



LEVY DO VALE TEIXEIRA

**MISTURAS ENZIMÁTICAS EM RAÇÕES PARA
FRANGOS DE CORTE**

LAVRAS – MG

2013

LEVY DO VALE TEIXEIRA

**MISTURAS ENZIMÁTICAS EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Teixeira, Levy do Vale.

Misturas enzimáticas em rações para frangos de corte / Levy do
Vale Teixeira. – Lavras : UFLA, 2013.
72 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.
Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.
Bibliografia.

1. Avicultura. 2. Nutrição avícola. 3. *Blends*. 4. Desempenho. 5.
Digestibilidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.513

LEVY DO VALE TEIXEIRA

**MISTURAS ENZIMÁTICAS EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 22 de março de 2013.

Dr. Édison José Fassani	DZO/UFLA
Dr. Adriano Geraldo	IFMG/BAMBUÍ
Dr. Roberto Maciel de Oliveira	DZO/UFLA

Dr. Antônio Gilberto Bertechini
Orientador

LAVRAS – MG

2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, que sempre me deram suporte na minha vida acadêmica, com muito incentivo, amor e carinho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos,

Ao meu orientador, prof. Antônio Gilberto Bertechini, pela paciência, compreensão, amizade e principalmente pelos ensinamentos;

Aos meus coorientadores, professores Édison José Fassani e Paulo Borges Rodrigues pelo auxílio e cooperação;

Aos professores Roberto Maciel de Oliveira e Adriano Geraldo, por fazerem parte da banca examinadora e contribuírem para o enriquecimento desse projeto;

À Camila Marques Generoso, minha namorada, por estar presente em todos os momentos, principalmente os mais difíceis, auxiliando nas atividades com muita paciência e sempre demonstrando carinho e amor;

Aos grandes amigos Tiago, André, Luciana, Bruno e Mariana, pela amizade e companheirismo;

Aos bolsistas de iniciação científica Júlia, Gustavo, Ricardo, Danilo e Bruno pelo auxílio nas atividades;

Aos colegas e integrantes do Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola (NECTA), que conviveram comigo nos último cinco anos, onde houve muitas trocas de informações contribuindo para a minha formação profissional;

Aos técnicos de Laboratório Leandro, Zé Virgílio, Eliane e, em especial, a Márcio dos Santos Nogueira, pelo apoio e grande amizade;

A DSM *Nutritional Products*, em especial a Rafael Hermes, pelo apoio e fornecimentos de insumos para a realização desse experimento;

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com frangos de corte até os 42 dias de idade, com o objetivo de avaliar os efeitos de duas misturas ou *blends* enzimáticas, sobre dietas a base de milho/farelo de soja e sorgo/farelo de soja. No ensaio de desempenho, foram estudados oito tratamentos com oito repetições em delineamento inteiramente casualizado assim definidos: 1) ração controle positivo (CP1) a base de milho/farelo de soja; 2) ração controle negativo (CN1) a base de milho/farelo de soja com redução de 120 kcal/kg de energia metabolizável (EM) e de aminoácidos de acordo com a matriz da enzima protease; 3) ração controle negativo (CN1) + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 4) CN1 + *blend* 350 (protease e xilanase); 5) ração controle positivo (CP2) a base de sorgo/farelo de soja; 6) ração controle negativo (CN2) a base de sorgo/farelo de soja com redução de 120 kcal/kg de EM e de aminoácidos de acordo com a matriz da enzima protease; 7) ração controle negativo (CN2) + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 8) CN2 + *blend* 350 (protease e xilanase). No ensaio de digestibilidade, foram avaliados seis tratamentos e oito repetições e foi utilizado delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: 1) controle a base de milho/farelo de soja (C1); 2) C1 + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 3) C1 + *blend* 350 (protease e xilanase); 4) Controle a base de sorgo/farelo de soja (C2); 5) C2 + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 6) C2 + *blend* 350 (protease e xilanase). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas usando o teste F para contrastes ortogonais. No ensaio de desempenho e em rações a base de milho/farelo de soja, a adição dos *blends* melhorou a conversão alimentar e o ganho de peso apenas na fase pré-inicial. Já as dietas elaboradas com sorgo/farelo de soja, foram observados melhores ganhos de peso no período 1 a 35 e 1 a 42 dias quando foram utilizados os *blends* 450 e 350. No rendimento de carcaça, para a medida de gordura abdominal, as dietas utilizando sorgo resultaram em maiores valores. No ensaio de digestibilidade, a utilização dos *blends* 450 e 350 resultou em melhor coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo para ambas as fases (14 a 21 e 35 a 42 dias) para todas as dietas. Da mesma forma, o *blend* 450 melhorou os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta.

Palavras-chave: *Blends*. Desempenho. Digestibilidade. Avicultura.

ABSTRACT

Two experiments were conducted with broiler until the age of 42 days, with the objective of evaluating the effects of two mixes or blends in enzymatic diets based on corn/soybean meal and sorghum/soybean meal. In the trial performed, were studied eight treatments with eight replicates in a completely randomized designed defined as: 1) positive control diet (PC1) based on corn/soybean meal, 2) negative control diet (NC1) based on corn/soybean meal with reduction of 120 kcal/kg of metabolizable energy (ME) and amino acids according to protease enzyme matrix values, 3) negative control diet (NC1) + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase), 4) NC1 + 350 blend (protease and xylanase), 5) positive control diet (PC2) based on sorghum/soybean meal, 6) negative control diet (NC2) based on sorghum/soybean meal with reduction of 120 kcal/kg of (ME) and amino acids according to protease enzyme matrix values, 7) negative control diet (NC2) + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase); 8) NC2 + 350 blend (protease and xylanase). In the digestibility trial, were used six treatments with eight replicates in a completely randomized design. The treatments were: 1) control based on corn/soybean meal (C1), 2) C1 + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase), 3) C1 + 350 blend (protease and xylanase), 4) control based on sorghum/soybean meal (C2), 5) C2 + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase), 6) C2 + 350 blend (protease and xylanase). The data were submitted to analysis of variance and the means were compared with the F test for orthogonal contrasts. In the performance trial and with rations based on corn/soybean meal, the addition of the blends improved feed conversion and weight gain only in the pre-starter phase. In diets formulated with sorghum/soybean meal were observed better weight gain in the period from 1 to 35 and from 1 to 42 days when using the 450 and 350 blends. In the carcass yield, for the abdominal fat measurement, the diets using sorghum resulted in higher values. In the digestibility trial, the use of 450 and 350 blends resulted in better apparent digestibility of the ether extract for both phases (14 to 21 and 35 to 42 days) for both diets. Likewise, the 450 blend improved apparent digestibility coefficients of crude protein.

Keywords: Blends. Performance. Digestibility. Poultry.

