (vítreo ou duro) e endosperma central farináceo (mole). Esta porção periférica é mais extensa no sorgo e caracteriza-se por uma região extremamente densa, dura e resistente a penetração de água. Os cultivares de sorgo grão encontrados podem ser classificados em grão de textura dura (endosperma vítreo), de textura média (metade do endosperma vítreo e outra metade farináceo) e textura macia (endosperma completamente farináceo) (Fernandes, 2011).

Atualmente o milheto vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, sobretudo nas regiões de Cerrado, pelo enorme potencial de cobertura do solo oferecido para a prática do plantio direto, bem como para o uso como forrageira na pecuária de corte ou de leite. Pesquisas acenam também para o grão de milheto, como no caso do setor de rações para aves, que se mostra interessado em ampliar as fontes de matéria-prima para atender à crescente demanda, como já acontece em Goiás e em Santa Catarina (Embrapa, 2009).

Além do baixo custo de produção, a qualidade nutricional desta forrageira é um dos fatores predominantes para que o produtor faça sua opção. É comparável ao milho e superior ao sorgo, além de não apresentar taninos, que têm efeitos antinutricionais. O milheto possui teor e qualidade da proteína bruta semelhantes ao sorgo e superiores à do milho e seu teor de energia metabolizável é similar aos demais grãos energéticos utilizados na alimentação animal (Embrapa, 2009).

## **3.Polissacarídeos não amiláceos (PNA'S)**

Os carboidratos presentes nos grãos incluem os açúcares de baixo peso molecular, amido e vários polissacarídeos de elevado peso molecular compostos por pentoses – arabinose e xilose, hexoses – glicose, galactose e manose, 6 desoxihexoses – ramnose e fucose, e ácidos urônicos – ácido glicurônico e ácido galacturônico, constituintes das paredes celulares vegetais. A lignina, constituída de vários ramos laterais de unidades de fenilpropanos, parcialmente ligada à celulose e polissacarídeos não celulósídeos, pode também fazer parte

das paredes celulares. O amido, principal componente do endosperma, tem tamanho e forma característica de cada cereal e, apesar de ser formado por um polímero de glicose, estrutura-se em “amilopectina” –, que forma um ramo helicóide cristalino –, e “amilose” –, de cadeia mais curta e linear –, que se dispersa sobre a estrutura anterior (Knudsen, 1997).

Os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) compreendem uma ampla classe de polissacarídeos como celulose, hemicelulose, quitina e pectinas e apresentam diferentes propriedades físico-químicas. Os componentes da fibra dos grãos consistem basicamente de PNA's e fazem parte da estrutura da parede celular. Nas leguminosas, os PNAs também têm papel importante como depósito de energia. Os polissacarídeos neutros arabinosilanos (pentosanas),  $\beta$ -glucanos [(1,3), (1,4)-  $\beta$ -Dglucanos) e pequenas quantidades de celulose (polímeros de 1,4- $\beta$ -D-glucanos) constituem os principais PNAs da parede celular do endosperma de grãos cereais (Nagashiro, 2007).

A concentração de PNAs nos grãos de trigo, centeio, triticale e cevada é considerada uma das mais altas entre os grãos. A fração de arabinosilano predomina no trigo (5-10% da MS), centeio e triticale, e em menor quantidade que os  $\beta$ -glucanos na cevada e aveia (3-6% da MS). Por outro lado, nos grãos de milho e o sorgo os níveis de PNAs totais são mais baixos (8,1 e 4,8% da MS), sendo a quase totalidade de arabinosilanos e celulose (Choct, 1997; Huisman *et al.*, 2000) (Tabela 1).

Tabela 1-Tipos e níveis de PNAs presentes em alguns grãos de cereais (% da MS).

Cereal	Composição de Polissacarídeos não amiláceos (%MS)						Total
	Celulose	Arabino-xilanos	$\beta$ -glucanos	Mananos	Galactanos	Ácido Uronico	
Grão trigo							
<i>Solúvel</i>		1,8	0,4		0,2		2,4
<i>Insolúvel</i>		6,3	0,4		0,1	0,2	9,0
Total	2,0	8,1	0,8		0,3	0,2	11,4
Grão Centeio							
<i>Solúvel</i>		3,4	0,9	0,1	0,1	0,1	4,6
<i>Insolúvel</i>		5,5	1,1	0,2	0,2	0,1	8,6
Total	1,5	8,9	2,0	0,3	0,3	0,2	13,2
Grão Cevada							
<i>Solúvel</i>		0,8	3,6		0,1		4,5
<i>Insolúvel</i>		7,1	0,7	0,2	0,1	0,2	12,2
Total	3,9	7,9	4,3	0,2	0,2	0,2	16,7
Grão Milho							
<i>Solúvel</i>		0,1					0,1
<i>Insolúvel</i>		5,1		0,2	0,6		8,0
Total	2,0	5,2		0,2	0,6		8,1
Grão Sorgo							
<i>Solúvel</i>		0,1	0,1				0,2
<i>Insolúvel</i>		2,0	0,1	0,1	0,15		4,6
Total	2,2	2,1	0,2	0,1	0,15		4,8

Adaptado de Choct 1997

As paredes das células vegetais são complexas, compostas primariamente de carboidratos e menores quantidades de proteínas e ácidos fenólicos. Uma pequena parte destes carboidratos consiste de microfibrilas de celulose, insolúveis e nutricionalmente inertes, enquanto a maior parte consiste primariamente de beta-glucanos e arabinosilanos (Conte *et al.*, 2003).

As enzimas do tubo gastrintestinal dos monogástricos não são capazes de hidrolisar estes carboidratos e assim não rompem a parede celular e desta forma dificulta o acesso das enzimas endógenas aos nutrientes contidos nas células dos grãos (Figura 1). Por outro lado, as frações de beta-glucanos e arabinosilanos que se tornam solúveis durante o processo de digestão passam a aumentar a viscosidade da digesta, influenciando negativamente sobre o valor de energia metabolizável da ração, pois prejudica a absorção dos nutrientes (Conte *et al.*, 2003; Guenter, 2002).

A casca nos grãos de aveia e cevada, o pericarpo e testa presentes nos grãos de trigo, centeio e milho são compostos principalmente de PNA's e lignina, e influenciam numa razão inversa a concentração de amido do grão destes cereais (Guenter, 2002).

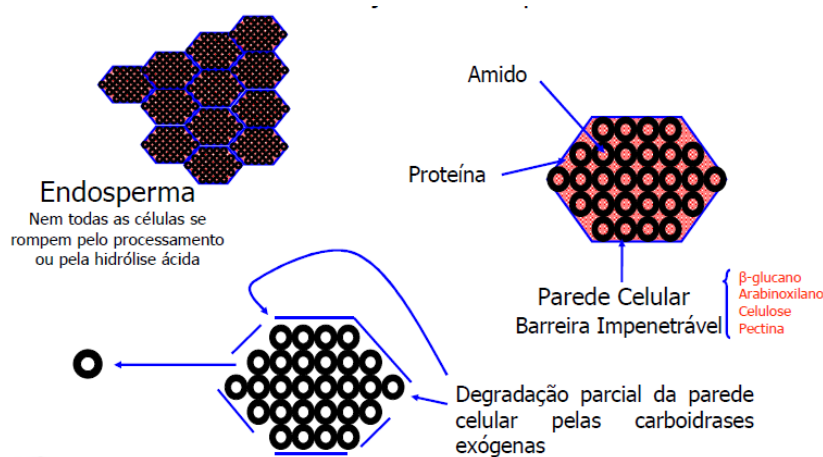


Figura 1-Mecanismo de ação da enzima sobre a parede celular (Bedford, 1998)

### 3.1. Polissacarídeos não amiláceos solúveis

Os polissacarídeos não amiláceos solúveis são caracterizados por interagirem com o glicocálix da borda em escova intestinal, ocasionando aumento da espessura da camada de água na mucosa, reduzindo a eficiência da absorção dos nutrientes pela parede intestinal (Mourinho, 2006).

As hemiceluloses caracterizam-se como heteropolissacarídeos de estrutura complexa e heterogênea, mas com um grau de polimerização inferior ao da celulose. São unidas por

ligações glicosídicas  $\beta$ , aliados a açúcares residuais como xilose, arabinose, glicose, manose, galactose e ácido glicurônico. Assim, as hemiceluloses podem ser classificadas em pentosanas contendo polímeros de D-xilose unidos por ligações  $\beta$ -1,4 contendo cadeias laterais curtas de arabinose, ácido glucurônico, galactose e mesmo glicose (xilanos); ou contendo resíduos de galactose unidos por ligações  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,6 cujas cadeias laterais são formadas por arabinose (arabinogalactanos). As hemiceluloses também são classificadas em hexanos contendo predominantemente glicose e manose unidas por ligações  $\beta$ -1,4 (mananos), polímeros compostos de resíduos de glicose unidos por ligações  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,4 ( $\beta$ -glicanos) que se diferenciam da celulose pela solubilidade em meio alcalino, e os polímeros compostos por unidades de glicopiranosose unidas por ligações  $\beta$ -1,4 contendo cadeias laterais de xilanopiranosose unidas por ligações  $\alpha$ -1,6 (xiloglicanos) (Hatfield, 1989; Van Soest, 1985).

Num ambiente intestinal viscoso, os nutrientes como as gorduras, amido e proteínas, se tornam menos acessíveis e disponíveis as enzimas endógenas. Essa viscosidade diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas e impede suas interações na superfície da mucosa intestinal, levando ao comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes (Choct, 2001).

Para reduzir a viscosidade do conteúdo digestivo é necessário que os polissacarídeos não amiláceos solúveis sejam decompostos em pequenas unidades através da ação enzimática, perdendo assim a capacidade de retenção de água. Com a redução da viscosidade, a ação enzimática sobre o conteúdo intestinal é mais eficaz, sendo assim, há melhora na capacidade de digestão dos nutrientes, aumentando a velocidade de trânsito intestinal e redução da quantidade de água nas fezes, o que proporciona melhor qualidade de cama (Opalinski *et al.*, 2006).

Em diversos ingredientes de ração, em especial o farelo de soja, os  $\beta$ -mananos são reconhecidos como um fator antinutricional, responsáveis por causar principalmente, redução na absorção de carboidratos (Vermae McNab, 1982). Os  $\beta$ -mananos são resistentes ao calor que é gerado durante as fases de secagem e tostagem do farelo de soja. Compõe aproximadamente 1,3% naqueles farelos de soja com 48% de proteína bruta (PB) e entre 1,5 e 1,7% naqueles com 44% de PB. A estimativa do conteúdo de  $\beta$ -galactomananos é de 1,83% e 2,22% no farelo de soja com 48% e 44% de PB, respectivamente (Daskiran, 2004).

Dietas com alto nível de  $\beta$ -mananos promovem uma redução na retenção de nitrogênio, absorção de gordura e redução da energia metabolizável da ração, podendo ainda diminuir a taxa de absorção de glicose e de aminoácidos (Elsenhanset *et al.*, 1980).

### 3.2. Polissacarídeos não amiláceos insolúveis

Níveis elevados de PNAs insolúveis na dieta afetam a taxa de passagem no intestino delgado, podendo ser decorrente da estimulação física da fibra insolúvel sobre as paredes do trato gastrointestinal, que tende a aumentar a motilidade e a velocidade de passagem. Por consequência, reduzem o tempo de permanência da digesta sobre a atuação enzimática, ocasionando na redução da digestibilidade dos nutrientes. O aumento dos teores dessa fração provoca a diminuição da energia da ração e, conseqüentemente, eleva o consumo na tentativa de se compensar a baixa densidade energética da mesma (Warpechowski, 1996).

A celulose pode ser caracterizada como um homopolissacarídeo de alto peso molecular, de cadeia linear e de elevado grau de polimerização das unidades D-glicose unidas por ligações do tipo  $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,6 (Van Soest, 1994).

As pectinas são polímeros do ácido 1,4- $\beta$ -D-galacturônico que se encontram principalmente na lamela média e parede primária da célula vegetal, atuando como elemento “cimentante” entre membranas. A proporção destes componentes é irregular entre as plantas, e estão presentes em maior proporção na parede celular secundária, cuja principal função é de suporte estrutural e de resistência física às plantas (Arruda *et al.*, 2003)

### 4. Enzimas

As enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária e quaternária, que agem como catalizadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas, sem serem, elas próprias alteradas neste processo. Além disso, são altamente específicas para cada substrato (Champe e Harvey, 1989).

As moléculas de enzimas contêm o sítio ativo, que possui aminoácidos cujas cadeias laterais criam uma superfície complementar ao substrato. Isso permite que as enzimas atuem na ruptura de uma determinada ligação química. O sítio ativo liga-se ao substrato, formando um complexo enzima-substrato que será convertido à enzima e produto (Lehninger *et al.*, 2002).

As enzimas exógenas são substâncias proteicas, que tem a capacidade de auxiliar na degradação de componentes específicos presentes nos alimentos e são obtidos de forma natural a partir de fermentações bacterianas e fúngicas. Em geral são altamente específicas e possuem atividade característica conforme o substrato que atua (Krabbe e Mazzuco, 2011) como mostra a tabela 2.

Tabela 2-Principais enzimas comerciais e benefícios na produção de aves

Enzima	Substrato	Efeito
Xilanase	Arabinoxilanos	Redução da viscosidade da digesta intestinal.
Glucanase	$\beta$ - glucanos	Redução da viscosidade da digesta intestinal, melhora em características da cama, redução de ovos sujos.
Pectinase	Pectinas	Redução da viscosidade da digesta intestinal.
Celulase	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 de alfa galactosídios, melhora na disponibilidade dos nutrientes.

Fonte: Krabbe e Mazzuco(2011)

Muitas enzimas comerciais disponíveis atualmente no mercado são produzidas por processos fermentativos de fungos *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei* e *Penicillium funiculosum*, conhecidos por sua capacidade de degradar parede celular das plantas (Geraert *et al.*, 2003).

Os produtos que possuem apenas um tipo específico de enzima provavelmente não produzam os resultados esperados em dietas avícolas quando comparado ao complexo enzimático. Esse complexo, são mais efetivos, pois atuam sobre uma série de polissacarídeos da parede celular de grãos levando ao melhor aproveitamento da dieta (Rizzoli, 2009).