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1	Principais ingredientes utilizados nas dietas avícolas e seus efeitos antinutricionais.....	17
----------	---	----

ARTIGO

Tabela 1	Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 1 a 7 dias de idade.....	42
Tabela 2	Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 8 a 21 dias de idade ...	43
Tabela 3	Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 22 a 35 dias de idade	44
Tabela 4	Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 36 a 42 dias de idade	45
Tabela 5	Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de metabolismo na fase de 14 a 21 dias de idade	49
Tabela 6	Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de metabolismo na fase de 35 a 42 dias de idade	50
Tabela 7	Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 7 dias de idade	55
Tabela 8	Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade	56

Tabela 9	Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 35 dias de idade	57
Tabela 10	Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 42 dias de idade	58
Tabela 11	Médias±erros padrão das médias do rendimento de carcaça (RC), peito (RP), coxa+sobrecoxa (RC+S) e gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	59
Tabela 12	Médias±erros padrão das médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), do extrato etéreo (CDAEE), proteína bruta (CDAPB) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) para fase de 14 a 21dias de idade	60
Tabela 13	Médias±erros padrão das médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), do extrato etéreo (CDAEE), proteína bruta (CDAPB) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) para fase de 35 a 42dias de idade	61

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	10
1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Enzimas na nutrição de frangos de corte	12
2.2	Fatores antinutricionais dos ingredientes	15
2.3	Polissacarídeos não amiláceos	17
2.4	Carboidrases	20
2.5	Proteases	23
	REFERÊNCIAS	27
	SEGUNDA PARTE – ARTIGO	35
	Artigo Utilização de misturas enzimáticas em rações para frangos de corte.....	35
1	INTRODUÇÃO	37
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3	RESULTADOS.....	51
4	DISCUSSÃO	62
5	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	70

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O segmento avícola é um dos mais importantes da agropecuária brasileira. Segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Pintos de Corte - APINCO (2013), em 2012 a produção e a exportação foram estimadas em 12, 645 e 3, 918 milhões de toneladas de carne de frango de corte respectivamente. Para esta alta produção, foram destinadas 31,1 milhões de toneladas de ração, o que corresponde a 49% do total de todas as rações produzidas para alimentação animal no Brasil (SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL - SINDIRAÇÕES, 2012).

Apesar das rações de aves no Brasil serem compostas basicamente de milho e farelo de soja, ingredientes estes considerados de alta digestibilidade, ainda existem frações como os polissacarídeos não amiláceos, que reduzem a digestibilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes ao criarem um ambiente de difícil atuação para as enzimas endógenas da ave. O sorgo, cereal alternativo ao milho também vem sendo utilizado e apresenta frações indigestíveis que podem ser mais bem aproveitadas com o uso de enzimas exógenas.

Em virtude disso, nas últimas décadas, a utilização de enzimas na produção de aves tem sido bastante discutida, pois se observa melhorias significativas no desempenho e na digestibilidade dos nutrientes. No entanto, as enzimas por serem específicas em sua reação catalítica, acabam determinando que os produtos que contenham uma só enzima sejam menos eficazes para se conseguir o melhor benefício como aditivo em rações para aves. As pesquisas recentes têm demonstrado que a utilização de mais de uma enzima, promovem melhores resultados zootécnicos, pois atuam de forma sinérgica, degradando

uma série de substratos, resultando em melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta pela ave.

Desse modo, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o efeito de misturas de enzimas exógenas mono componente compostos por carboidrases e uma protease em dietas com e sem reduções nutricionais e de energia metabolizável, sobre o desempenho, rendimento de carcaça e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte recebendo dietas a base de milho ou sorgo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Enzimas na nutrição de frangos de corte

A utilização comercial de enzimas como aditivo na alimentação animal tem uma história de menos de 30 anos, porém, sempre evoluindo. Em 2012, o valor de mercado global de enzimas foi de cerca de 3,7 bilhões de dólares, representando as enzimas destinadas à alimentação animal uma quota de 13%. O alto crescimento nas vendas de enzimas para indústria de ração animal teve resultado devido ao contínuo aumento nas vendas de protease e fitases para a America Latina, Ásia e Europa (NOVOZYMES SALES AND MARKETS, 2013).

As enzimas são proteínas, que atuam como catalisadores biológicos, sobre substratos específicos, dependente das condições ótimas de temperatura e pH, que aceleram a velocidade das reações bioquímicas no metabolismo de organismos vivos sem serem alteradas nesse processo (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006).

As enzimas utilizadas na alimentação animal são produzidas industrialmente por laboratórios especializados, por meio da seleção de cultura de microrganismos favoráveis, cultivados em sistemas de fermentação avançados, de onde é feita a extração e purificação das enzimas. Os microrganismos que, geralmente são envolvidos na produção de enzimas são as bactérias *Bacillus subtilis*, *Bacillus lentus*, *Bacillus amyloliquifaciens* e *Bacillus stearothermophils*, os fungos *Trichoderma longibrachiatum*, *Aspergillus oryzae* e *Aspergillus niger* e a levedura *S.cerevisiae* (KHATTAK et al., 2006).

No mercado atual, estão disponíveis diversos tipos de enzimas como as fitases, amilases, proteases, lipases, xilanases, glucanases e outras, com a maior parte delas apresentando atividades diferentes e maior especificidade a um único

substrato. Os produtos enzimáticos que contêm mais de uma atividade são chamados de complexos onde são originados a partir de um único microorganismo, ou misturas de enzimas monocomponentes chamadas *blends* que são obtidos a partir de diferentes microrganismos.

Primeiramente, utilizava-se de enzimas para remover os efeitos anti-nutricionais dos polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) presentes em dietas para frangos de corte contendo grãos viscosos (trigo, centeio, aveia e cevada). Contudo, nos últimos anos, buscaram-se melhorias na digestibilidade dos PNAs e de outros nutrientes em grãos não viscosos (milho, sorgo e farelo de soja) (CHOCT, 2006).

Segundo Tejedor et al. (2001), para a adição de enzimas em rações, é importante conhecer a composição dos ingredientes utilizados nas formulações e a especificidade da enzima com relação ao substrato. Por isso, algumas considerações devem ser feitas quando se utiliza a suplementação específica de enzimas para dietas a base de milho, sorgo e farelo de soja. Nesse caso, quatro aspectos devem ser abordados. O primeiro seria o fato dos PNAs solúveis não estarem presentes em grandes quantidades nesses ingredientes; segundo seria a presença de grânulos de amido resistente, onde o amido não estaria completamente disponível; terceiro seria as altas concentrações de oligossacarídeos, principalmente no farelo de soja, no qual poderiam ser mais eficientemente aproveitados e utilizados como fonte de energia, enquanto e último seria a presença de frações de PNAs, incluindo os arabinoxilanos, glucanos, celulose, mananos, galactomananos e pectinas que poderiam servir como fonte de energia (SLOMINSK, 2011).