Existem alguns fatores que devem ser considerados quando se utiliza a adição de produtos enzimáticos (Marquardt *et al.*, 1996):

- O suplemento enzimático deve conter um espectro apropriado de atividade enzimática de tal forma que os efeitos antinutricionais do substrato alvo sejam neutralizados (exemplo:  $\beta$ -glucanos presente na cevada e aveia, arabinoxilanos presente no centeio, trigo e triticale).
- Diferentes Cereais possuem quantidades distintas de fator antinutricional sensíveis às enzimas. Portanto, a resposta pode variar de acordo com o cereal ou a dose a ser utilizada, devendo ser de acordo com a quantidade e tipo de substrato.
- Os resultados são afetados pela classe e idade das aves.
- As enzimas exógenas não devem ser inativadas pelo processamento da ração, pelo baixo pH ou serem degradadas pelas enzimas endógenas presentes no trato gastrointestinal.

A suplementação de enzimas exógenas pode, portanto, melhorar o valor nutricional dos alimentos comerciais através da eficiência na digestão e absorção dos nutrientes e permitir

maior flexibilidade na formulação das dietas, reduzindo os custos e mantendo os parâmetros nutricionais (Brenneset *al.*, 2002). Dentre as principais enzimas de uso na alimentação animal destaca-se: lípases, xilanase, glucanase, fitase, proteases, amilase e mannanase.

O fitato está presente em todos os ingredientes de origem vegetal e funciona como uma reserva fosfórica durante o processo de germinação das sementes. É uma molécula polianiónica com potencial para quelatar nutrientes relativamente carregados tais como P, Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, Cu o que caracteriza sua propriedade antinutricional (Selle e Ravindran, 2007). Considera-se que 70% do fósforo dos vegetais sejam indisponíveis para monogástricos.

A enzima fitase traz melhorias no aspecto nutricional, pois permite disponibilizar a maior quantidade de fósforo de origem orgânica para absorção como também evitar o efeito negativo do ácido fítico sobre outros minerais como Ca, Mg e Zn.

## **5. Adição de enzimas exógenas em rações de frangos de corte**

Existem duas formas de abordagem na incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas. Uma aplicação mais prática, chamada de “on top” consiste em suplementar com enzimas uma formulação padrão, sem alterar os níveis nutricionais. Outra alternativa, seria alterar a formulação da ração, pela redução do conteúdo dos nutrientes alvo da enzima, e adicionar enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta-padrão, visando o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais normais (Dourado, 2008).

Segundo Guenter (2002), os principais objetivos da suplementação enzimática para aves são, remover ou destruir os fatores antinutricionais dos grãos; aumentar a digestibilidade da ração; potencializar a ação das enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental causada por compostos orgânicos e minerais excretados nas fezes.

Várias pesquisas têm sido conduzidas com o objetivo de avaliar diferentes enzimas e complexos enzimáticos no desempenho e na viabilidade de frangos de corte. As respostas obtidas nos experimentos podem ser influenciadas por fatores como idade dos animais, condições experimentais e processamento das rações utilizadas (Albino *et al.*, 2007).

Opalinski *et al.*, (2006) mostraram que a suplementação de um complexo enzimático (xilanase, glucanase, mannanase, pectinase e protease) em frangos consumindo dietas a base de milho, farelo de soja e soja integral desativada tiveram um aumento de 3% no consumo de ração e 2,5% no ganho de peso quando comparado a dieta sem suplementação. Em dietas a base de sorgo e farelo de soja, Cuevas *et al.*, (2002) avaliaram a suplementação de enzimas (xilanases, amilase e protease) nas rações com níveis normais de nutrientes e com níveis

reduzidos (-3%) de proteína bruta e energia metabolizável em frangos de corte aos 49 dias de idade. O consumo de ração (normal sem enzima (A): 5115g; normal com enzimas (B): 5017g; redução sem enzima (C): 5170g; redução com enzima (D): 5008g) e a conversão alimentar ((A): 2,14; (B): 2,05; (C): 2,18; (D): 2,10), apresentaram uma melhora significativa com a adição de enzimas nas duas dietas avaliadas. Os mesmos autores também encontraram resultados semelhantes quando avaliaram o uso de enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja em frangos aos 49 dias de idade.

Avaliação de desempenho de frangos de corte e cálculo “*in vivo*” do valor de energia metabolizável das rações, com e sem adição de  $\beta$ -glucanase e  $\beta$ -xilanase (Rovabio®) foi demonstrado por Fernandes, (2005). O Resultado aos 42 dias de idade mostrou que a adição do complexo enzimático numa dieta com redução de 50 kcal EMA/kg alcançou um peso vivo médio igual aquele obtido numa dieta controle sem redução de energia metabolizável. O valor de energia metabolizável foi calculado nas rações de engorda em experimento “*in vivo*” e concluiu que a ração com redução de 50 kcal EMA/kg suplementada com complexo enzimático obteve valores de EMA e EMAn semelhantes aos resultados obtidos para a ração sem redução, demonstrando que o complexo enzimático promoveu uma recuperação do valor energético da dieta.

Zanella *et al.*, (1999), estudaram o efeito da suplementação de enzimas (xilanase, amilase e protease) em dietas a base de milho e soja sobre o desempenho, viscosidade da digesta, rendimento de carcaça, digestibilidade ileal e aparente em frangos de corte. O uso das enzimas melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar em 1,9% e 2,2%, respectivamente. A digestibilidade ileal da proteína, amido, gordura e a energia metabolizável (EM) aos 37 dias de idade também melhorou com a suplementação. A digestibilidade aparente foi melhor apenas na proteína e amido. A viscosidade da digesta e as características de carcaça não foram influenciadas pela adição das enzimas na dieta.

Estudos realizados por Yu e Chung (2004) comparou resultados de desempenho de frangos alimentados com ração de baixo e elevado nível energético apresentaram ganhos de peso semelhantes, e concluíram que este desempenho foi devido a suplementação das rações menos energética com amilase, xilanase e protease, o que pode demonstrar a atuações desses produtos sobre os ingredientes milho e farelo de soja.

A avaliação da energia metabolizável (EM) da ração e digestibilidade de frangos de corte com suplementação “*on top*” de um complexo enzimático a base de amilase, protease e xilanase, em rações a base de milho e a base de sorgo cuja matriz nutricional destes alimentos, no programa de formulação de ração, foi valorizada em 130 kcal observou-se que os valores de energia metabolizável, energia metabolizável corrigida para nitrogênio,



digestibilidade da proteína e da gordura foram semelhantes ao tratamento controle para ambos vegetais (Fernandes *et al.*, 2007). Esses resultados mostram a eficácia das enzimas na restauração do valor nutricional. Resultados semelhantes foram também encontrado por Leite *et al.* (2011), estudando a suplementação de amilase, protease, pectinase,  $\beta$  glucanase, pentosanase, celulase e fitase em rações a base de sorgo e milho na forma “on top” para frangos de corte. A adição do complexo enzimático proporcionou melhores coeficientes de digestibilidade da gordura, nitrogênio, energia metabolizável e matéria seca em rações formuladas com sorgo.

Sens (2009), avaliou o desempenho de perus no período de 1 a 21 dias e a morfologia intestinal aos sete dias de idade usando a enzima  $\beta$ -mananase na dieta. Os resultados indicaram que a adição da enzima promoveu melhorias significativas na altura dos vilos e no ganho de peso.

Em experimentos com frangos de corte utilizando uma dieta a base de milho e farelo de soja, observou-se que a inclusão da enzima  $\beta$ -mananase melhorou a energia metabolizável, o ganho de peso e a eficiência alimentar em frangos de corte, na ordem de 3% (McNaughton *et al.*, 1998).

A utilização de enzimas proporciona benefícios na produção de aves através da valorização dos ingredientes e nutrientes das rações. Proporciona melhora na digestibilidade e com isso minimiza perda dos nutrientes, reduz a umidade e volume das fezes diminuindo o risco de contaminação do meio ambiente. É necessário uma correta avaliação nutricional levando em consideração a dieta e substrato alvo.

## Referências Bibliográficas

ABPA-Associação Brasileira de Proteína Animal, disponível em: <http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf>, acesso em: 10/05/2016

ALBINO, L. F. T.; BUNZEN,S.;ROSTAGNO,H.S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: Semináriodeavesesuínos, 7.,2007, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: AVESUI Regiões, 2007. p.73-90.

ARAUJO, D. M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangas e poedeiras**. 2005. 81 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

ARRUDA A.M.V., PEREIRA E.S., MIZUBUTI I.Y.; SILVA L.D.F. Seminario: Ciências Agrárias, n. 24, p.181-190, 2003.

BEDFORD, M.R.; SCHUKZE, H. Exogenous enzymes in poultry diets.**Nutrition Research Reviews**, v.11, n.1, p.91-114, 1998.

BOLELI, I.C.; MAIORCA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

BRENES, A.; MARQUARDT, R.R.; GUENTER, W.; VIVEROS, A. Effect of enzyme addition on the performance and gastrointestinal tract size of chicks fed lupin seed and their fractions.**Poultry Science**, Champaign, v.81, n.5, p.670-678, 2002.

CHAMPE, P.C.; HAVEY, R. A.Enzimas. In: **Bioquímica Ilustrada**. 2 ed. São Paulo: Artes médicas, 1989. 446p. p.53-66.

CHOCT, M. **Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals**. In: Bedford, M.R.; Partridge, G.G. (ed.) **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxford, CAB Publishing, 2001.

CHOCT, M. **Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance**. Feed Milling International. p13-26,1997.

CONTE A.J., TEIXEIRA A.S., FIALHO E.T., SCHOULTEN N.A., BERTECHINI A.G. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n.5, p.1147-1156, 2003.

COTTA, T.; TORRES, D. M.; OLIVEIRA, A. I. G. Efeitos da adição de um complexo enzimático sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 852-857, 2002.

CUEVAS, A.C. SALINAS, R.A. GONZÁLES, E.A. La utilizacion de enzimas como aditivos em dietas para pollos de engorda. **Veterinaria Mexico**, Distrito Federal, v.33, n.1, p.1-9, 2002.

DASKIRAN, M.; TEETER, R.G.; FODGE, D.W.; HSIAO, H.Y. An evaluation of endo- $\beta$ -D-mannanase (Hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in  $\beta$ -mannan content. **Poultry Science**, Champaign, v.83, n.4, p.662-668, 2004.

DOURADO, L.R.B. **Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte**. 2008. 94 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

ELSENHANS, B.; SUFKE, U.; CASPARY, W. The influence of carbohydrate gelling agents on rat intestinal transport of monosaccharides and neutral amino acids in vitro. **Clinical Science**, Londres, v.59, n.5, p.373-380,1980.

EMBRAPA MILHO E SORGO, 2009 Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto\\_1\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto_1_ed/index.htm) Acesso em:10/05/2016

FERNANDES, E.A. **Avaliação da suplementação de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte**. 2005. 85p. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

FERNANDES, E.A. **Sorgo granífero na nutrição de frangos de corte**. AVEWORLD. 2011. Disponível em: <http://www.aveworld.com.br>. Acesso em: 22 de outubro de 2015.

FERNANDES, E.A.; MOREIRA, FS.; MOREIRA, GA.; ALMEIDA, RAT. Efeito da suplementação enzimática sobre a digestibilidade de nutrientes e energia metabolizável das rações à base de milho e à base de sorgo para frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2007, Santos-SP. **Anais...** Santos: Revista Brasileira de Ciência Avícola, Suplemento 9. p.76.

FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. 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**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 402-410, 2002.

FLORES, M.P.; CAST, A.J.; MCNAB, J.M. Effect of enzyme supplementation to improve the nutritive and value of triticale in poultry diets. **Animal Feeds Science and Technology**, Amsterdam, v.39, n.3, p. 237-243, 1994.

GERAERT, P.A.; MAISONNIER, S.; LIU, K.; DALIBARD, P. Enzymes and non-starch polysaccharides: a better match improves efficacy. In: Australian Poultry Science Symposium 2003. Australia 2003, p.123-127. **Proc Australian Poultry Science Symposium**, 2003.

GUENTER, W. 2002, **Practical experience with the use of enzymes**. Disponível em <<http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp6.html>> Acesso em: 12/07/2015

HATFIELD R.D. Structural polysaccharides in forages and their degradability. **Agronomy Journal**, v.81, n.1, p.39-46, 1989.

HUISMAN, M.M.H., SCHOLS, H.A; VORAGEN, A.G.J. Glucuronoarabinoxylans from maize kernel cell walls are more complex than those from sorghum kernel cell walls. **Carbohydrate Polymers**, v.43, n.3, p 269-279, 2000.

KNUDSEN, K.E.B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.67, n.4, p.319-338, 1997.

KRABBE, E.; MAZZUCO, H. Uso de enzimas para dietas em poedeiras comerciais. **Avicultura Industrial**, n.6, p.16-23. 2011.

LEITE, J.L.B.; RODRIGUES, P. B.; FIALHO, E. T. et al. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1292-1298, 2011.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 839 p

MARQUARDT, R.R.; BRENES, A.; ZHANG, Z.; BOROS, D. Use of enzymes to improve nutrient availability in poultry feedstuffs. **Animal Feed Science Technology**, v.60, n.3-4, p.321-330, 1996.

McNAUGHTON, J.L.; HSIAO, H.; MADDENN, D.A.; FODGE, D.W. Corn/soy/fat diets for broilers,  $\beta$ -mannanase and improved feed conversion. **Poultry Science**, 77 (Suppl. 1): 153 (Abstr.). 1998.

MOURINHO, F.L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche**. 2006. 42 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

NAGASHIRO, C. Enzimas en la nutrición de aves. In Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2007, Santos-SP. **Anais...** Santos: Revista Brasileira de Ciência Avícola, Suplemento 9. p 309-328.

OPALINSKI, M., MAIORKA, A., CUNHA, F., MARTINS DA SILVA, E.C., BORGES, S.A. (Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2006.

RIZZOLI, P.W. **Desempenho e incremento de energia e digestibilidade de nutrientes em rações de frangos de corte contendo enzimas exógenas**. 2009. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science Technology**, v.135, n.1-2, p.1-41, 2007.

SENS, R.F. **Avaliação da suplementação das enzimas xilanase e  $\beta$ -mananase em rações para perus**. 2009, 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)– Setor de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CQBAL 2.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/Suprema Gráfica Ltda, 2006. 297p

VAN SOEST P.J. 1985. Comparative fiber requirements of ruminants and nonruminants. In: Cornell Nutrition Conference, Ithaca. **Proceeding...**New York: Cornell University Press, p.52-60, 1985.

VAN SOEST P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2th ed.New York: Cornell University Press.

VERMA, S.V.S.; McNAB, J.M. Guar meal in diets for broiler chickens.**British Poultry Science**, v.23, n.2, 1982.

WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de aves intactas, cecectomizadas e fistuladas no íleo terminal**. 1996. 125 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

YU, B.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets.**Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 13, n.2, p. 178-182, 2004.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans.**Poultry Science**, Champaign, v. 78, n.4, p. 561-568, 1999.

## **CAPÍTULO 2**

(Redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola)

# USO DE CARBOIDRASES E FITASE EM RAÇÕES COM SORGO, SOBRE O DESEMPENHO, PESO RELATIVO DO INTESTINO DELGADO E DEPOSIÇÃO MINERAL EM FRANGOS DE CORTE

Carvalho CMC<sup>1\*</sup>, Litz, FH<sup>2</sup>, Fernandes EA<sup>3</sup>, Ceccantini, M<sup>4</sup>, Antunes RC<sup>3</sup>, Martins, JMS<sup>1</sup>,  
Silva, MCA<sup>2</sup>, Portella AC<sup>5</sup>, Silveira, MM<sup>2</sup>, Bueno, JPR<sup>2</sup>, Masculi, A<sup>6</sup>

1 Zootecnista, Pós-graduanda em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia. \*Email para correspondência:

[carollcaires@yahoo.com.br](mailto:carollcaires@yahoo.com.br)

2 Médico Veterinário, Pós-graduando em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia

3 Professor Doutor da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia

4 Adisseo Brasil

5 Médica Veterinária Doutora em Genética e Bioquímica

6 Graduando em medicina veterinária, Universidade Federal de Uberlândia-UFU

## Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho, peso relativo do intestino delgado e deposição de minerais no osso de frangos de corte suplementados com complexo exoenzimático à base de  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -xilânase,  $\beta$ -glucanase e fitase em rações a base de sorgo. Foram utilizados 912 pintos de uma linhagem Hubbard Flex distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 (Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS); Ração Controle base Sorgo + Complexo Exoenzimático (ContS+Enz); Ração base Sorgo Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedS+Enz); Aos 35 e 42 dias de idade foram determinados os dados de desempenho: consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB). Para a avaliação do peso do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) foram selecionados seis aves por tratamento totalizando 24 aves. O complexo



exoenzimático utilizado nas rações base sorgo ao longo da criação dos frangos de corte favoreceu os resultados de ganho de peso, conversão alimentar e mineralização óssea quando comparado a uma ração testemunha não adicionada as enzimas, demonstrando seu efeito sobre polissacarídeos não amiláceosefósforo fítico presentes como fatores antinutricionais nestas rações, aumentando a digestibilidade e oferta de energia metabolizável, aminoácidos essenciais, metionina e lisina e cálcio e fósforo destinados a formação óssea. conclui-se que uma estratégia segura de sua inclusão nas rações baseia-se na redução dos níveis de energia, aminoácidos essenciais, metionina e lisina e cálcio e fósforo na razão esperada da atividade das enzimas constante deste complexo exoenzimático.

**Palavras chave:** exoenzimas, PNA's, fitato e resultado zootécnico

# USE OF CARBOHYDRASES AND PHYTASE IN DIETS WITH SORGHUM ON PERFORMANCE RELATIVE WEIGHT OF SMALL INTESTINE AND BONE MINERALIZATION IN BROILERS

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance, small intestine relative weight and bone mineralization of broilers supplemented with enzymatic complex based on  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -xylanase, beta-glucanase and phytase in diets with sorghum. Was involved 912 day-old chicks line Hubbard Flex distributed in a completely randomized design in a factorial arrangement 2x2 (Feed Control base Sorghum (Contcs); Feed base Reduced Sorghum (RedS); Feed Control base Sorghum + enzymatic Complex (Contcs + Enz); Feed base Sorghum Reduced + enzymatic Complex (RedS + Enz); At 35 and 42 days of age were determined performance data: feed intake (FI), body weight (BW), feed conversion (FC) and viability (VIAB). To evaluate the weight of the small intestine (duodenum, jejunum and ileum) were selected six broilers per treatment totaling 24 birds. The enzymatic complex used make up the difference in reducing the nutritional value of the diet, improves feed conversion The diets with nutritional reduction and inclusion of enzymatic complex had increased weight of the ileum compared to the same diet without addition of the additive. The deposition of minerals was affected with the supplementation of the additive. Supplementation of enzymatic complex may accompany the formulation of diets with reduced nutrient levels without compromising performance, intestinal development and deposition of minerals in the tibia.

**Key words:** exoenzymes, PNA's, phytate and zootechnical results

## Introdução

A avicultura tem destacado no cenário econômico como um dos segmentos mais importantes da agropecuária. O êxito na produção avícola é resultado da integração do melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo. Na nutrição animal, muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficientes e econômicas, visto que a alimentação constitui o item de maior custo na produção do frango de corte (STRADA *et al.*, 2005).

As rações avícolas são elaboradas principalmente com uma participação elevada (80 a 85%) de cereais, como milho, sorgo de farelo de soja, que, juntos, respondem por cerca de 80% do custo da ração, mas são também os principais responsáveis pelas fontes de energia e de aminoácidos essenciais da alimentação. Esses ingredientes possuem, em concentrações variáveis, fatores que podem comprometer a eficiência digestiva dos animais e, por isso são denominados fatores antinutricionais.

Enzimas exógenas são bastante usadas em rações para monogástricos, uma vez que promovem a ruptura das paredes celulares dos vegetais, reduzem a viscosidade da digesta, hidrolisam carboidratos constantes da fibra solúvel em água (PNA's), diminuem os efeitos dos fatores antinutricionais e complementam a atividade de enzimas endógenas do animal. A enzima fitase traz melhorias no aspecto nutricional, pois permite disponibilizar a maior quantidade de fósforo de origem orgânica sob a forma de fitato para absorção como também evitar o efeito negativo do ácido fítico sobre outros minerais como Ca, Mg e Zn.

Existem duas formas de abordagem na incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas. Uma aplicação mais prática, chamada de "on top" consiste em adicionar enzimas numa formulação padrão, sem alterar os níveis nutricionais. Outra alternativa, seria alterar a formulação da ração, pela redução do conteúdo dos nutrientes alvos das enzimas, e adicionar enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta-padrão, visando o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais normais (DOURADO, 2008).

Objetivou-se avaliar o desempenho, peso relativo do intestino delgado e deposição de minerais na tíbia suplementados com o complexo exoenzimático à base de  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -xilanase,  $\beta$ -glucanase e fitase em rações de frangos de corte a base de sorgo.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na Granja de Experimentação de Aves, na Fazenda do Glória, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG e seguiu as normas de utilização de animais em experimentos, aprovado pela Comissão de Ética de Utilização de Animais, protocolo número CEUA-UFU 116/13.

Foi conduzido num galpão avícola, aberto, com cobertura de telha de amianto, laterais teladas, forro e cortinas, interior equipado com campânulas infravermelho, ventiladores e aspersores. Dividido internamente com 80 boxes, equipados com comedouro tubular, bebedouro infantil e pendular, cada um com capacidade de 38 aves, numa densidade de 12 aves/m<sup>2</sup>.

Foram alojados 912 pintos de um dia, machos e fêmeas (50:50) com peso médio inicial de 43 $\pm$ 3g, da linhagem Hubbard Flex, vacinados no incubatório de origem contra as doenças de Marek e Gumboro, distribuídos aleatoriamente em 48 boxes. Foram criadas do alojamento até 42 dias de idade.

Num delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2x2), dietas x complexo exoenzimático, cada tratamento foi composto de seis repetições, com 38 aves cada, perfazendo um total de 912 aves. Os tratamentos foram assim distribuídos:

- ✓ Ração Controle base Sorgo (ContS);
- ✓ Ração Controle base Sorgo + Complexo Exoenzimático (ContS+Enz);
- ✓ Ração base Sorgo Reduzida (RedS);
- ✓ Ração base Sorgo Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedS+Enz);

As dietas, ao longo do experimento, foram compostas de quatro rações (preinicial, inicial, engorda e abate) sendo as denominadas controle, formuladas com níveis nutricionais e energéticos tomados como referencial Rostagno *et al.* (2011), enquanto aquelas denominadas reduzida, formuladas com redução de 80kcal/kg de energia metabolizável, 3% de metionina digestível, metionina+cistina digestível e de lisina digestível e redução de 0,12 pontos percentuais no nível de exigência fósforo disponível (Pd) e redução de 0,11 pontos percentuais no nível de exigência de cálcio(Ca). Estes valores nutricionais e energéticos reduzidos constituíam os acréscimos esperados na atividade enzimática do complexo exoenzimático(carboidrase+fitase), suplementado em 50g/t de ração e misturado em um misturador horizontal.

As rações foram elaboradas com sorgo grão, farelo de soja, óleo degomado de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal e premix vitamínico/mineral (Tabela 1 e 2). Divididas em quatro fases, as transições por fase se deram por consumo médio das aves: preinicial (300g/ave), inicial (900g/ave), engorda (2500g/ave) e abate (até 1500g/ave), partindo-se do número inicial de aves alojadas. No início de cada semana, uma quantidade de ração era pesada, colocada em balde junto a cada boxe, para a reposição nos comedouros ao longo da semana, e oferecida *ad libitum*. Ao final de cada semana as sobras de ração nos comedouros, em cada boxe, eram pesadas, anotadas e posteriormente calculados o consumo diário, semanal e de todo o ciclo de produção. Também a água de bebida foi disponibilizada *ad libitum*.

O Complexo Exoenzimático utilizado foi à base de carboidrases ( $\beta$ -xilanase e  $\beta$ -glucanase) e fitase. Possui ainda em sua composição  $\alpha$ -amilase. Sendo composto de produto de fermentação do *Penicillium funiculosum*(22,1%) e produto de fermentação do *Schizosaccharomyces pombe*(3,1%). Dosagem foi recomendada pela fabricante Adisseo® (50g/tonelada).

O programa de luz (natural/artificial) foi contínuo durante 24 horas. Diariamente, mediuse a temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão, sendo registrados no período

valores médios de mínimas (23,5°C e umidade 59,9%) e de máximas (29,0°C e umidade 82,6%).

A avaliação de desempenho foi realizada aos 35<sup>o</sup> e 42<sup>o</sup> dias de idade. As variáveis estudadas foram, consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB). Para a conversão alimentar (CA) foi considerada a razão entre ração consumida e peso das aves em cada unidade experimental (boxe). Adotou-se o peso vivo das aves, mais a adição do peso de todas as aves mortas ao longo do teste e a dedução do peso dos pintinhos ao alojamento em cada boxe. A variável viabilidade (VIAB) foi considerada a percentagem de sobrevivência. Durante todo o teste registrou-se o número de aves mortas, inclusive o peso destas.

**Tabela 1.** Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Controle base de Sorgo (ContS).

Ingredientes	Preinicial	Inicial	Ração (%)	
			Engorda	Abate
Sorgo 8,6	55,72	57,61	60,21	61,97
Farelo de Soja 46,5%	36,47	33,84	30,53	29,03
Óleo de Soja	3,67	4,86	5,96	6,02
Fosfato bicálcico 18	1,90	1,52	1,32	1,05
Calcário	0,78	0,84	0,78	0,71
Sal comum	0,46	0,46	0,45	0,45
DL-Metionina	0,37	0,32	0,22	0,28
L-Lisina HCL	0,31	0,27	0,26	0,23
L-Treonina	0,12	0,08	0,07	0,06
PremixVit/Min/Aditivos	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>2</sup>	0,30 <sup>3</sup>
TOTAL	100	100	100	100
<b>Composição nutricional calculada</b>				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2955	3054	3152	3201
Proteína Bruta (%)	22,35	21,19	19,80	19,20
Cálcio (%)	0,91	0,83	0,75	0,65
Fósforo disponível (%)	0,46	0,39	0,35	0,30
Sódio (%)	0,22	0,22	0,21	0,21
Arginina digestível (%)	1,38	1,30	1,20	1,13
Lisina digestível (%)	1,30	1,20	1,11	1,04
Metionina digestível (%)	0,66	0,60	0,56	0,52
Metionina+cistina digestível (%)	0,94	0,86	0,81	0,76
Treonina digestível (%)	0,85	0,78	0,72	0,68
Triptofano digestível (%)	0,25	0,23	0,22	0,21

1 MC-Mix Frango Inicial SAA 2kg – composition/kg feed – Vit-A 11,000IU; D3 2,000IU; E 16mg; folic acid 400mcg; calcium pantothenate 10mg; biotin 60mcg; niacin 35mg; pyridoxin 2mg; riboflavin 4.5mg; thiamin 1.2mg; B12 16mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 384mg; coccidicide 375mg; antioxidant 120mg.

2MC-Mix Frango engorda SAA 2kg - composition/kg feed – Vit-A 9,000IU; D3 1,600IU; E 14mg; folic acid 300mcg; calcium pantothenate 9mg; biotin 50mcg; niacin 30mg; pyridoxine 1.8mg; riboflavin 4mg; thiamin 1mg; B12 12mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 385mg; coccidicide 550mg; antioxidant 120mg.

3 MC-Mix Frango Abate 3kg– composition/kg feed – Vit-A 2,700IU; D3 450IU; E 4.5mg;calcium pantothenate 3.6mg; biotin 13.5mcg; niacin 4.5mg; pyridoxine 360mcg; riboflavin 900mcg; thiamin 270mcg; B12 2.7mcg; K3 450mcg; Se 180mcg; choline 130mg; methionine906 mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; antioxidant 120mg.

**Tabela 2.** Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Reduzida base de Sorgo (RedS).

Ingredientes	Préinicial	Ração (%)		
		Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6	58,86	60,84	63,01	65,82
Farelo de Soja 46,5%	35,74	33,01	30,10	27,66
Óleo de Soja	1,85	3,03	4,20	4,07
Fosfato bicálcico 18	1,25	0,88	0,67	0,41
Calcário	0,92	0,97	0,92	0,85
Sal comum	0,46	0,46	0,44	0,45
DL-Metionina	0,35	0,31	0,20	0,26
L-Lisina HCL	0,28	0,24	0,22	0,23
L-Treonina	0,09	0,06	0,04	0,05
PremixVit/Min/Aditivos	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>2</sup>	0,30 <sup>3</sup>
TOTAL	100	100	100	100
<b>Composição nutricional calculada</b>				
Energiametabolizável (Kcal/Kg)	2875	2974	3072	3121
Proteína Bruta (%)	22,22	21,04	19,78	18,87
Cálcio (%)	0,80	0,72	0,64	0,54
Fósforo disponível (%)	0,34	0,27	0,23	0,18
Sódio (%)	0,22	0,22	0,21	0,21
Arginina digestível (%)	1,36	1,28	1,19	1,09
Lisina digestível (%)	1,26	1,16	1,07	1,00
Metionina digestível (%)	0,64	0,58	0,54	0,50
Metionina+Cistina digestível (%)	0,91	0,83	0,78	0,73
Treonina digestível (%)	0,82	0,75	0,69	0,65
Triptofano digestível (%)	0,25	0,23	0,22	0,20

<sup>1</sup> MC-Mix Frango Inicial SAA 2kg – composition/kg feed – Vit-A 11,000IU; D3 2,000IU; E 16mg; folic acid 400mcg; calcium pantothenate 10mg; biotin 60mcg; niacin 35mg; pyridoxin 2mg; riboflavin 4.5mg; thiamin 1.2mg; B12 16mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 384mg; coccidicide 375mg; antioxidant 120mg.

<sup>2</sup> MC-Mix Frango engorda SAA 2kg - composition/kg feed – Vit-A 9,000IU; D3 1,600IU; E 14mg; folic acid 300mcg; calcium pantothenate 9mg; biotin 50mcg; niacin 30mg; pyridoxine 1.8mg; riboflavin 4mg; thiamin 1mg; B12 12mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 385mg; coccidicide 550mg; antioxidant 120mg.

<sup>3</sup> MC-Mix Frango Abate 3kg– composition/kg feed – Vit-A 2,700IU; D3 450IU; E 4.5mg;calcium pantothenate 3.6mg; biotin 13.5mcg; niacin 4.5mg; pyridoxine 360mcg; riboflavin 900mcg; thiamin 270mcg; B12 2.7mcg; K3 450mcg; Se 180mcg; choline 130mg; methionine906 mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; antioxidant 120mg

Aos 42 dias de idade, procedeu-se o peso das sobras de ração, contagem do número e peso das aves vivas. Calculou-se o peso médio das aves vivas de cada boxe, determinando o peso médio de cada repetição por cada tratamento. Com base nos resultados de peso vivo médio por tratamento, foi retirado de cada um dos seis boxes (repetição), um frango macho, com peso médio ( $\pm 2\%$ ) igual ao encontrado para cada tratamento. Os seis frangos retirados, perfazendo 48 aves, foram identificados por anilha numerada, deixadas em um boxe isolado,



onde foram submetidas a um jejum alimentar de 12 horas e hídrico nas últimas duas horas e a seguir encaminhados para o setor de abate. As aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, depenadas e evisceradas. Do tubo gastrintestinal retirou-se o intestino delgado, cortado longitudinalmente para completa retirada de restos do bolo alimentar, separado nas seções duodeno, jejuno e íleo. Cada seção foi pesada em balança eletrônica marca Marte, escala 0,01. Calculou-se o peso relativo de cada seção em relação ao peso vivo, onde:

$$\text{Peso relativo da seção} = \frac{\text{peso da seção}}{\text{peso vivo}} \times 100$$

Realizou o corte das partes da carcaça sendo retirada a contra-coxa esquerda e na sequencia descarnada. As tíbias foram colocadas em sacos plásticos identificados segundo cada tratamento, congeladas a -20°C e posteriormente enviadas ao Laboratório de Análise de Matéria Prima e Ração – LAMRA – da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU. Depois de descongeladas, as tíbias foram fervidas por 15 minutos. Em seguida, foram lavadas em água fria para retirada dos resíduos de carne, cartilagem proximal e fíbula. Secas em estufa de ventilação a 100°C por 24 horas, foram armazenadas em frascos de vidro com éter etílico, trocando-se o éter do frasco até o desaparecimento total de resíduos de gordura no éter. Após a evaporação do éter, procedeu-se a uma nova secagem em estufa a 100°C por 24 horas. Depois de esfriarem em dessecador, as tíbias foram pesadas individualmente em balança de precisão e, em seguida, foram trituradas em moinho de faca, amostradas para determinação da composição centesimal de matéria mineral, cálcio e fósforo, conforme metodologia preconizada pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2009).

Os resultados obtidos do fatorial (dieta x exoenzimas) foram submetidos à análise de variância por meio do programa Sisvar (FERREIRA, 2011) e, na existência de efeitos significativos da interação, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

Aos 35 dias de idade não houve interação entre as dietas e o complexo exoenzimático (Tabela 3) em nenhuma das variáveis estudadas. Quando se compara as dietas controle com aquelas reduzidas observa-se que o peso vivo das aves nos tratamentos foi significativamente reduzido quando se reduziu os níveis de energia e nutrientes assim como a piora da conversão alimentar. As variáveis consumo de ração e viabilidade não foram influenciadas. Ao suplementar aquelas rações reduzidas (RedS) com o complexo exoenzimático os resultados mostram que houve uma melhora no peso vivo e conversão alimentar equiparando aos resultados obtidos com o tratamento com ração controle base sorgo (ContS).

**Tabela 3.** Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo aos 35 dias de idade.

<b>DIETA</b>	<b>CR(Kg)</b>	<b>PV(Kg)</b>	<b>CA(Kg:Kg)</b>	<b>VIAB(%)</b>
ContS	3,448	2,086a	1,681a	97,369
RedS	3,427	2,025b	1,720b	98,027
<i>p valor</i>	<i>0,4605</i>	<i>0,0271</i>	<i>0,0002</i>	<i>0,2313</i>
<b>ENZIMA</b>				
Com	3,494	2,130a	1,663a	95,50
Sem	3,433	2,042b	1,713b	97,80
<i>p valor</i>	<i>0,1310</i>	<i>0,0015</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0342</i>
<b>DIETA X ENZ</b>	<i>0,9510</i>	<i>0,6235</i>	<i>0,1083</i>	<i>0,4447</i>
<i>CV</i>	<i>3,95</i>	<i>4,27</i>	<i>2,28</i>	<i>3,76</i>

Consumo de ração (CR); Peso Vivo (PV); Conversão Alimentar (CA) e Viabilidade (Viab)

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Aos 42 dias de idade vê-se na tabela 4 que para as rações com redução de nutrientes e energia (RedS) o peso vivo foi menor quando comparado à ração controle. Ao se comparar

suplementação e não suplementação, o peso vivo foi influenciado pelo complexo enzimático elevando o peso a um patamar igual daquelas aves submetidas a ração controle. Pode se observar na tabela 5 que houve interação entre as dietas e a inclusão do complexo exoenzimático para a variável conversão alimentar dos frangos de corte deste experimento. O uso do complexo exoenzimático nas rações com níveis reduzidos de energia, cálcio, fósforo e aminoácidos (RedS) teve melhor conversão alimentar quando comparado à mesma dieta sem o uso do aditivo. Os resultados do presente estudo mostram que o uso do complexo exoenzimático conseguiu suprir as diferenças impostas naquelas rações (preinicial, inicial, engorda e abate) com a redução dos valores nutricionais das dietas.

Desdobrando-se a interação para a variável conversão alimentar observa-se que os animais que consumiram rações sem a inclusão do complexo exoenzimático, e tinham os níveis reduzidos de nutrientes e energia alcançaram pior conversão alimentar quando comparado à dieta controle (ContS). Esses resultados mostram a importância da correta formulação de ração para que atenda a exigência nutricional da ave (Tabela 5).

As aves dos tratamentos que consumiram rações que eram suplementadas com o complexo enzimático tanto aquelas controle (ContS+Enz) como aquelas controle negativo (RedS+Enz) obtiveram resultados semelhantes para a conversão alimentar. Não foi observada diferença entre as aves tratadas com as dietas controles base sorgo mais enzima (ContS+Enz) e aquelas reduzidas mais enzimas (RedS+Enz) possivelmente porque os níveis de energia e nutrientes das rações formuladas para as quatro fases de criação dos frangos (ContS) foram suficientes para atender as exigências de máximo desempenho daquelas aves (Tabela 5).

**Tabela 4.** Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo aos 42 dias de idade.

<b>DIETA</b>	<b>CR(Kg)</b>	<b>PV (Kg)</b>	<b>CA (Kg:Kg)</b>	<b>VIAB(%)</b>
ContS	4,591	2,640a	1,748a	96,05
RedS	4,693	2,485b	1,846b	97,15
<i>p valor</i>	<i>0,1950</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>0,2585</i>
<b>ENZIMA</b>				
Com	4,714	2,656a	1,763a	96,71
Sem	4,652	2,512b	1,834b	95,40
<i>p valor</i>	<i>0,2605</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>0,2423</i>
<b>DIETA X ENZ</b>	0,3885	0,9314	p<0,01	0,5116
<i>CV</i>	<i>3,97</i>	<i>3,17</i>	<i>2,09</i>	<i>3,98</i>

Consumo de ração (CR); Peso Vivo (PV); Conversão Alimentar (CA) e Viabilidade (Viab)

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável conversão alimentar em frangos de corte aos 42 dias de idade.

<b>Tratamento</b>	<b>COM EXOENZIMA</b>	<b>SEM EXOENZIMA</b>
ContS	1,736aA	1,760aA
RedS	1,770aA	1,923bB

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Resultados semelhantes foram encontrados por Fortes *et al.* (2012) e Zanella *et al.* (1999), que demonstraram que a suplementação do complexo exoenzimático melhorou a utilização de nutrientes e compensou à redução de energia da dieta através do ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração.

Cuevas *et al.* (2002) e Fernandes (2005) avaliaram a suplementação enzimática em dieta à base de sorgo e farelo de soja com níveis normais de nutrientes e energia e com níveis reduzidos, semelhante ao do trabalho estudado. Os resultados mostraram que a inclusão do complexo exoenzimático apresentou uma melhora significativa nas variáveis, conversão alimentar e peso vivo.

É importante ressaltar que, apesar da maioria destes trabalhos terem utilizado o milho como principal fonte de energia e as rações do presente estudo terem sido formuladas com sorgo, há uma grande semelhança nutritiva entre estes dois grãos, fato este bem demonstrado em trabalhos de Diniz *et al.* (2002), Fernandes *et al.* (2008) e Fernandes *et al.* (2007) o que permite estabelecer uma comparação com os resultados encontrados.

Ao estabelecer uma comparação entre os pesos relativos do duodeno, jejuno e íleo entre os tratamentos, vê-se que os resultados das tabelas 6 e 7 mostram que houve interação entre as dietas e o complexo exoenzimático para o variável peso relativo do íleo. As dietas com redução nutricional e inclusão do complexo exoenzimático (RedS+Enz) tiveram aumento do peso do íleo quando comparado à mesma dieta sem adição do aditivo (RedS). Ao comparar as dietas sem adição das exoenzimas pode observar que as dietas com redução nutricional (RedS) tiveram menor peso do íleo.

Os resultados desse estudo revelaram que a inclusão do complexo exoenzimático em rações com sorgo ocasionaram um aumento significativo no peso do íleo das aves, que corrobora com os relatados por Ritz *et al.* (1995). Esses pesquisadores trabalharam com dietas à base de milho e soja, suplementada com amilase, e observaram, em perus, aumento significativo do comprimento médio das vilosidades do jejuno e íleo em dietas com amilase.

Estes dados sugerem que o aumento das vilosidades devem proporcionar acréscimo no peso jejuno e íleo. Da mesma forma, Santos *et al.* (2006), observaram que a adição de um complexo multi-enzimático ocasionou aumento do peso da moela, jejuno, íleo.

De acordo com os resultados dos autores citados acima, o maior peso relativo do íleo em rações à base de sorgo com inclusão do complexo exoenzimático pode estar relacionado

com aumento das vilosidades que ocasionou aumento na digestibilidade dos nutrientes refletindo nos dados de desempenho.

**Tabela 6.** Peso relativo do duodeno (PD), jejuno (PJ) e íleo (PI) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

<b>DIETA</b>	<b>DUODENO</b>	<b>JEJUNO</b>	<b>ILEO</b>
ContS	0,732	1,111	0,949
RedS	0,700	1,006	0,995
<i>p valor</i>	<i>0,4299</i>	<i>0,3037</i>	<i>0,8424</i>
<b>ENZIMA</b>			
Com	0,736	1,078	0,974
Sem	0,721	1,064	0,967
<i>p valor</i>	<i>0,5116</i>	<i>0,7960</i>	<i>0,8959</i>
<b>DIETA X ENZ</b>	0,1299	0,0770	0,0078
<i>CV</i>	<i>11,06</i>	<i>17,60</i>	<i>10,34</i>

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 7.** Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável íleo em frangos de corte aos 42 dias de idade.

<b>Tratamento</b>	<b>COM EXOENZIMA</b>	<b>SEM EXOENZIMA</b>
ContS	0,975Aa	0,923Aa
RedS	1,113Aa	0,878Bb

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Como no complexo enzimático estava incluso a fitase tornou importante avaliar a biodisponibilização do fosforo fítico, avaliando e comparando a taxa de mineralização da tíbia daquelas aves. Ao se comparar as dietas (tabela 8) sorgo controle (ContS) e sorgo controle

negativo (RedS) os resultados mostraram que a deposição de MM e Ca na tíbia foi maior nas aves que consumiram a ração controle. Nas tabelas 9 e 10 os resultados mostram que houve interação entre dieta e a inclusão do complexo enzimático para cálcio e fósforo na tíbia. O uso de carboidrases e fitase em rações a base sorgo (Ração Controle e Controle Negativo) demonstrou haver maior deposição de cálcio e fósforo na tíbia de frangos de corte, em média 4% e 2% a mais respectivamente, comparada aos tratamentos sem adição do complexo exoenzimático.

**Tabela 8.** Teores de cálcio, fósforo e matéria mineral de tíbias de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com complexo exoenzimático.

<b>DIETA</b>	<b>Ca%</b>	<b>P%</b>	<b>MM%</b>
ContS	29,510a	12,665	49,385a
RedS	28,866b	11,962	47,636b
<i>p valor</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>0,0862</i>	<i>0,0043</i>
<b>ENZIMA</b>			
Com	29,865a	12,970a	49,276
Sem	26,960b	11,075b	48,169
<i>p valor</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>0,2900</i>
<b>FORM X ENZ</b>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>0,001</i>	<i>0,0823</i>
<b>CV</b>	<b>4,97</b>	<b>8,73</b>	<b>7,34</b>

Ca (Cálcio); P (Fósforo) e MM (Matéria Mineral)

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

**Tabela 9.** Desdobramento da interação entre formulação e enzimas para a variável deposição de cálcio na tíbia de frangos de corte.

<b>Tratamento</b>	<b>COM EXOENZIMA</b>	<b>SEM EXOENZIMA</b>
ContS	30,925Aa	27,258Ab
RedS	31,761Aa	26,808Ab

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 10.** Desdobramento da interação entre formulação e enzimas para a variável deposição de fósforo na tíbia de frangos de corte.