De acordo com Dourado (2008), há duas abordagens econômicas quando se incorpora enzimas exógenas nas formulações de rações. A primeira seria a aplicação chamada de “*on top*”, que consiste em suplementar as enzimas em uma dieta padrão, sem alterar os níveis nutricionais, com o objetivo de

melhorar o desempenho. Entretanto, a adição de enzimas em dietas com níveis normais das matrizes nutricionais, produzirá uma liberação de nutrientes dos quais os animais não necessitam. Neste caso, a adição de enzimas estará aumentando o custo da ração e o excesso de nutrientes será convertido em gordura ou simplesmente serão excretados pelo animal (BERTECHINI; BRITO, 2007; LECZNIESKI, 2006). A segunda seria alterar a formulação da ração, reduzindo os valores nutricionais e adicionando enzimas para restaurar o valor nutricional da dieta padrão, visando o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais normais, porém, de forma mais econômica.

Os principais benefícios quando se utiliza enzimas nas formulações de rações são: a liberação de fósforo disponível a partir da hidrólise do fitato, visto que o fósforo é um mineral não renovável e que onera os custos das rações; a eliminação do efeito encapsulador de nutrientes das paredes celulares dos ingredientes das rações que por consequência disponibilizam energia e aminoácidos; a solubilização da parede celular e dos PNAs para uma maior fermentação no intestino grosso e melhor aproveitamento da energia; hidrólise de ligações proteína-hidrato de carbono (lectinas) que alteram a disponibilidade de aminoácidos; a eliminação de propriedades antinutritivas de certos componentes da dieta, incluindo PNAs, que possuem efeito prebiótico facilitando o desenvolvimento do trato digestório e promovendo saúde intestinal para as aves (SLOMINSKI, 2011).

A integridade da saúde intestinal está ligada a uma melhor absorção de nutrientes no intestino delgado, o que resulta numa redução da quantidade de nutrientes ao nível do íleo e ceco evitando a proliferação de bactérias indesejáveis neste segmento (APAJALAHTI; KETTUNEN; GRAHAM, 2004).

2.2 Fatores antinutricionais dos ingredientes

Os principais fatores antinutricionais associados com os ingredientes comumente utilizados nas rações avícolas estão apresentados na tabela 1. Os fatores antinutricionais presentes no milho são a presença do fitato, do amido resistente e das lectinas. No sorgo, são os taninos e os grânulos de amido resistente. Já no farelo de soja são os PNAs, os oligossacarídeos, os inibidores de tripsina e as lectinas. As lectinas e os inibidores de tripsina na maioria das vezes, parcialmente são inativados pela tostagem da soja (KOCHER; CHOCT; BROZ, 2002).

O amido resistente são frações de amido não digeridas pelo intestino delgado das aves. Em torno de 15% do amido presente no milho pode ser classificado como resistente (BEDFORD, 2000). Três subcategorias de amido resistente têm sido identificadas: RS1 grânulos de amido retido na matriz do alimento que são fisicamente inacessíveis; RS2 nativos não digeridos devido a sua especial estrutura e conformação de seus grânulos; RS3 está ligado aos efeitos que sofre durante o processamento térmico e armazenagem, chamado de amido retrógrado (BROWN, 1996).

O substrato fitato é encontrado em ingredientes de origem vegetal utilizados na alimentação das aves, na concentração de 5 a 25g/kg, contribuindo entre 1,4 e 7g/kg de fósforo fítico (ADEOLA; COWIESON, 2011) que serve de reservatório de fósforo durante a germinação da semente e o fitato intacto atua como protetor contra o estresse oxidativo durante a vida da semente (DORIA et al., 2009).

O ácido fítico ou fitato refere-se ao sal misto de ácido fítico (hexafosfato de mio-inositol; IP6), consistindo de seis porções de fósforos localizados nos seis carbonos do anel mio-inositol (SELLE et al., 2000) e dependendo do pH, os

grupamentos fosfatos (seis) presentes na molécula de fitato atuam como agente quelante forte dos íons metálicos cálcio, magnésio, cobalto, manganês, zinco, e entre outros, impedindo que esses íons metálicos, essenciais e presentes na dieta habitual, sejam absorvidos pelos monogástricos (LEI et al., 1993). Além de o fitato interagir com os minerais essenciais, formando sais insolúveis, também reduz a digestibilidade de proteínas, carboidratos e lipídeos, formando complexos fitato-proteína/aminoácido ou fitato mineral-proteína, os quais são menos solúveis e mais resistentes à ação de enzimas endógenas (COWIESON; ACAMOVIC; BEDFORD, 2006).

Os inibidores de proteases são considerados peptídeos que se complexam com as enzimas proteolíticas pancreáticas, tripsina equimotripsina, tornando-as inativas e prejudicando todo o processo digestivo de proteínas. As lectinas ou hemoaglutininas são glicoproteínas que tem a capacidade de aglutinar aos eritrócitos e na sua presença, as células do epitélio intestinal, causando interferência na absorção de nutrientes, lesões na borda em escova e ulcerações nas vilosidades intestinais das aves (FASINA et al., 2004).

Os oligossacarídeos, principalmente estaquiose e rafinose, encontrados no farelo de soja, não são digeridos pelos animais monogástricos devido à ausência da enzima α -1,6-galactosidase, que é necessária para conversão desses oligossacarídeos em açúcares mais simples. Consequentemente são conduzidos à parte posterior do intestino delgado onde são fermentados anaerobicamente (LAN et al., 2007).

Os PNAs são polissacarídeos de elevado peso molecular, compostos por pentoses (arabinose e xilose), hexoses (glicose, galactose e manose), 6-desoxihenoses (ramnose e fucose) e ácidos urônicos (ácido glicorônico e ácido galactorônico). As aves não possuem capacidade endógena de digerir esses tipos de fibras, no qual a utilização de enzimas se torna importante, pois estas

hidrolisam os PNAs que poderão ser utilizados pelos animais, aumentando a utilização de energia (TAVERNARI et al., 2008).

Tabela 1 Principais ingredientes utilizados nas dietas avícolas e seus efeitos antinutricionais

Ingredientes	Fatores antinutricionais
Milho	Lectinas, fitato, amido resistente
Farelo de soja	Oligossacarídeos, PNAs, inibidores de tripsina e lectinas
Sorgo	Taninos e amido resistente
Farelo de Arroz	Fitato e arabinoxilanos
Farelo de trigo	Arabinoxilanos, hemoaglutinina, fitato, amido resistente
Centeio	Arabinoxilanos e polifenóis
Cevada	B-glucanos e amido resistente

Fonte: Tabela adaptada de Acamovic (2001)

2.3 Polissacarídeos não amiláceos

Os cereais apresentam além da porção amídica, carboidratos denominados polissacarídeos não-amiláceos, que apresentam função quase que exclusivamente estrutural nas plantas (CHOCT, 2012). A composição desses polissacarídeos, a natureza das ligações entre os monossacarídeos, a solubilidade, as características físico-química e o peso molecular, afetam as suas

propriedades, assim como o requerimento de enzimas para hidrolisá-los (CLASSEN, 1996).

Os PNAs (β -glucanos e arabinoxilanos) e oligossacarídeos (rafinose e estaquiose, no caso do farelo de soja) não são digeridos pelas enzimas endógenas dos frangos de corte, visto que as enzimas produzidas pelas aves que tem função de hidrolisar os carboidratos são específicas para atuarem sobre a ligação alfa, não sendo ativas para carboidratos com ligação beta e oligossacarídeos que contêm galactose (CANTOR, 1995).