<b>Tratamento</b>	<b>COM EXOENZIMA</b>	<b>SEM EXOENZIMA</b>
ContS	13,495Aa	11,836Ab
RedS	13,550Aa	10,37Bb

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A avaliação da deposição de Ca e P no osso segundo Fialho (1991) é a resposta mais precisa para avaliar sua biodisponibilidade. Segundo Conte *et al.*, (2003), a utilização de enzimas carboidrases pode aumentar a digestibilidade de nutrientes, entre eles os minerais, devido à capacidade desse aditivo de reduzir a viscosidade da digesta.

De acordo com Donato *et al.*, (2011); Shaw *et al.*, (2011) quando se reduz o nível de fósforo disponível na ração e faz uso da suplementação da dieta com a fitase, essa enzima melhora o aproveitamento do P fítico pela ave. A fitase catalisa a reação de desfosforilação do fitato em ésteres de fosfato de mioinositol menores e P inorgânico, de maneira que, após a ação catalítica da fitase sobre o fitato, o P fítico hidrolisado se torna disponível aos monogástricos e pode ser absorvido e aproveitado metabolicamente pela ave (Han *et al.*, 2009).



Naves *et al.*, (2014) mostraram que as aves suplementadas com fitase em dietas com redução do fósforo disponível tiveram deposição de cinzas semelhante a dieta controle (formulação sem redução do fosforo disponível e sem suplementação da enzima). Da mesma forma Gomide *et al.*, (2011) mostraram que a redução de cálcio, fosforo e proteína na dieta de frangos de corte aos 21 e 35 dias de idade com adição de fitase tiveram resultados semelhante quanto a deposição de cinzas na tíbia comparada a dieta controle.

O uso do complexo enzimático nas formulações das quatro fases de criação dos frangos neste experimento manteve a mesma taxa de deposição de cálcio e fósforo nas tíbias quando comparado ao tratamento controle. Ao avaliar os tratamentos sem o uso de enzimas, as formulações a base de sorgo com a redução nutricional tiveram a pior deposição de fósforo comparados as rações com formulação normal.

## **Conclusão**

A inclusão do complexo exoenzimático estudado pode suprir a formulação de ração com redução de níveis desejados de EM, aminoácidos, cálcio e fósforo sem comprometer o desempenho das aves, a morfometria do intestino delgado e a deposição de minerais no osso da tíbia.

## Referências

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações, 2009. 204p.

Conte AJ, Teixeira AS, Fialho ET, Schoulten NA., Bertechini AG. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. Revista Brasileira de Zootecnia 2003; 32(5): 1147-1156.

Cuevas AC, Salinas RA, Gonzáles,EA. La utilizacion de enzimas como aditivos em dietas para pollos de engorda. VeterináriaMexico 2002; 33(1): 1-9.

Diniz FV, Fernandes EA, Mundim SAP, Alves MBR, Aquino CAM, Chiareli D. Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas formuladas a base de milho e sorgo. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 2002, 4: 60

Donato DCZ, Albuquerque R, Garcia PDSR, Balieiro JCC. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de cálcio suplementadas com fitase. Revista Brasileira de Zootecnia 2011; 40(10): 2161-2166.

Dourado LRB. Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte. 2008. 94 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

Fernandes EA. Avaliação da suplementação de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte. 2005. 85p. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

Fernandes EA, Moreira FS, Moreira GA, Almeida RAT. Efeito da suplementação enzimática sobre a digestibilidade de nutrientes e energia metabolizável das rações à base de milho e à base de sorgo. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2007; supl 9: 76.

Fernandes E, Rodrigues RM, Hackenhaar L, Klink UP, Fagundes NS, Caires CM. Uso do sorgo integral na alimentação de frangos de corte. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2008; supl10: 87.

Ferreira DF. Análise estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2011, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2011. p. 255-258.

Fialho FB. Disponibilidade de manganês do farelo de arroz para frangos decorte. 1991. 156p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Curso de pós-graduação em Nutrição Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Fortes BDA, Café MB, Stringhini JH, Brito JAG, Rezende PLP, Silva RD. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. Ciência Animal Brasileira 2012; 13(1): 24-32.

Gomide EM, Rodrigues PB, Beterchini AG, Freitas TF, Fassani EJ, Reis MP, Rodrigues NEB, Almeida EC. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 2011; 40(11): 2405-2414.

Han JC, Yang XD, Qu HX, Xu M, Zhang T, Li WL, Yao JH, Liu YR, Shi BJ, Zhou JF, Feng XY. Evaluation of equivalency values of microbial phytase to inorganic phosphorus in 22 to 42dayold broilers. Journal Applied Poultry Research 2009; 18:707-715.

Naves LP, Rodrigues PB, Bertechini AG, Lima EMC, Teixeira LV, Alvarenga RR, Nardelli NBS, Oliveira DH, Oliveira MH. Redução de fósforo em dietas para frangos com base em valores de equivalência da fitase. Pesquisa Agropecuária Brasileira 2014; 49(1): 71-77.

Rostagno HS (ed). Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição dos alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, UFV; 2011: 141p.

Ritz C, Hulet RM, Self BB, Denbow DM. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. *Poultry Science* 1995; 74(8): 1329-1334.

Santos MSV, Espíndola GB, Fuentes MFF, Freitas ER, Carvalho LE. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2006; 35(3):811-817.

Shaw AL, Hess JB, Blake JP, Ward NE. Assessment of an experimental phytase enzyme product on live performance, bone mineralization, and phosphorus excretion in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 2001; 20: 561-566.

Strada ESO, Abreu RD, Oliveira GJC, Costa MCMM, Carvalho GJL, Franca AS, Clarton L., Azevedo JLM. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(6supl.): 2369-2375.

Zanella I, Sakomura NK, Silversides FG, Figueiredo A, Pack M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science* 1999; 78(4): 561-568.

### **CAPITULO 3**

(Redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola)

# USO DE CARBOIDRASES E FITASE EM RAÇÕES COM SORGO E MILHETO SOBRE O DESEMPENHO E PESO RELATIVO DO INTESTINO DELGADO DE FRANGOS DE CORTE

Carvalho CMC<sup>1\*</sup>, Litz, FH<sup>2</sup>, Fernandes EA<sup>3</sup>, Ceccantini, M<sup>4</sup>, Antunes RC<sup>3</sup>, Martins, JMS<sup>1</sup>,  
Silva, MCA<sup>2</sup>, Portella AC<sup>5</sup>, Silveira, MM<sup>2</sup>, Bueno, JPR<sup>2</sup>, Masculi, A<sup>6</sup>

1 Zootecnista, Pós-graduanda em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia. \*Email para correspondência:

[carollcaires@yahoo.com.br](mailto:carollcaires@yahoo.com.br)

2 Médica Veterinário, Pós-graduando em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia

3 Professor Doutor da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia

4 Adisseo Brasil

5 Médica Veterinária Doutora em Genética e Bioquímica

6 Graduando em medicina veterinária, Universidade Federal de Uberlândia-UFU

## Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho, peso relativo do intestino delgado de frangos de corte suplementados com complexo exoenzimático à base de  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -xilanase,  $\beta$ -glucanase e fitase em rações de sorgo, milho e farelo de soja. Foram utilizados 912 pintos de um dialinhagem Hubbard Flex distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2, Ração Controle base Sorgo + Milho (ContSM); Ração base Sorgo + Milho Reduzida (RedSM); Ração Controle base Sorgo + Milho + Complexo Exoenzimático (ContSM+Enz); Ração base Sorgo + Milho Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSM+Enz). Aos 35 e 42 dias de idade foram determinados os dados de desempenho: consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB). Para a avaliação do peso do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) foram selecionados seis aves

por tratamento totalizando 24 aves. O complexo exoenzimático utilizado nas rações base sorgo mais lilheto ao longo da criação dos frangos de corte favoreceu os resultados de ganho de peso, conversão alimentar quando comparado a uma ração testemunha não adicionada das enzimas, demonstrando seu efeito sobre polissacarídeos não amiláceos e fitatos presentes como fatores antinutricionais nestas rações, aumentando a digestibilidade e oferta de energia metabolizável, aminoácidos essenciais, metionina e lisina e cálcio e fósforo. conclui-se que uma estratégia segura de sua inclusão nas rações baseia-se na redução dos níveis de energia, aminoácidos essenciais, metionina e lisina e cálcio e fósforo na razão esperada da atividade das enzimas constante deste complexo exoenzimático.

**Palavras chave:** exoenzimas, PNA`s, fitato, resultado zootécnico



# USE OF CARBOHYDRASES AND PHYTASE IN DIETS WITH SORGHUM AND MILLET ON PERFORMANCE AND SMALL INTESTINE IN BROILERS

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance and relative weight of the small intestine of broilers supplemented with enzymatic complex with  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -xylanase,  $\beta$ -glucanase and phytase in diets with sorghum and millet. Was involved 912 day-old Hubbard Flex chicks distributed in a completely randomized design in a 2x2 factorial arrangement: Feed Control based Sorghum +Millet (ContSM); Feed Reduced base Sorghum +Millet (RedSM); Feed Control base Sorghum + millet + Enzymatic Complex (ContSM + Enz); Feed Reduced base Sorghum+ Millet + Enzymatic Complex (RedSM + Enz). At 35 and 42 days of age were determined performance data: feed intake (CR), body weight (PV), feed conversion (FC) and viability (VIAB). To evaluate the small intestine weight (duodenum, jejunum and ileum) were selected six broilers totaling 24 chicks per treatment. The results showed interaction for the variables feed conversion and relative weight of the ileum at 42 days old. The enzymatic complex used supplied the difference in reducing the nutritional value of the diet improving feed conversion. Diets with reduction nutritional and inclusion of enzymatic complex had increased weight of the ileum compared to the same diet without addition of the additive. Supplementation of enzymatic complex may accompany the formulation of diets with reduced nutrient levels without compromising performance and intestinal development.

**Key words:** duodenum, jejunum and feed conversion

## Introdução

A avicultura esta em constante evolução, com objetivo de buscar alternativas que tornem possível a formulação de rações mais eficientes, uma vez que a alimentação constitui o item de maior custo na produção de frango de corte (CAIRES *et al.*,2008).

Atualmente o milheto vem ganhando cada vez mais espaço no mercado. Pesquisas acenam para a cultura em forma de grão, que vem abastecendo o setor de rações para aves, que se mostra interessado em ampliar as fontes de matéria-prima para atender à crescente demanda, como já acontece em Goiás e em Santa Catarina (EMBRAPA, 2009).

As rações avícolas são elaboradas principalmente com uma participação elevada (80 a 85%) de cereais, como milho, sorgo de farelo de soja, que, juntos, respondem por cerca de 80% do custo da ração, mas são também os principais responsáveis pelas fontes de energia e de aminoácidos essenciais da alimentação. Outros cereais em grãos ou seus coprodutos são ainda regionalmente usados, podendo-se destacar o milheto, triticale, farelo de trigo, farelo de girassol, farelo de amendoim, entre outros. Por outro lado, cada um destes ingredientes possui, em concentrações variáveis, fatores que podem comprometer a eficiência digestiva dos animais e, por isso mesmo são denominados fatores antinutricionais.

Enzimas exógenas são bastante usadas em rações para monogástricos, uma vez possibilita utilizar ingredientes que possuem nutrientes pouco disponíveis aos animais. E o caso dos ingredientes ricos em PNA'S (polissacarídeos não amiláceos) e em fósforo fítico. As enzimas que degradam PNA'S promovem a ruptura das paredes celulares dos vegetais, reduzem a viscosidade da digesta, hidrolisam as proteínas, diminuem os efeitos dos fatores antinutricionais e complementam a atividade de enzimas endógenas do animal (CAMPESTRINI *et al.*, 2005). Já a enzima fitase, permite disponibilizar a maior quantidade de fósforo de origem orgânica para absorção como também evitar o efeito negativo do ácido fítico sobre outros minerais como Ca, Mg e Zn.

A maioria das pesquisas é feita com base no uso de enzimas em rações contendo nutrientes com altas quantidades de PNAs, como aveia, cevada, farelo de trigo e farelo de

arroz, realidade contrária à observada no Brasil (CARDOSO, 2009). Estudos utilizando enzimas exógenas em rações à base de sorgo e milho são direcionadas para um melhor aproveitamento dos nutrientes contidos nestes ingredientes.

Objetivou-se avaliar o desempenho e peso relativo do intestino delgado de frangos de corte suplementados com o complexo exoenzimático à base de  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -xilanase,  $\beta$ -glucanase e fitase em rações a base de sorgo e milho.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na Granja de Experimentação de Aves, na Fazenda do Glória, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG e seguiu as normas de utilização de animais em experimentos, aprovado pela Comissão de Ética de Utilização de Animais, protocolo número CEUA-UFU 116/13.

Foi conduzido num galpão avícola, aberto, com cobertura de telha de amianto, laterais teladas, forro e cortinas, interior equipado com campânulas infravermelho, ventiladores e aspersores. Dividido internamente com 80 boxes, equipados com comedouro tubular, bebedouro infantil e pendular, cada um com capacidade de 38 aves, numa densidade de 12 aves/m<sup>2</sup>.

Foram alojados 912 pintos de um dia, machos e fêmeas (50:50) com peso médio inicial de 43±3g, da linhagem Hubbard Flex, vacinados no incubatório de origem contra as doenças de Marek e Gumboro, distribuídos aleatoriamente em 24 boxes. Foram criadas do alojamento até 42 dias de idade.

Num delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2x2), dietas x complexo exoenzimático, cada tratamento foi composto de seis repetições, com 38 aves cada, perfazendo um total de 912 aves. Os tratamentos foram assim distribuídos:

- ✓ Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM);
- ✓ Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM);

- ✓ Ração Controle base Sorgo + Milheto + Complexo Exoenzimático (ContSM+Enz);
- ✓ Ração base Sorgo + Milheto Reduzida + Complexo Exoenzimático(RedSM+Enz).

As dietas, ao longo do experimento, foram compostas de quatro rações (preinicial, inicial, engorda e abate) sendo as denominadas controle, formuladas com níveis nutricionais e energéticos tomados como referencial Rostagno *et al.* (2011), enquanto aquelas denominadas reduzida, formuladas com redução de 80kcal/kg de energia metabolizável, 3% de metionina digestível, metionina+cistina digestível e de lisina digestível e redução de 0,12 pontos percentuais no nível de exigência fósforo disponível (Pd) e redução de 0,11 pontos percentuais no nível de exigência de cálcio(Ca). Estes valores nutricionais e energéticos reduzidos constituíram os acréscimos esperados na atividade enzimática do complexo exoenzimático(carboidrase+fitase), suplementado em 50g/t de ração e misturado em um misturador horizontal.