De acordo com Choct (2012), a classificação dos PNAs é dividida em três grandes grupos: celulose, polímeros não celulósicos (arabinoxilanos, xiloglucanos, D-mananos, β -glucanos, entre outros) e polissacarídeos pécticos (ácido D-galacturônico, arabinose, galactose, ramnose), entre outras moléculas.

Smits e Annison (1996) explicam que as paredes celulares das plantas são altamente organizadas e seus componentes podem ser arranjados em uma estrutura de polissacarídeo fibrilar (celulose), matriz de polissacarídeos (hemicelulose e pectina) e substâncias incrustadas (lignina).

Em função da solubilidade, os PNAs são classificados em solúveis e insolúveis, onde a fração solúvel é responsável pelas principais propriedades antinutricionais. Essas frações são capazes de se ligarem a grande quantidade de água, aumentando dessa forma a viscosidade do fluido, interferindo na difusão dos nutrientes, das enzimas digestivas e suas interações com a mucosa intestinal, mais especificamente, atuando como barreiras físicas a digestão e absorção por interagirem com o glicocálix da borda em escova intestinal, tornando espessa a camada de água na mucosa, aumentando a viscosidade da digesta. O aumento na viscosidade pode causar vários problemas no intestino delgado da ave: nutrientes tornam-se menos disponíveis para a digestão, ocasionando depleção da digestão de gorduras, proteínas, carboidratos e outros micronutrientes “efeito prisão” (CONTE et al., 2002; MOURINHO, 2006).

Os PNAs insolúveis presentes nas dietas de frangos de corte, em níveis elevados, afetam a taxa de passagem no trato gastrointestinal, sendo decorrente da estimulação física da fibra insolúvel sobre as paredes do intestino, aumentando a motilidade e a taxa de passagem. Consequentemente reduz o tempo de permanência da digesta sobre a atuação enzimática, o que ocasiona redução na digestibilidade dos nutrientes (WILLIAMS et al., 2009).

O milho e o sorgo contêm níveis de PNAs totais baixos, de 8,1 e 4,8% da matéria seca, respectivamente, sendo quase a totalidade PNAs insolúveis, arabinoxilanos e celulose (CHOCT, 2012), não causando aumento da viscosidade intestinal. No entanto, nutrientes como proteínas, amido e fósforo que poderiam estar disponíveis para digestão e absorção estão encapsulados ou incorporados na parede celular das células do endosperma do grão e, em ambos os casos, estão impenetráveis à ação de enzimas endógenas, tais como proteases, amilases e fitases. Esses efeitos são muito importantes em grãos de cereais não viscosos como milho e sorgo (CHOCT, 2006).

No que se refere ao ingrediente proteico (farelo de soja) observa-se níveis em torno 28% de PNAs em matéria seca, onde são predominantes os PNAs insolúveis e polissacarídeos pécnicos (CHOCT et al., 2010).

Alguns oligossacarídeos presentes no farelo de soja são de grande importância na nutrição animal como a rafinose, estaquiose, verbascose e a jucose, no qual não é digerível para animais monogástricos devido à ausência da enzima α -1,6-galactosidase para degradação desses compostos o que pode dificultar a absorção dos nutrientes e reduzir o valor da energia metabolizável das rações (VAHJEN; BUSCH; SIMON, 2005; VINJAMOORI et al., 2004). Dentre estes quatro, destacamos a rafinose e a estaquiose que correspondem a 6% da matéria seca do farelo de soja (GRAHAM et al., 2002). Segundo Coca-Sinova et al. (2008), ao avaliarem o percentual de rafinose e estaquiose em diferentes amostras de farelos de soja provenientes de várias regiões do mundo,

estes pesquisadores constataram que um maior percentual desses oligossacarídeos estava presentes na amostra proveniente do Brasil (6,38%), quando comparado com o farelo de soja espanhol e americano, 4,81% e 5,1%, respectivamente.

O uso de enzimas na alimentação animal, em geral, tem dois objetivos bem definidos, no qual seria complementar e equilibrar as enzimas sintetizadas pelo próprio organismo e fornecer aos animais enzimas que eles não conseguem sintetizar. Essa prática visa redução dos efeitos negativos dos PNAs, principalmente aumentando a digestão dos nutrientes que os animais não conseguem digerir com enzimas endógenas e liberação de nutrientes, aumentando a digestibilidade dos ingredientes da dieta.

2.4 Carboidrases

Na produção comercial de frangos de corte, combinações de diferentes tipos de enzimas são usadas nas dietas para aumentar a disponibilidade de nutrientes, especialmente combinações de carboidrases, uma vez que, a maior parte da dieta das aves é composta por ingredientes de origem vegetal, que são ricos em carboidratos.

As aves não têm enzimas endógenas com a capacidade de digerir celulose, arabinosilanos, β -glucanos e outras substâncias pécicas. Xilanas e β -glucanos existem em grandes quantidades na natureza como principais componentes de material da parede celular vegetal, fornecendo substratos para muitos organismos que derivam energia através do metabolismo dos açúcares constituintes de xilose, arabinose e glicose (BEDFORD; SHULZE, 1998).

Os xilanos são polímeros encontrados nas paredes secundárias dos tecidos vegetais, compostas de um esqueleto de unidades de D-xilopirasil unidas por ligações de β -1,4 (SUBRAMANYAN; PREMAS, 2002). Os β -glucanos são

polímeros de glicose de ligação β -1,3 e β -1,6 constituintes da parede celular dos organismos e da fibra alimentar solúvel (LEDUR et al., 2012).

Devido à ineficiência das carboidrases endógenas em hidrolisar carboidratos de ligação β , as hidrólises de xilanas e β -glucanos são realizadas, principalmente, pelas atividades de endo- β (1,4)-xilanase e endo- β (1,3) (1,6)-glucanase que quebram as ligações β na porção central de suas respectivas cadeias polissacarídeas (CLASSEN, 1996).

Além do vasto conhecimento que se tem hoje, sobre a redução da viscosidade da digesta de rações a base de cereais de inverno (trigo, centeio, cevada entre outros) suplementadas com xilanases para frangos de corte, recentemente, um mecanismo chamado “*ileal brake*”, ativado pelo peptídeo YY (PYY) e responsável pela permanência do alimento no trato gástrico, poderia estar envolvido pelos efeitos da xilanase exógena. A enzima xilanase parcialmente hidrolisaria os arabinoxilanos da dieta, aumentando a atividade fermentativa do ceco. Esta fermentação resultaria na produção de ácidos graxos voláteis e a sua absorção estimularia o mecanismo de resposta do PYY e atrasaria o esvaziamento gástrico. No entanto, o mecanismo para perceber a recuperação de nutrientes não é completo, necessitando-se de um aumento na digestão gástrica (BEDFORD; COWIESON, 2012; MASEY O’NEILL; HALDAR; BEDFORD, 2012).

Outro mecanismo de ação das carboidrases foi observado por Mathlouthi et al. (2002) ao avaliarem o efeito da suplementação de xilanase e β -glucanase na digestibilidade dos nutrientes e nas condições da microbiota de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho, trigo e cevada, onde foi verificada uma melhor digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável aparente, além de redução no número de unidades formadoras de colônias de bactérias anaeróbias facultativas como a *E. coli* no ceco das aves.

Lázaro et al. (2003) observaram um melhor ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas a base de centeio e farelo de soja, suplementados com xilanase e β -glucanase no período de 4 a 25 dias de idade.

Gao et al. (2008) observaram um aumento no ganho de peso e uma melhor conversão alimentar, quando a enzima xilanase foi suplementada em dieta a base de trigo para frangos de corte de 7 a 21 dias de idade.

De uma forma geral, o foco das pesquisas com xilanase tem sido sobre ingredientes ricos em PNAs solúveis. No entanto, de acordo com Cowieson (2005), o uso de xilanase, isoladamente, sem emprego de outras enzimas exógenas como proteases, amilases ou fitase, não produz resposta semelhante às obtidas com a combinação das enzimas, principalmente, se as dietas forem à base de milho, sorgo ou farelo de soja, onde não ocorrem problemas de viscosidade devido ao fato desses ingredientes não serem ricos PNAs solúveis. Este fato foi confirmado por Conte et al. (2002), onde os complexos enzimáticos com atividade predominantemente de xilanase não melhoram a energia metabolizável de dietas preparadas à base de milho e farelo de soja.

Souza et al. (2008) analisaram o efeito do complexo enzimático composto de xilanase, β -glucanase, α -galactosidase e galactomanase sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte e observaram que a energia metabolizável, tanto do milho como do farelo de soja, foi valorada em 2 e 9%, respectivamente; e a digestibilidade de aminoácidos em 4%, para ambos os ingredientes, na presença do complexo enzimático, sem prejudicar o desempenho das aves.

Segundo Francesch e Geraert (2009), a utilização de um complexo enzimático contendo xilanase, β -glucanase e fitase permite a redução de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos digestíveis em até 3% de uma dieta à base milho e farelo de soja, sem prejudicar o desempenho de frangos de corte.

Zanella et al. (1999) demonstraram que frangos de corte recebendo dietas a base de milho e farelo de soja deficientes em energia e suplementadas com amilase, protease e xilanase recuperaram o desempenho e aumentaram a digestibilidade da proteína em 2,9%.

Conforme mostrado nos resultados acima, talvez haja um efeito indireto das carboidrases na utilização do nitrogênio e dos aminoácidos através do aumento do acesso a proteína pelas enzimas digestivas. Porém, em outros estudos, não houve respostas à suplementação de carboidrases (OLUKOSI; ADEOLA, 2008) ou uma mistura de carboidrases e protease (OLUKOSI; COWIESON; ADEOLA, 2007, 2008). As diferenças observadas nestes estudos podem ser devido ao alto grau de redução da densidade de nutrientes das dietas controle ou devido há uma melhor expressão dos efeitos anti-nutritivos dos ingredientes utilizados dieta.

2.5 Proteases

Os aminoácidos que os organismos não podem sintetizar, ou sintetizam em quantidade insuficiente, são chamados de aminoácidos essenciais. Nos animais monogástricos, como exemplo o frango de corte, eles são obtidos através do consumo de alimentos ricos em proteína, como é o caso do farelo de soja. As proteínas são ingeridas e quebradas através da digestão, no processo que envolve a desnaturação da proteína que é exposta a um meio ácido e hidrolisada pelas enzimas chamadas proteases.

As proteases são classificadas em exopeptidases ou endopeptidases, de acordo com a posição da ligação peptídica a ser quebrada na cadeia polipeptídica. A diferença entre elas é que as exopeptidases quebram as ligações peptídicas próximas ao grupamento amino terminal. Já as endopeptidases quebram as ligações peptídicas dentro da molécula, ou seja, distantes do grupo

terminal do substrato, podendo ainda ser subdivididas em serina proteases, cisteína protease, aspártico protease ou metaloprotease (MOREIRA; SCAPINELLO; SAKAMOTO, 2004; RAO et al., 1998).

Um número grande de possíveis modos de ação tem sido proposto para explicar os efeitos benéficos das proteases nas dietas de frangos de corte. As proteases podem aumentar a produção endógena de peptidases, reduzirem as exigências de aminoácidos e energia, além de melhorar a digestibilidade da proteína dietética. Como um efeito adicional, as proteases podem hidrolisar as proteínas base dos anti-nutrientes como as lectinas ou inibidores de tripsina, melhorando a eficiência com a qual as aves utilizam os amino ácidos e reduzindo o *turnover* proteico (GHAZI et al., 2002; MARSMAN et al., 1997).

As dietas de frangos de corte no Brasil são compostas principalmente de milho e farelo de soja, podendo ter o sorgo com um ingrediente energético viável na entressafra do milho. Porém, esses ingredientes possuem alguns componentes que podem prejudicar ou dificultar a digestão de suas proteínas, comprometendo a liberação de nutrientes no trato gastrointestinal, bem como a sua integridade.

A principal proteína de armazenamento no milho é a zeína. Existem quatro tipos de zeínas - alfa, beta, gama e delta, estas por sua vez têm um papel importante, pois se encontram encapsulando a superfície dos grânulos de amido do milho (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

Com relação à distribuição proteica no grão de sorgo, aproximadamente 80% estão no endosperma (TAYLOR; SCHUSSLER, 1986). As principais proteínas do endosperma são as prolaminas, classificadas de acordo com sua estrutura, peso molecular e solubilidade em α , β e γ -kafirinas (SELLE et al., 2010). As kafirinas γ e β podem apresentar ligações cruzadas e formar estrutura resistente à ação enzimática, retardar a digestão da α -kafirina, que representa 80% de proteína do grão (ORIA; HAMAKER; SHULL, 1995). A adesão entre o

amido do endosperma e a proteína é mais forte no sorgo que no milho e pode influenciar a digestibilidade dos nutrientes (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986).

As proteínas alergênicas presentes no farelo de soja são representadas pelas conglícinina e β -conglícinina que provocam reações de hipersensibilidade na morfologia da mucosa intestinal, com encurtamento das vilosidades e aumento da profundidade da cripta. Além disso, conglícinina e β -conglícinina podem estar presentes na digesta ileal, devido à dificuldade de hidrólise dessas proteínas, afetando o desempenho de animais monogástricos (LI et al., 1991).

Atualmente as suplementações de proteases nas dietas são feitas raramente de forma isolada e são comumente encontradas fazendo parte de complexos multienzimáticos ou *blends*, envolvendo xilanases, glucanases, amilases e fitases. A eficácia desses *blends* com esta enzima está diretamente ligada a digestibilidade da dieta onde elas são adicionadas (COWIESON, 2010; COWIESON; BEDFORD, 2009).