As rações foram elaboradas com sorgo grão, milho grão, farelo de soja, óleo degomado de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal e premix vitamínico/mineral (Tabelas 1 e 2). Divididas em quatro fases, as transições por fase se deram por consumo médio das aves: preinicial (300g/ave), inicial (900g/ave), engorda (2500g/ave) e abate (até 1500g/ave), partindo-se do número inicial de aves alojadas. No início de cada semana, uma quantidade de ração era pesada, colocada em balde junto a cada boxe, para a reposição nos comedouros ao longo da semana, e oferecida *ad libitum*. Ao final de cada semana as sobras de ração nos comedouros, em cada boxe, eram pesadas, anotadas e posteriormente calculados o consumo diário, semanal e de todo o ciclo de produção. Também a água de bebida foi disponibilizada *ad libitum*.

O Complexo Exoenzimático utilizadofoi à base de carboidrases ( $\beta$ -xilanase e  $\beta$ -glucanase) e fitase. Possui ainda em sua composição  $\alpha$ -amilase. Sendo composto de produto de fermentação do *Penicillium funiculosum*(22,1%) e produto de fermentação do *Schizosaccharomyces pombe*(3,1%). Dosagemfoi recomendada pela fabricante Adisseo® (50g/tonelada).

O programa de luz (natural/artificial) foi contínuo durante 24 horas. Diariamente, mediu-se a temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão, sendo registrados no período valores médios de mínimas (23,5°C e umidade 59,9%) e de máximas (29,0°C e umidade 82,6%).

A avaliação de desempenho foi realizada aos 35<sup>o</sup> e 42<sup>o</sup> dias de idade. As variáveis estudadas foram, consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB). Para a conversão alimentar (CA) foi considerada a razão entre ração consumida e peso das aves em cada unidade experimental (boxe). Adotou-se o peso vivo das aves, mais a adição do peso de todas as aves mortas ao longo do teste e a dedução do peso dos pintinhos ao alojamento em cada boxe. A variável viabilidade (VIAB) foi considerada a percentagem de sobrevivência. Durante todo o teste registrou-se o número de aves mortas, inclusive o peso destas.

**Tabela 1.** Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Controle base de Sorgo + Milheto (ContSM).

Ingredientes	Preinicial	Ração (%)		
		Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6	29,12	31,00	31,71	36,05
Milheto Grão	28,00	28,00	30,00	30,00
Farelo de Soja 46,5%	35,22	32,59	29,19	25,93
Óleo de Soja	3,55	4,75	5,84	5,07
Fosfato bicálcico 18	1,91	1,54	1,35	1,08
Calcário	0,79	0,84	0,78	0,72
Sal comum	0,46	0,46	0,45	0,45
DL-Metionina	0,35	0,30	0,19	0,23
L-Lisina HCL	0,30	0,26	0,25	0,24
L-Treonina	0,10	0,06	0,04	0,03
Premix Vit/Min/Aditivos	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>2</sup>	0,30 <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição nutricional calculada</b>				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2955	3054	3152	3201
Proteína Bruta (%)	22,82	21,67	20,30	20,04
Cálcio (%)	0,91	0,83	0,75	0,65
Fósforo disponível (%)	0,46	0,39	0,35	0,30
Sódio (%)	0,22	0,22	0,21	0,21
Arginina digestível (%)	1,38	1,30	1,20	1,13
Lisina digestível (%)	1,30	1,20	1,11	1,04
Metionina digestível (%)	0,66	0,60	0,56	0,50
Metionina+cistina digestível (%)	0,94	0,86	0,81	0,76
Treonina digestível (%)	0,85	0,78	0,72	0,68
Triptofano digestível (%)	0,26	0,24	0,23	0,22

1 MC-Mix Frango Inicial SAA 2kg – composition/kg feed – Vit-A 11,000IU; D3 2,000IU; E 16mg; folic acid 400mcg; calcium pantothenate 10mg; biotin 60mcg; niacin 35mg; pyridoxin 2mg; riboflavin 4.5mg; thiamin 1.2mg; B12 16mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 384mg; coccidicide 375mg; antioxidant 120mg.

2MC-Mix Frango engorda SAA 2kg - composition/kg feed – Vit-A 9,000IU; D3 1,600IU; E 14mg; folic acid 300mcg; calcium pantothenate 9mg; biotin 50mcg; niacin 30mg; pyridoxine 1.8mg; riboflavin 4mg; thiamin 1mg; B12 12mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 385mg; coccidicide 550mg; antioxidant 120mg.

3 MC-Mix Frango Abate 3kg– composition/kg feed – Vit-A 2,700IU; D3 450IU; E 4.5mg; calcium pantothenate 3.6mg; biotin 13.5mcg; niacin 4.5mg; pyridoxine 360mcg; riboflavin 900mcg; thiamin 270mcg; B12 2.7mcg; K3 450mcg; Se 180mcg; choline 130mg; methionine906 mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; antioxidant 120mg.

**Tabela 2.** Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Reduzida base de Sorgo + Milheto (RedSM).

Ingredientes	Préinicial	Ração (%)		
		Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6	33,26	35,09	35,68	39,90
Milheto Grão	28,00	28,00	30,00	30,00
Farelo de Soja 46,5%	33,58	30,99	27,70	24,56
Óleo de Soja	1,59	2,79	3,90	3,13
Fosfato bicálcico 18	1,27	0,90	0,70	0,44
Calcário	0,93	0,98	0,92	0,85
Sal comum	0,46	0,46	0,45	0,45
DL-Metionina	0,33	0,29	0,18	0,21
L-Lisina HCL	0,30	0,25	0,24	0,24
L-Treonina	0,08	0,05	0,03	0,02
Premix Vit/Min/Aditivos	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>2</sup>	0,30 <sup>3</sup>
TOTAL	100	100	100	100

#### Composição nutricional calculada

Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2875	2974	3072	3121
Proteína Bruta (%)	22,39	21,26	19,93	19,71
Cálcio (%)	0,80	0,72	0,64	0,54
Fósforo disponível (%)	0,34	0,27	0,23	0,18
Arginina digestível (%)	1,34	1,26	1,16	1,09
Lisina digestível (%)	1,26	1,16	1,07	1,00
Metionina digestível (%)	0,64	0,58	0,54	0,48
Metionina+cistina digestível (%)	0,91	0,83	0,78	0,73
Treonina digestível (%)	0,82	0,75	0,69	0,65
Triptofano digestível (%)	0,25	0,24	0,22	0,22

<sup>1</sup> MC-Mix Frango Inicial SAA 2kg – composition/kg feed – Vit-A 11,000IU; D3 2,000IU; E 16mg; folic acid 400mcg; calcium pantothenate 10mg; biotin 60mcg; niacin 35mg; pyridoxin 2mg; riboflavin 4.5mg; thiamin 1.2mg; B12 16mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 384mg; coccidicide 375mg; antioxidant 120mg.

<sup>2</sup> MC-Mix Frango engorda SAA 2kg - composition/kg feed – Vit-A 9,000IU; D3 1,600IU; E 14mg; folic acid 300mcg; calcium pantothenate 9mg; biotin 50mcg; niacin 30mg; pyridoxine 1.8mg; riboflavin 4mg; thiamin 1mg; B12 12mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 385mg; coccidicide 550mg; antioxidant 120mg.

<sup>3</sup> MC-Mix Frango Abate 3kg– composition/kg feed – Vit-A 2,700IU; D3 450IU; E 4.5mg; calcium pantothenate 3.6mg; biotin 13.5mcg; niacin 4.5mg; pyridoxine 360mcg; riboflavin 900mcg; thiamin 270mcg; B12 2.7mcg; K3 450mcg; Se 180mcg; choline 130mg; methionine 906 mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; antioxidant 120mg.

Aos 42 dias de idade, procedeu-se o peso das sobras de ração, contagem do número e peso das aves vivas. Calculou-se o peso médio das aves vivas de cada boxe, determinando o peso médio de cada repetição por cada tratamento. Com base nos resultados de peso vivo médio por tratamento, foi retirado de cada um dos seis boxes (repetição), um frango macho, com peso médio ( $\pm 2\%$ ) igual ao encontrado para cada tratamento. Os seis frangos retirados, perfazendo 24 aves, foram identificados por anilha numerada, deixadas em um boxe isolado,

onde foram submetidas a um jejum alimentar de 12 horas e hídrico nas últimas duas horas e a seguir encaminhados para o setor de abate. As aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, depenadas e evisceradas. Do tubo gastrintestinal retirou-se o intestino delgado, cortado longitudinalmente para completa retirada de restos do bolo alimentar, separado nas seções duodeno, jejuno e íleo. Cada seção foi pesada em balança eletrônica marca Marte, escala 0,01. Calculou-se o peso relativo de cada seção em relação ao peso vivo, onde:

$$\text{Peso relativo da seção} = \frac{\text{peso da seção}}{\text{peso vivo}} \times 100$$

Os resultados obtidos do fatorial (Dieta x Exoenzimas) foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR(FERREIRA, 2011) e, na existência de efeitos significativos da interação, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **Resultados e Discussão**

Aos 35 dias de idade não houve interação entre as dietas e o complexo exoenzimático (Tabela 3) em nenhuma das variáveis estudadas. Quando se comparou a dieta controle com a reduzida observou-se que o peso vivo das aves nos tratamentos foi menor quando se reduziu os níveis de energia e nutrientes. Situação semelhante pode ser observada com a piora da conversão alimentar nas aves alimentadas com as rações com redução. As variáveis consumo de ração e viabilidade não foram influenciadas. Ao suplementar aquelas rações reduzidas com o complexo exoenzimático (RedSM+Enz) os resultados mostram que houve uma melhora no peso vivo e conversão alimentar quando comparado as aves que consumiram a ração sem o aditivo (RedSM+Enz).



**Tabela 3.** Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo e milho aos 35 dias de idade

<b>DIETA</b>	<b>CR(Kg)</b>	<b>PV(Kg)</b>	<b>CA(Kg:Kg)</b>	<b>VIAB(%)</b>
ContSM	3,514	2,140a	1,646a	96,054
RedSM	3,466	2,035b	1,705b	95,176
<i>p valor</i>	<i>0,4605</i>	<i>0,0271</i>	<i>0,0002</i>	<i>0,2313</i>
<b>ENZIMA</b>				
Com	3,494	2,130a	1,663a	95,50
Sem	3,433	2,042b	1,713b	97,80
<i>p valor</i>	<i>0,1310</i>	<i>0,0015</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0342</i>
<b>DIETA X ENZ</b>	<i>0,9510</i>	<i>0,6235</i>	<i>0,1083</i>	<i>0,4447</i>
<i>CV</i>	<i>3,62</i>	<i>4,27</i>	<i>2,28</i>	<i>3,76</i>

Consumo de ração (CR); Peso Vivo (PV); Conversão Alimentar (CA) e Viabilidade (Viab)

Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM); Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Aos 42 dias de idade vê-se na tabela 4 que para as rações com redução de nutrientes e energia a base de sorgo e milho (RedSM) o peso vivo foi menor quando comparado à ração controle (ContSM). Ao se comparar suplementação e não suplementação, naquelas rações reduzidas o peso vivo foi influenciado pelo complexo enzimático elevando o peso vivo igual àquelas aves submetidas à ração controle. Pode se observar nas tabelas 4 e 5 que houve interação entre as dietas e a inclusão do complexo exoenzimático para a variável conversão alimentar. O uso do complexo exoenzimático nas rações com níveis reduzidos de nutrientes e energia teve melhor conversão alimentar quando comparado à mesma dieta sem o uso do aditivo. Os resultados do presente estudo mostram que o uso do complexo exoenzimático conseguiu suprir a diferença devido à redução do valor nutricional da dieta.

Os animais que consumiram rações que não possuíam o complexo exoenzimático, mas tinham os níveis reduzidos de nutrientes e energia obtiveram pior conversão alimentar quando comparado à dieta controle, demonstrando que naquelas rações as reduções de energia e nutrientes não atendiam às exigências daqueles frangos (Tabela 5).

Já as aves que consumiram rações que eram suplementadas com o complexo enzimático tanto aquelas do tratamento controle (ContSM) como aquelas controle negativo (RedSM) obtiveram resultados semelhantes para a conversão alimentar. Esses resultados mostram que o complexo enzimático cobriu as reduções de energia e nutrientes nas rações atingindo resultados semelhantes à ração controle.

**Tabela 4.** Desempenho de frangos de corte com a suplementação do complexo exoenzimático em rações com sorgo e milho aos 42 dias de idade.

<b>DIETA</b>	<b>CR(Kg)</b>	<b>PV (Kg)</b>	<b>CA (Kg:Kg)</b>	<b>VIAB(%)</b>
ContSM	4,691	2,666a	1,759a	94,29
RedSM	4,758	2,544b	1,840b	94,73
<i>p valor</i>	<i>0,4574</i>	<i>p&lt;0,0025</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>0,8185</i>
<b>ENZIMA</b>				
Com	4,719	2,678a	1,772a	96,71
Sem	4,730	2,532b	1,827b	95,40
<i>p valor</i>	<i>0,9031</i>	<i>p&lt;0,0006</i>	<i>p&lt;0,0012</i>	<i>0,2600</i>
<b>DIETA X ENZ</b>	0,4912	0,8586	p 0,0001	0,4959
<i>CV</i>	<i>4,59</i>	<i>3,34</i>	<i>1,98</i>	<i>4,90</i>

Consumo de ração (CR); Peso Vivo (PV); Conversão Alimentar (CA) e Viabilidade (Viab)

Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM); Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável conversão alimentar em frangos de corte aos 42 dias de idade.

<b>Tratamento</b>	<b>COM EXOENZIMA</b>	<b>SEM EXOENZIMA</b>
ContSM	1,768aA	1,749aA
RedSM	1,776aA	1,905bB

Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM); Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM);

\*Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Cuevas *et al.* (2002) e Fernandes (2005) avaliaram a suplementação enzimática em dieta a base de sorgo e farelo de soja com níveis normais de nutrientes e energia e com níveis reduzidos, semelhante ao do trabalho estudado. Os resultados mostraram que a inclusão do complexo exoenzimático apresentou uma melhora significativa nas variáveis, conversão alimentar e peso vivo alcançando o peso das aves da dieta controle.

Os resultados das tabelas 6 e 7 mostram que houve interação entre as dietas e o complexo exoenzimático para o variável íleo. As dietas com redução nutricional e inclusão do complexo exoenzimático tiveram aumento do peso relativo do íleo quando comparado à mesma dieta sem adição do aditivo. Ao avaliar as dietas sem adição das exoenzimas pode observar que as dietas com redução nutricional tiveram menor peso do íleo.