Para que a suplementação enzimática obtenha efeito, dependerá do substrato e das características dos ingredientes utilizados nas dietas, ou seja, o sítio de ação desse composto (OLUKOSI; COWIESON; ADEOLA, 2007). Sendo as dietas brasileiras, ricas em farelo de soja como substrato protéico, e que em muitas das vezes não sofrem um tratamento térmico adequado, as suas proteínas ainda são passíveis de digestibilidade, fazendo com que seja primordial o uso de uma protease exógena.

O uso da protease pode aumentar a taxa de utilização da proteína, portanto, podendo diminuir as exigências protéicas de frangos de corte. Pesquisas têm mostrado com ênfase os incrementos de proteína e aminoácidos em dietas a base de milho e farelo de soja, onde este tipo de suplementação enzimática visa diminuir a proteína da dieta, a qual não afeta o desempenho da ave e ao mesmo tempo diminui a excreção de nitrogênio no meio ambiente (YU et al., 2007).

Cowieson e Ravindran (2008) mostraram que 500 g/ton de um complexo enzimático contendo xilanase, amilase e protease em dietas a base de milho e farelo de soja, melhoraram o ganho de peso e conversão alimentar, além de aumentar retenção de nitrogênio, o qual não foi observado nas dietas sem adição das enzimas.

Bertechini et al. (2009), realizando estudos com protease suplementada em rações para frangos de corte observaram melhorias na conversão alimentar, e principalmente, na digestibilidade da proteína bruta e aminoácidos.

REFERÊNCIAS

ACAMOVIC, T. Commercial application of enzyme technology for poultry production. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 57, n. 3, p. 225-242, 2001.

ADEOLA, O.; COWIESON, A. J. Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 10, p. 3189-3218, Oct. 2011.

APAJALAHTI, J.; KETTUNEN, A.; GRAHAM, H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 60, n. 2, p. 223-232, June 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE PINTOS DE CORTE. **Carne de frango voltou a superar o milhão de toneladas**. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/economia/index.php?acao=carnefrango>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

BEDFORD, M. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: implications and strategies to minimize subsequent problems. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 56, n. 4, p. 347-365, Dec. 2000.

BEDFORD, M. R.; COWIESON, A. J. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 173, n. 1/2, p. 76-85, Apr. 2012.

BEDFORD, M. R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Review**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 91-114, June 1998.

BERTECHINI, A. G.; BRITO, J. A. G. Utilização correta de enzimas em rações de aves. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 2., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Animal World, 2007. 1 CD-ROM.

BERTECHINI, A. G. et al. Use of a protease to enhance the utilization of soybean meal amino acids by broilers. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 1., 2009, Atlanta. **Abstracts...** Atlanta: Poultry Science, 2009. p. 69.

BROWN, I. Complex carbohydrates and resistant starch. **Nutrition Reviews**, New York, v. 54, p. S115-S119, 1996. Supplement.

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

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **Worlds Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 62, n. 1, p. 5-15, 2006.

_____. **Feed non-starch polysaccharides:** chemical structures and nutritional significance. Disponível em: <<http://www-personal.une.edu.au/~mchoct/FIA%20Paper.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

CHOCT, M. et al. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 23, n. 10, p. 1386-1398, Oct. 2010.

CLASSEN, H. L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, Davis, v. 62, n. 1/2, p. 21-27, 1996.

COCA-SINOVA, A. et al. Apparent ileal digestibility of energy, nitrogen, and amino acids of soybean meals of different origin in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 2613-2623, Dec. 2008.

CONTE, A. J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1289-1296, nov./dez. 2002.

COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, n. 3/4, p. 293-305, Apr. 2005.

_____. Strategic selection of exogenous enzymes for corn-based poultry diets. **Journal of Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2010.

COWIESON, A. J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R. Phytic acid and phytase: implications for protein utilization by poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 5, p. 878-885, 2006.

COWIESON, A. J.; BEDFORD, M. R. The effect of phytase and carbohydrase on ileal amino acid digestibility in monogastric diets: complementary mode of action? **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 65, n. 4, p. 609-624, Dec. 2009.

COWIESON, A. J.; RAVINDRAN, V. Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. **British Poultry Science**, London, v. 49, n. 1, p. 37-44, Jan. 2008.

DORIA, E. et al. Phytic acid prevents oxidative stress in seeds: evidence from a maize (*Zea mays* L.) low phytic acid mutant. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 60, n. 3, p. 967-978, 2009.

DOURADO, L. R. B. **Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte**. 2008. 80 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

FASINA, Y. O. et al. Response of turkey poult to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets: effect on growth and nutrient digestibility. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 9, p. 1559-1571, Sept. 2004.

FRANCESCH, M.; GERAERT, P. A. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 9, p. 1915-1924, Sept. 2009.

GAO, F. et al. The effects of xylems supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 142, n. 1, p. 173-184, Mar. 2008.

GHAZI, S. et al. The potential for the improvement of the nutritive value of soya-bean meal by different proteases in broiler chicks and broiler cockerels. **British Poultry Science**, London, v. 43, n. 1, p. 70-77, Mar. 2002.

GRAHAM, K. K. et al. The effect of enzyme treatment of soybean meal on oligosaccharide disappearance and chick growth performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 7, p. 1014-1019, July 2002.

KHATTAK, F. M. et al. Enzymes in poultry nutrition. **Journal of Animal Poultry Science**, Champaign, v. 16, n. 1/2, p. 1-2, 2006.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; BROZ, J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. **British Poultry Science**, London, v. 43, n. 1, p. 54-63, Mar. 2002.

LAN, Y. et al. Soy oligosaccharides in vitro fermentation characteristics and its effect on caecal microorganisms of young broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 133, n. 3, p. 286-297, Feb. 2007.

LÁZARO, R. et al. Influence of enzymes on performance and digestive parameters of broilers fed rye-based diets. **Poultry Science**, Ithaca, v. 82, n. 1, p. 132-140, Jan. 2003.

LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AveSui, 2006. 1 CD-ROM.

LEDUR, V. S. et al. Respostas fisiológicas e de desempenho de leitões suplementados com B-glucanos e desafiados imunologicamente. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 2, p. 434-442, 2012.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Savier, 2006. 190 p.

LEI, X. G. et al. Supplementing corn-soybean meal diets with microbial phytase linearly improves phytate phosphorus utilization by weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3359-3367, Dec. 1993.

LI, D. F. et al. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 8, p. 3299-3307, Aug. 1991.

MARSMAN, G. J. P. et al. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 864-872, June 1997.

MASEY O'NEILL, H. V.; HALDAR, S.; BEDFORD, M. R. The role of peptide YY in the mode of action of dietary xylanase. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENCE FORUM, 21., 2012, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: Poultry Science, 2012. 1 CD-ROM.

MATHLOUTHI, N. et al. Effects of xylanase and β -glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. **Animal Research**, Les Ulis, v. 51, n. 1, p. 395-406, Apr. 2002.

MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SAKAMOTO, M. U. Fisiologia da digestão e absorção de proteínas em aves. In: SAKOMURA, N. K. et al. (Ed.). **Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves**. Jaboticabal: UNESP, 2004. 1 CD-ROM.