Os resultados desse estudo revelaram que a inclusão do complexo exoenzimático em rações com sorgo e milho ocasionaram um aumento significativo no peso do íleo das aves, que corrobora com os relatados por Ritz *et al.* (1995). Esses pesquisadores trabalharam com dietas à base de milho e soja, suplementada com amilase, observaram, em perus, aumento significativo do comprimento médio das vilosidades do jejuno e íleo em dietas com amilase. Estes dados sugerem que o aumento das vilosidades proporcionou acréscimo no peso jejuno e íleo. Da mesma forma, Santos *et al.*, (2006), observaram que a adição de um complexo multienzimático ocasionou aumento do peso da moela, jejuno, íleo.

Tomando como referência os resultados dos autores acima citados, no presente estudo o maior peso relativo do íleo naquelas rações a base sorgo e milho com inclusão do complexo exoenzimático poderia estar relacionado com aumento das vilosidades o que ocasionou aumento na digestibilidade dos nutrientes refletindo nos dados de desempenho.

**Tabela 6.** Peso relativo do duodeno (PD), jejuno (PJ) e íleo (PI) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

<b>DIETA</b>	<b>DUODENO</b>	<b>JEJUNO</b>	<b>ILEO</b>
ContSM	0,755	1,134	0,950
RedSM	0,728	1,034	0,989
<i>p valor</i>	<i>0,4299</i>	<i>0,3037</i>	<i>0,8424</i>
<b>ENZIMA</b>			
Com	0,736	1,078	0,974
Sem	0,721	1,064	0,967
<i>p valor</i>	<i>0,5116</i>	<i>0,7960</i>	<i>0,8959</i>
<b>DIETA X ENZ</b>	0,1299	0,0770	0,0078
<i>CV</i>	<i>11,06</i>	<i>17,60</i>	<i>10,34</i>

Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM); Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 7.** Desdobramento da interação entre dietas e complexo exoenzimático para a variável íleo em frangos de corte aos 42 dias de idade.

<b>Tratamento</b>	<b>COM EXOENZIMA</b>	<b>SEM EXOENZIMA</b>
ContSM	0,928Aa	0,971Aa
RedSM	1,115Aa	0,863Bb

Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM); Ração Controle base Sorgo + Milheto (ContSM); Ração base Sorgo + Milheto Reduzida (RedSM);

\*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **Conclusão**

A inclusão do complexo exoenzimático estudado pode suprir a formulação de rações com redução de níveis desejados de EM, aminoácidos, cálcio e fósforo sem comprometer o desempenho de frangos de corte, bem como a morfometria das seções do intestino delgado.

## Referências

Caires CM, Fagundes NS, Fernandes EA, Carvalho AP. Enzimas na alimentação de frangos de corte. Revista Eletrônica Nutritime 2008; 5: 491-497.

Campestrini E, Silva VTM, Appelt MD. Utilização de enzimas na alimentação animal. Revista Eletrônica Nutritime 2005 2(6): 254-267.

Cardoso DM. Carboidratos em rações para frangos de corte, 2009. P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2009.

Cuevas AC, Salinas RA, Gonzáles,EA. La utilización de enzimas como aditivos em dietas para pollos de engorda. Veterinária Mexico 2002; 33(1): 1-9.

EMBRAPA Milho e Sorgo, 2009 Disponível em:  
[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto\\_1\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto_1_ed/index.htm). Acesso em:10/05/2016.

Fernandes EA. Avaliação da suplementação de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte. 2005. 85p. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

Ferreira, D. F. Análise estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2011, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2011. p. 255-258.

Rostagno HS (ed). Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição dos alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, UFV; 2011: 141p.

Ritz C, Hulet RM, Self BB, Denbow DM. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. *Poultry Science* 1995; 74(8): 1329-1334.

Santos MSV, Espíndola GB, Fuentes MFF, Freitas ER, Carvalho LE. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2006; 35(3):811-817.

## **CAPITULO 4**

(Redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola)



# CARBOIDRASES E FITASE INCREMENTAM A DIGESTIBILIDADE EM RAÇÕES BASE SORGO EM FRANGOS DE CORTE

C.M.C. Carvalho<sup>1\*</sup>, E.A. Fernandes<sup>2</sup>, M. Ceccantini<sup>3</sup>, F.H. Litz<sup>1</sup>, J.P.R. Bueno<sup>1</sup>, J.M.S. Martins<sup>4</sup>, M.C.A. Silva<sup>1</sup>, R.C. Antunes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluno da Pós graduação Universidade Federal de Uberlândia-UFU

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal de Uberlândia-UFU

<sup>3</sup>Adisseo

<sup>4</sup>Aluno da Pós graduação da Universidade Federal de Goiás-UFG

\*email para correspondência carollcaires@yahoo.com.br

## Resumo

Esse estudo teve o objetivo de determinar a energia metabolizável e a digestibilidade da ração em frangos de corte suplementados com complexo exoenzimático. No ensaio metabólico foram utilizados 32 aves (machos) distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (Ração Controle base Sorgo Moido (ContSm); Ração base Sorgo Moido Reduzida (RedSm); Ração base Sorgo Moido Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSm+Enz); Ração base Sorgo Inteiro Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSI+Enz) e quatro repetições. Os dados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e Teste F ao nível de significância de 5%. As médias dos tratamentos em cada variável estudada foram comparadas entre si pelo Teste de Tukey. No período de 17 a 21 dias de idade a digestibilidade da proteína bruta, cálcio (Ca) e fósforo (P) e energia metabolizável (EMA), mostraram incrementos com a adição do complexo exoenzimático nas rações com sorgo (triturado ou inteiro) com a redução nutricional. Entre 31 a 35 dias de idade, a digestibilidade da matéria mineral, Ca, P e energia metabolizável também teve incremento naquelas rações com redução nutricional suplementadas. Os valores de Energia metabolizável

(EMA) e Energia Metabolizável Aparente Corrigida para Nitrogênio (EMAn) das rações com redução nutricional e adição do complexo enzimático foram semelhante aos obtidos no ensaio para rações a base de sorgo normal nas fases inicial e engorda. A adição de exoenzimas supriu a redução de energia, aminoácido, cálcio e fósforo daquelas rações com redução favorecendo a adição do complexo enzimático.

**Palavras-Chave:**Cálcio, Enzimas, Fósforo.

# CARBOHYDRASE AND PHYTASE INCREASE DIGESTIBILITY IN DIETS WITH SORGHUM IN BROILER

## ABSTRACT

This study aimed to determine the metabolizable energy and digestibility of feed for broilers supplemented with enzymatic complex. Were used 32 broilers (male) in the metabolic testing, distributed in a completely randomized design with four treatments and four repetitions (Feed Control base Sorghum (Contcs); Feed Reduced base Sorghum (RedS); Feed Reduced base Sorghum + Enzymatic Complex (RedS + Enz); Feed Reduced base sorghum whole grain + Enzymatic Complex (RedSI + Enz). The data obtained of the variables were subjected to analysis of variance and F test at a 5% significance level. The treatment means for each variable were compared of Tukey test. The results in the period from 17 to 21 days old of the digestibility of protein, calcium (Ca) and phosphorus (P) and metabolizable energy showed improvement with the addition of enzymatic complex in diets with sorghum (ground or whole ) with nutritional reduction. Between 31 to 35 days of age, the digestibility of mineral matter, Ca, P and metabolizable energy had a gain in the reduction nutritional diets with those supplemented with phytase and carbohydrases. The metabolizable energy (AME) and Energy Apparent Metabolizable Corrected for Nitrogen (AME) of sorghum based diets with nutritional reduction and addition of enzymatic complex was significantly similar to those obtained in the test to feed the normal sorghum based on initial and fattening. The addition of exoenzymes permitted to be used on a diet with a lower content of energy, amino acid, calcium and phosphorus.

**Keywords:** Calcium, Enzymes, Phosphorus,

## Introdução

A avicultura com seus elevados índices zootécnicos de produção representa para o segmento industrial desafio e constante busca de estratégias capazes de adequar cada vez mais à exigência nutricional das aves.

As rações avícolas são elaboradas principalmente com participação elevada (80 a 85%) de cereais, como milho, sorgo, farelo de soja, farelo de trigo, milheto e outros. Porém, cada um destes ingrediente possuem concentrações variáveis de componentes químicos que podem comprometer a eficiência digestiva dos animais, por isso mesmo denominados fatores antinutricionais.

Os fatores antinutricionais são naturalmente encontrados nestes grãos como constituintes naturais de suas estruturas, não são tóxicos para os animais, mas sua presença no alimento pode afetar o crescimento e o desempenho produtivo (COUSINS, 1999).

Os polissacarídeos não amiláceos são os principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal e são considerados fatores antinutricionais. Além de possuir baixa digestibilidade, pode causar um aumento da viscosidade intestinal e conseqüentemente reduzir a digestibilidade de outros componentes da dieta (CONTE *et al.*, 2003). A molécula de ácido fítico possui propriedades antinutricionais pelo não-aproveitamento do fósforo e de outros nutrientes como proteínas e aminoácidos (CASEY e WALSH, 2004).

Enzimas são compostos orgânicos largamente usados na indústria de ração animal. Esses aditivos tecnológicos reduzem a viscosidade da digesta, degradam as proteínas, diminuem os efeitos dos fatores antinutricionais e complementam a atividade de enzimas endógenas do trato gastrointestinal. Além dessas funções, o uso de enzimas em rações animais diminui a presença de alguns elementos, como nitrogênio e fósforo, nas fezes reduzindo o impacto ambiental.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a inclusão do complexo exoenzimático em rações com sorgo sobre o valor de digestibilidade de nutrientes em rações de frangos de corte.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na Granja de Experimentação de Aves, na Fazenda do Glória, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG e seguiu as normas de utilização de animais em experimentos, aprovado pela Comissão de Ética de Utilização de Animais, protocolo número CEUA-UFU 116/13.

O presente experimento de digestibilidade e determinação da energia metabolizável foi conduzido concomitantemente com um teste de desempenho de frangos de corte envolvendo 912 pintos de um dia, machos e fêmeas (50:50) da linhagem Hubbard Flex. Criados em galpão tradicional, aberto, com cobertura de telha de amianto, laterais teladas, forro e cortinas com material avícola, interior equipado com campânulas infravermelho, ventiladores e aspersores.

O experimento de digestibilidade foi dividido em dois ensaios realizados dos 14 a 21 dias de idade (inicial) e dos 28 a 35 dias de idade (crescimento), desenvolvido em gaiolas de arame galvanizado (50x50x50cm) distribuídas ao longo do corredor central do galpão. Dispostas num conjunto vertical de três gaiolas eram equipadas com um bebedouro externo, lateral, tipo calha. O fundo das gaiolas em malha de arame, tinha em sistema de gaveta uma bandeja para a coleta das excretas.

Num delineamento inteiramente casualizado composto de quatro tratamentos e quatro repetições. Cada tratamento envolveu oito aves (machos), duas aves por repetição (gaiola) perfazendo um total de 32 aves, criadas em separado e destinadas exclusivamente para este experimento. Os tratamentos foram assim distribuídos: Ração Controle base Sorgo Moído (ContSm); Ração base Sorgo Reduzida Moído (RedSm); Ração base Sorgo Reduzida Moído + Complexo Exoenzimático (RedSm+Enz); Ração base Sorgo Inteiro Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSI+Enz).

As dietas avaliadas, foram compostas de duas rações (inicial e engorda) sendo aquelas denominadas controle, formuladas com níveis nutricionais e energéticos formulados tendo como referencial Rostagno *et al.* (2011), enquanto aquelas denominadas reduzida, formuladas com redução de 80kcal/kg de energia metabolizável, 3% de metionina digestível,

metionina+cistina digestível e de lisina digestível e redução de 0,12 pontos percentuais no nível de exigência fósforo disponível (Pd) e 0,11 pontos percentuais de cálcio(Ca). Estes valores nutricionais e energéticos reduzidos constituíam os acréscimos esperados na atividade enzimática do complexo enzimático carboidrase+fitase, suplementado em 50g/t de ração.

As rações foram elaboradas com sorgo grão, farelo de soja, óleo degomado de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal e premix vitamínico/mineral (Tabela 1 e 2).

O Complexo Exoenzimático utilizado era à base de carboidrases ( $\beta$ -xilanase e  $\beta$ -glucanase) e fitase. Possuindo ainda em sua composição  $\alpha$ -amilase. Sendo composto de produto de fermentação do *Penicillium funiculosum*(22,1%) e produto de fermentação do *Schizosaccharomyces pombe*(3,1%). Dosagem recomendada pela fabricante Adisseo® (50g/tonelada), que era suplementada às rações teste, pela sua inclusão e mistura em misturador horizontal.

**Tabela 1.** Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Controle base de Sorgo (ContS).

Ingredientes	Ração(%)	
	Inicial	Engorda
Sorgo 8,6	57,61	60,21
Farelo de Soja 46,5%	33,84	30,53
Óleo de Soja	4,86	5,96
Fosfato bicálcico 18	1,52	1,32
Calcário	0,84	0,78
Sal comum	0,46	0,45
DL-Metionina	0,32	0,22
L-Lisina HCL	0,27	0,26
L-Treonina	0,08	0,07
Premix Vit/Min/Aditivos	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>2</sup>
TOTAL	100	100
<b>Composição nutricional calculada</b>		
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3054	3152
Proteína Bruta (%)	21,19	19,80
Cálcio (%)	0,83	0,75
Fósforo disponível (%)	0,39	0,35
Sódio (%)	0,22	0,21
Arginina digestível (%)	1,30	1,20
Lisina digestível (%)	1,20	1,11
Metionina digestível (%)	0,60	0,56
Metionina+cistina digestível (%)	0,86	0,81
Treonina digestível (%)	0,78	0,72
Triptofano digestível (%)	0,23	0,22

<sup>1</sup> MC-Mix Frango Inicial SAA 2kg – composition/kg feed – Vit-A 11,000IU; D3 2,000IU; E 16mg; folic acid 400mcg; calcium pantothenate 10mg; biotin 60mcg; niacin 35mg; pyridoxin 2mg; riboflavin 4.5mg; thiamin 1.2mg; B12 16mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 384mg; coccidicide 375mg; antioxidant 120mg.

<sup>2</sup>MC-Mix Frango engorda SAA 2kg - composition/kg feed – Vit-A 9,000IU; D3 1,600IU; E 14mg; folic acid 300mcg; calcium pantothenate 9mg; biotin 50mcg; niacin 30mg; pyridoxine 1.8mg; riboflavin 4mg; thiamin 1mg; B12 12mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 385mg; coccidicide 550mg; antioxidant 120mg.

**Tabela 2.** Ingredientes, composição percentual e valores de energia e nutrientes calculados das Rações Reduzida base de Sorgo (RedS).

Ingredientes	Ração(%)	
	Inicial	Engorda
Sorgo 8,6	60,84	63,01
Farelo de Soja 46,5%	33,01	30,10
Óleo de Soja	3,03	4,20
Fosfato bicálcico 18	0,88	0,67
Calcário	0,97	0,92
Sal comum	0,46	0,44
DL-Metionina	0,31	0,20
L-Lisina HCL	0,24	0,22
L-Treonina	0,06	0,04
Premix Vit/Min/Aditivos	0,20 <sup>1</sup>	0,20 <sup>2</sup>
TOTAL	100	100
<b>Composição nutricional calculada</b>		
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2974	3072
Proteína Bruta (%)	21,04	19,78
Cálcio (%)	0,72	0,64
Fósforo disponível (%)	0,27	0,23
Sódio (%)	0,22	0,21
Arginina digestível (%)	1,28	1,19
Lisina digestível (%)	1,16	1,07
Metionina digestível (%)	0,58	0,54
Metionina+cistina digestível (%)	0,83	0,78
Treonina digestível (%)	0,75	0,69
Triptofano digestível (%)	0,23	0,22

<sup>1</sup> MC-Mix Frango Inicial SAA 2kg – composition/kg feed – Vit-A 11,000IU; D3 2,000IU; E 16mg; folic acid 400mcg; calcium pantothenate 10mg; biotin 60mcg; niacin 35mg; pyridoxin 2mg; riboflavin 4.5mg; thiamin 1.2mg; B12 16mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 384mg; coccidicide 375mg; antioxidant 120mg.

<sup>2</sup> MC-Mix Frango engorda SAA 2kg - composition/kg feed – Vit-A 9,000IU; D3 1,600IU; E 14mg; folic acid 300mcg; calcium pantothenate 9mg; biotin 50mcg; niacin 30mg; pyridoxine 1.8mg; riboflavin 4mg; thiamin 1mg; B12 12mcg; K 1.5mg; Se 250mcg; choline 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; growth promoter 385mg; coccidicide 550mg; antioxidant 120mg.

Para análise de digestibilidade ambos os ensaios basearam no método de coleta total de excretas (SIBBALD e SLINGER, 1963), sendo que as aves ao serem transferidas para as gaiolas ficaram os três primeiros dias em fase de adaptação e nos cinco dias seguintes coletadas as excretas. Na tarde do terceiro dia foram oferecidas as rações experimentais com um marcador (0,3% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) em quantidade conhecida. Na manhã seguinte retirou e pesou as sobras, sendo a partir de então os comedouros foram reabastecidos duas vezes ao dia, até à tarde do quarto dia quando mais uma vez introduziu a ração com marcador para determinar o fim das coletas.



As excretas foram coletadas uma vez ao dia e acondicionadas em sacos de plástico e conservadas em congelador. Ao final do experimento, foram degelados, homogeneizadas e retirada uma amostra (400g). Posteriormente as mesmas foram secas em estufa de ventilação forçada (55°C por 72hs) e moídas para análises posteriores. Foram determinados a quantidade de ração consumida e o total de excreta produzida por unidade experimental.

As amostras das rações e das excretas foram submetidas aos protocolos de análises para a matéria seca (MS%), proteína bruta (PB%), extrato etéreo (EE%), cálcio (Ca%), fósforo (P%) e cinzas (MM%) e energia bruta (EB Kcal/kg). A energia bruta foi obtida através da bomba calorimétrica IKA, modelo C2000 basic e as demais análises foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2009). Ao término das análises foram calculadas a digestibilidade da proteína bruta, cálcio, fósforo, matéria mineral, extrato etéreo, segundo:

$$\text{Digestibilidade} = \frac{\text{Nutriente ingerido(g)} - \text{Nutriente excretado(g)}}{\text{Nutriente ingerido(g)}} \times 100$$

A partir dos resultados e seguindo a metodologia de Sibbald (1976) calculou-se os valores de Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para Nitrogênio (EMAn) (Matterson et al., 1965).

Os dados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e Teste F ao nível de significância de 5%. As médias dos tratamentos em cada variável foram comparadas entre si pelo teste de Tukey utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## Resultados e Discussão

No período de 17 a 21 dias de idade (Tabela 3), a digestibilidade da proteína teve um incremento com a inclusão do complexo exoenzimático nas rações a base de sorgo (triturado ou inteiro) com a redução nutricional comparado ao tratamento com ração controle sem inclusão (controle). Para a digestibilidade do cálcio (Ca), fósforo (P) e energia também foram encontrados incrementos quanto à suplementação enzimática equivalendo aos resultados da ração sem redução nutricional.

As rações que foram formuladas com redução de 80 kcal de energia metabolizável/kg, 3% de aminoácidos, fósforo e Ca demonstraram pior digestibilidade dos nutrientes (PB, Ca, P) e da energia comparadas às rações do tratamento controle. Todavia ao incluir o complexo enzimático naquelas rações reduzidas com sorgo moído ou inteiro os resultados demonstraram que a suplementação de enzimas conseguiu cobrir essas diferenças na redução dos valores nutricionais das rações. É importante ressaltar que o uso do sorgo inteiro nas rações com essa redução não interferiu na atividade enzimática. De acordo com Simon *et al.* (2002), a suplementação de enzimas que degradam polissacarídeos não amiláceos em rações de frangos de corte diminuiu a viscosidade, tendo como resposta a melhora na digestibilidade dos nutrientes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia *et al.* (2000) que avaliaram o uso de enzimas (alfa-galactosidase, pectinases, celulase e proteases) em rações a base de milho, farelo de soja e soja integral extrusada em frangos de corte no período de 15 a 24 dias de idade. Os resultados mostraram que a ração suplementada com exoenzimas obteve maior digestibilidade da proteína (57,35%) comparada a ração controle (51,28%).

**Tabela 3.** Digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte no período de 17 a 21 dias de idade.

Tratamento	Alim(%)	PB (%)	EE(%)	MM(%)	Ca(%)	P (%)	Energia(%)
ContS	69,900	62,192 <sup>b</sup>	81,532	42,652	50,830 <sup>c</sup>	59,340 <sup>b</sup>	73,650 <sup>a</sup>
RedS	68,920	56,722 <sup>d</sup>	81,570	42,8175	47,630 <sup>d</sup>	48,742 <sup>c</sup>	68,710 <sup>c</sup>
RedS+Enz	69,892	61,122 <sup>c</sup>	81,942	43,2050	60,025 <sup>b</sup>	59,132 <sup>b</sup>	71,900 <sup>b</sup>
RedSI+Enz	72,340	63,287 <sup>a</sup>	82,967	44,497	68,910 <sup>a</sup>	68,355 <sup>a</sup>	73,845 <sup>a</sup>
<i>p</i> valor	0,4821	<i>p</i> <0,01	0,2693	0,8357	<i>p</i> <0,01	<i>p</i> <0,01	0,001
CV	4,45	1,06	1,34	7,24	2,30	1,56	1,61

Ração Controle base Sorgo Moido (ContSm); Ração base Sorgo Moido Reduzida (RedSm); Ração base Sorgo Moida Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSm+Enz); Ração base Sorgo Inteiro Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSI+Enz). Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si na mesma linha (Tukey 5%).

No período de 31 a 35 dias de idade (Tabela 4), a digestibilidade da MM, Ca, P e Energia apresentaram incremento naquela ração reduzida suplementada com carboidrases e fitase. Esses resultados, mostram que a atividade enzimática conseguiu cobrir essa diferença na ração atingindo valores de digestibilidade da MM semelhantes a ração controle. Já as demais variáveis analisadas (Ca, P e Energia) ultrapassaram o valor da digestibilidade em relação à ração controle. Leite *et al.* (2011), estudando a suplementação “on top” de amilase, protease, pectinase,  $\beta$  glucanase, pentosanase, celulase e fitase em rações a base de sorgo e milho para frangos de corte mostraram que a adição do complexo enzimático proporcionou melhores coeficientes de digestibilidade da gordura, nitrogênio, energia metabolizável e matéria seca em rações formuladas com sorgo.

**Tabela 4.** Digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte no período de 31 a 35 dias de idade.

Tratamento	Alim(%)	PB(%)	EE(%)	MM(%)	Ca(%)	P (%)	Energia(%)
ContS	72,592	60,015	82,417	41,840 <sup>b</sup>	50,050 <sup>c</sup>	50,987 <sup>c</sup>	73,895 <sup>b</sup>
RedS	71,122	59,057	82,225	41,557 <sup>d</sup>	43,482 <sup>d</sup>	47,977 <sup>d</sup>	71,910 <sup>c</sup>
RedS+Enz	73,827	59,797	82,225	42,535 <sup>b</sup>	62,800 <sup>b</sup>	59,415 <sup>b</sup>	77,16 <sup>a</sup>
RedSI+Enz	74,980	60,397	83,775	52,887 <sup>a</sup>	68,837 <sup>a</sup>	82,752 <sup>a</sup>	73,23 <sup>b</sup>
<i>p Valor</i>	<i>0,3613</i>	<i>0,2564</i>	<i>0,0608</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>p&lt;0,01</i>	<i>p&lt;0,01</i>
<i>CV</i>	<i>4,19</i>	<i>1,52</i>	<i>2,14</i>	<i>2,42</i>	<i>2,06</i>	<i>2,53</i>	<i>1,86</i>

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS); Ração base Sorgo Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedS+Enz); Ração base Sorgo Inteiro Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSI+Enz).

Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si na mesma linha (Tukey 5%).

Os valores de EMA e EMAn (Energia Metabolizável Aparente Corrida para Nitrogênio) tanto na fase inicial como a fase de engorda apresentaram diferenças significativas entre as rações controle e controle negativo (Tabela 5), sendo que a ração com redução teve menores valores de EMA e EMAn comparado a ração sem redução.

As rações a base de sorgo com redução nutricional e adição do complexo exoenzimático, por outro lado, teve valores de EMA e EMAn semelhantes aos resultados obtidos no ensaio para rações controle. Em alguns ensaios a ração que continha as enzimas foi significativamente maior comparado a ração controle para essas variáveis analisadas. Os resultados indicam que o complexo exoenzimático promoveu uma recuperação do valor energético da dieta e conseqüentemente influenciou na digestibilidade dos nutrientes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes *et al.* (2007), que avaliaram a energia metabolizável (EM) da ração e digestibilidade de frangos de corte com suplementação “on top” de um complexo enzimático a base de amilase, protease e xilanase, em rações a base de milho e a base de sorgo cuja matriz nutricional destes alimentos, no programa de formulação de ração, foi valorizada em 130 kcal observou-se que os valores de

energia metabolizável, energia metabolizável corrigida para nitrogênio foram semelhantes ao tratamento controle para ambos grãos.

Ao avaliar a EMA e EMAn na ração a base de sorgo com redução nutricional de 50 kcal de EMA/kg com adição de  $\beta$ -Xilanase e  $\beta$ -Glucanase, Fernandes (2005) mostrou que a EMA e EMAn foram semelhantes a ração controle. Esses resultados mostram mais uma vez o efeito das enzimas e a semelhança dos resultados encontrados neste trabalho.

**Tabela 5.** Efeito da suplementação do complexo enzimático sobre o valor de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) da ração inicial e engorda de frangos de corte.

Tratamentos	15 dias (Inicial)		35 dias (Engorda)	
	EMA (kcal/kg)	EMn (kcal/kg)	EMA (kcal/kg)	EMn (kcal/kg)
ContSm	2,917 <sup>b</sup>	2,875 <sup>a</sup>	3,095 <sup>a</sup>	2,912 <sup>b</sup>
RedSm	2,767 <sup>c</sup>	2,590 <sup>b</sup>	2,845 <sup>b</sup>	2,607 <sup>c</sup>
RedSm+Enz	2,960 <sup>b</sup>	2,842 <sup>a</sup>	3,085 <sup>a</sup>	2,915 <sup>b</sup>
RedSI+Enz	3,092 <sup>a</sup>	2,922 <sup>a</sup>	3,192 <sup>a</sup>	3,057 <sup>a</sup>
<i>p Valor</i>	<i>p&lt;0,001</i>	<i>p&lt;0,001</i>	<i>p&lt;0,001</i>	<i>p&lt;0,001</i>
<i>CV</i>	<i>1,70</i>	<i>1,86</i>	<i>2,90</i>	<i>3,08</i>

Ração Controle base Sorgo (ContS); Ração base Sorgo Reduzida (RedS); Ração base Sorgo Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedS+Enz); Ração base Sorgo Inteiro Reduzida + Complexo Exoenzimático (RedSI+Enz).

Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si na mesma linha (Tukey 5%).

## **Conclusão**

A inclusão do complexo exoenzimático estudado pode suprir a formulação de rações com redução de níveis desejados de EM, aminoácidos, cálcio e fósforo sem comprometer a digestibilidade dos nutrientes e energia metabolizável da ração.

## Referências

Casey A, Walsh G. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. *Journal of Biotechnology* 2004; 110(3):313-322.

Conte AJ, Teixeira AS, Fialho ET, Schoulten NA., Bertechini AG. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2003; 32(5): 1147-1156.

Cousins B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL ACAV, 1, 1999. Concórdia, Anais...Concórdia, p 118-132 (Resumo).

Fernandes EA. Avaliação da suplementação de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte. 2005. 85p. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

Fernandes EA, Moreira FS, Moreira GA, Almeida RAT. Efeito da suplementação enzimática sobre a digestibilidade de nutrientes e energia metabolizável das rações à base de milho e à base de sorgo para frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2007, Santos-SP. Anais... Santos: Revista Brasileira de Ciência Avícola, Suplemento 9. p.76 (Resumo).

Ferreira DF. Análise estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2011, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2011. p. 255-258.

Garcia ERM, Murakami, AE, Branco AF, Furlan AC, Moreira I. 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*200029(5):1414-1426.

Leite, JLB.; Rodrigues, PB.; Fialho, ET. et al. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Ciência e Agrotecnologia*2011, 32(4):1292-1298.

Rostagno HS (ed). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição dos alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, UFV; 2011: 141p.

Sibbald, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science*, Champaign, v. 55, p. 303-308, 1976.

Simon O, Hübener K, Hirsch K, Beckmann L, Vahjen W. Effect of xylanases on the intestinal flora. *Lohmann Information* 2002; 27: 1-5.