MOURINHO, F. L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche**. 2006. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

NOVOZYMES SALES AND MARKETS. **Report**. Disponível em: <<http://report2012.novozymes.com/Service/Download+report/The-Novozymes-Report-2012.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2013.

OLUKOSI, O. A.; ADEOLA, O. Whole body nutrient accretion, growth performance and total tract nutrient retention responses of broilers to supplementation of xylanase and phytase individually or in combination in wheat-soybean meal based diets. **Journal of Poultry Science**, Champaign, v. 45, n. 3, p. 192-198, July 2008.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 77-86, Jan. 2007.

_____. Influence of enzyme supplementation of maize-soyabean meal diets on carcass composition, whole-body nutrient accretion and total tract nutrient retention of broilers. **British Poultry Science**, London, v. 49, n. 4, p. 436-445, July 2008.

ORIA, M. P.; HAMAKER, B. R.; SHULL, J. M. Resistance of sorghum a, b, and g: kafirins to pepsin digestion. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 43, n. 8, p. 2148-2153, 1995.

RAO, M. B. et al. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Washington, v. 62, n. 3, p. 597-635, 1998.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 1607-1623, 1986.

SELLE, P. H. et al. Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 156, n. 3/4, p. 57-74, Mar. 2010.

_____. Phytate and phytase: consequences for protein utilisation. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 13, n. 2, p. 255-278, 2000.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **2013 projeta apenas recuperação das perdas acumuladas no ano passado**. Disponível em: <http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2013/05/boletim-informativo-do-setor_mai-2013-versao_portugues-final.pdf>. Acesso em: 20 maio 2013.

SLOMINSKI, B. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, n. 9, p. 2013-2023, Sept. 2011.

SMITS, C. H. N.; ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition-towards a physiologically valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 52, n. 2, p. 203-221, July 1996.

SOUZA, R. M. et al. Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 584-590, mar./abr. 2008.

SUBRAMANIYAN, S.; PREMA, P. Biotechnology of microbial Xylanase: enzymology, molecular biology and application. **Critical Reviews in Biotechnology**, London, v. 22, n. 1, p. 33-64, 2002.

TAVERNARI, F. C. et al. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 5, n. 5, p. 673-689, set./out. 2008.

TAYLOR, J. R. N.; SCHUSSLER, L. The protein composition of the different anatomical parts of sorghum grain. **Journal of Cereal Science**, London, v. 4, p. 361-369, 1986.

TEJEDOR, A. A. et al. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 809-816, maio/jun. 2001.

TESTER, F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch-composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, Manhattan, v. 39, n. 2, p. 151-165, Mar. 2004.

VAHJEN, W.; BUSCH, T.; SIMON, O. Study on the use of soya bean polysaccharide degrading enzymes in broiler nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 120, n. 3/4, p. 259-276, May 2005.

VINJAMOORI, D. V. et al. Challenges and opportunities in the analysis of raffinose oligosaccharides, pentosans, phytate, and glucosinolates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 319-328, Jan. 2004.

WILLIAMS, P. E. V. et al. Factors affecting non-starch polysaccharide digestibility in poultry. In: MORAND-FEHR, P. (Ed.). **Feed manufacturing in Southern Europe: new challenges**. Champaign: CIHEAM-IAMZ, 1997. p. 125-134.

YU, B. et al. Effects of enzyme inclusion in a maize-soybean diet on broiler performance. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 134, n. 3/4, p. 283-294, Apr. 2007.

ZANELLA, I. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybean. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 561-568, Apr. 1999.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

ARTIGO Utilização de misturas enzimáticas em rações para frangos de corte

Teixeira, L.V.; Bertechini, A.G. et al.

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com frangos de corte até os 42 dias de idade, com o objetivo de avaliar os efeitos de duas misturas (*blends*) enzimáticas, sobre dietas a base de milho/farelo de soja e sorgo/farelo de soja. No ensaio de desempenho, foram estudados oito tratamentos com oito repetições em delineamento inteiramente casualizado assim definidos: 1) ração controle positivo (CP1) a base de milho/farelo de soja; 2) ração controle negativo (CN1) a base de milho/farelo de soja com redução de 120 kcal/kg de energia metabolizável (EM) e de aminoácidos de acordo com a matriz da enzima protease; 3) CN1 + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 4) CN1 + *blend* 350 (protease e xilanase); 5) ração controle positivo (CP2) a base de sorgo/farelo de soja; 6) ração controle negativo (CN2) a base de sorgo/farelo de soja com redução de 120 kcal/kg de EM e de aminoácidos de acordo com a matriz da enzima protease; 7) CN2 + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 8) CN2 + *blend* 350 (protease e xilanase). No ensaio de digestibilidade, foram avaliados seis tratamentos e oito repetições e foi utilizado delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: 1) controle a base de milho/farelo de soja (C1); 2) C1 + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 3) C1 + *blend* 350 (protease e xilanase); 4) Controle a base de sorgo/farelo de soja (C2); 5) C2 + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 6) C2 + *blend* 350 (protease e xilanase). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas usando o teste F para contrastes ortogonais. No ensaio de desempenho e rações a base de milho/farelo de soja, a adição dos *blends* melhorou a conversão alimentar e o ganho de peso apenas na fase pré-inicial. Já nas dietas elaboradas com sorgo/farelo de soja, foram observados melhores ganhos de peso no período 1 a 35 e 1 a 42 dias quando foram utilizados os *blends* 450 e 350. No rendimento de carcaça, para a medida de gordura abdominal, as dietas utilizando sorgo resultaram em maiores valores. No ensaio de digestibilidade, a utilização dos *blends* 450 e 350 resultou em melhor coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo para ambas as fases (14 a 21 e 35 a 42 dias) para todas as dietas. Da mesma forma, o *blend* 450 melhorou os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta.

Palavras-chave: *Blends*. Desempenho. Digestibilidade. Avicultura.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais avanços da nutrição animal é o uso de enzimas exógenas, que tem grande aplicabilidade nas dietas para monogástricos, com o objetivo de minimizar os efeitos negativos de substâncias presentes nos alimentos, o que permite um melhor aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, melhor desempenho dos animais.

Diversos estudos demonstram o efeito positivo das enzimas em dietas à base de cereais viscosos, com resultados positivos. Contudo, as pesquisas têm sido direcionadas para a utilização de misturas ou *blends* enzimáticos, com efeitos sobre todos os tipos de dietas, inclusive com o uso de cereais não viscosos, como é o caso do milho e farelo de soja, considerados de alta digestibilidade, mas que ainda são passivos de melhoria em seus valores nutricionais (ZANELLA et al., 1999). Porém, existem resultados controversos quanto à utilização de enzimas em dietas de grãos não-viscosos.

Cortes, Aguila e Avila (2002) relataram melhorias no ganho de peso e conversão alimentar quando adicionam xilanase a dietas a base de milho/farelo de soja e sorgo/farelo de soja com níveis reduzidos de proteínas e energia em dietas para frangos de corte. No entanto, Fischer et al. (2002), estudando dietas à base de milho e farelo de soja, reduzidas em 5% de energia, proteína e aminoácidos, com e sem complexo enzimático (protease, amilase e celulase), observaram que o desenvolvimento das aves que consumiram dietas superestimadas com enzimas não se igualou ao daquelas recebendo rações isentas de reduções nutricionais sem enzimas.

Em dietas suplementando enzimas na forma *on top*, Leite et al. (2011) observaram melhores resultados na conversão alimentar até 21 dias com a adição do complexo enzimático (amilase, pectinase, β -glucanase, pentosanase, celulase, protease e fitase) em dietas formuladas com sorgo.

Em estudo conduzido com frangos de corte até 21 dias de idade recebendo rações a base de sorgo e farelo de soja, Strada et al. (2005) não observaram efeito da suplementação *on top* de protease, amilase e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte.

De modo geral, pode ser observado que o tipo de ingrediente utilizado na dieta, entre os demais fatores, como as enzimas que fazem parte do produto comercial, pode influenciar os resultados de desempenho das aves. Portanto, buscando elucidar melhor os efeitos do uso de enzimas sobre grãos não-viscosos, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar os efeitos de duas misturas (*blends*) enzimáticos em rações a base de milho ou sorgo, com e sem reduções nutricionais, sobre o desempenho, rendimento de carcaça e digestibilidade dos nutrientes sem frangos de corte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, um de desempenho e outro de metabolismo. Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de agosto a setembro de 2012. Todos os procedimentos realizados durante o experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFLA (protocolo nº 036/12).

No ensaio de desempenho foram utilizados 1536 pintos de corte pintos de um dia, machos, Cobb-500, adquiridos de incubatório comercial, vacinados contra a doença de Marek, alojados em galpão convencional de alvenaria subdivididos em boxes de 2,0x1, 10m equipados com um comedouro pendular, bebedouros tipo *nipple* em linha e cama de maravalha nova com densidade de alojamento de 12 aves/m².

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo estudados oito tratamentos com oito repetições cada, totalizando 64 parcelas experimentais, sendo as parcelas constituídas de 24 aves. As dietas basais foram compostas de uma ração controle positivo (CP1) à base de milho e farelo de soja sem *blend* enzimático, uma ração controle negativo (CN1) com reduções nutricionais à base de milho/farelo de soja, uma ração controle positivo à base de sorgo e farelo de soja (CP2) sem *blend* enzimático, uma ração controle negativo à base de sorgo/farelo de soja (CN2) com reduções nutricionais.

A partir dessas dietas basais, foram suplementados dois *blends* enzimáticos, compostos de carboidrases e protease em cada controle negativo, constituindo os tratamentos a seguir: 1) CP1; 2) CN1; 3) CN1 +

blend 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 4)CN1 + *blend* 350 (protease e xilanase); 5) CP2; 6) CN2; 7) CN2 + *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase); 8) CN2 + *blend* 350 (protease e xilanase).

As reduções nutricionais foram baseadas na matriz da protease (serina hidrolase com 75.000 PROT/g) e foram aplicadas nas dietas durante a fase de 1 a 7 dias em 120 kcal/kg de energia metabolizável (EM); 4,14% de proteína bruta (PB); 1,48% de lisina digestível (Lis); 2,31% de metionina digestível (Met); 3,91% de metionina+cistina digestível (Met+Cis); 7,89% de treonina digestível (Tre); 3,51% de triptofano digestível (Tri); redução nos valores nutricionais das dietas durante a fase 8 a 21 dias em 120 kcal/kg de EM; 4,38% de PB; 1,61% Lis; 2,5% de Met; 4,26% de Met+Cis; 8,58% de Tre; 3,82% de Trip; redução nos valores nutricionais das dietas durante a fase 22 a 35 dias em 120 kcal/kg de EM; 3,79% de PB; 1,21% de Lis; 1,92% de Met; 3,82% de Met+Cis; 8,68% de Tre; 3,72% de Trip; redução nos valores nutricionais das dietas durante a fase de 36 a 42 dias em 120 kcal/kg de EM; 4,07% de PB; 1,29% de Lis; 2,05% de Met; 4,08% de Met+Cis; 9,26% de Tre; 3,98% de Trip visando restaurar o valor nutricional da dieta padrão ou controle positivo.

A redução de energia foi realizada reduzindo a adição de óleo vegetal nas dietas e as enzimas foram adicionadas em substituição do inerte (caulim) das rações controle negativo.

O *blends* avaliados foi: *Blend* 450 composto por protease (75.000 PROT/g) , xilanase (1000 FXU/g) e β -glucanase (50 FBG); *Blend* 350 composto de protease (75.000 PROT/g) e xilanase (1.000 FXU/g) A enzima fitase (50.000 FTU/g) foi suplementada em todas as dietas e não

foi considerada como parte dos tratamentos, devido ter a sua eficácia já estabelecida, liberando 0,15% de Pdisp e 0,10% de Ca.

As rações que foram fornecidas as aves foram de forma física farelada, compostas por milho e farelo de soja e sorgo e farelo de soja, formuladas de acordo com as exigências das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) bem como a composição dos ingredientes, sendo adotado um programa alimentar com quatro fases: pré-inicial (1 a 7 dias de idade), inicial (8 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 35 dias de idade) e final (36 a 42 dias de idade), como descrito nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

Foram realizadas pesagens das aves e das sobras de ração para a avaliação consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de acordo com as fases de criação e o período total. A ração e água foram fornecidas à vontade, recebendo também luz natural mais artificial durante 24h/dia por todo o período experimental. A mortalidade foi registrada para a correção do consumo de ração dos dados de desempenho.

Aos 42 dias de idade, uma ave de cada repetição foi pesada e selecionada para abate, após período de jejum de, aproximadamente, 6 horas, seguida de sangria, escaldagem, depenagem e evisceração. Na determinação do rendimento de carcaça, considerou-se o peso da carcaça eviscerada (sem vísceras, pés e pescoço), em relação ao peso vivo da ave depois do jejum. Os cortes de pernas (coxa e sobrecoxa) e peito foram pesados e seus rendimentos calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada. A gordura abdominal foi constituída pelo peso do tecido adiposo presente ao redor da cloaca.

Tabela 1 Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 1 a 7 dias de idade

Ingredientes	CP1	CN1	CP2	CN2
Sorgo	-	-	54,931	60,787
Milho	55,159	57,562	-	-
Farelo de soja	38,933	36,439	37,410	34,125
Óleo de soja	2,121	0,471	3,739	1,082
Fosfato bicálcico	1,109	1,131	1,069	1,083
Calcário	1,162	1,162	1,199	1,206
Sal	0,507	0,507	0,508	0,506
DL-Metionina 99%	0,360	0,343	0,395	0,411
L-Lisina 99%	0,277	0,328	0,342	0,379
L-Treonina 98%	0,105	0,068	0,142	0,110
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 70%	0,040	0,040	0,040	0,040
Salinomicina 12%	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco 15%	0,025	0,025	0,025	0,025
Inerte ³	-	1,721	-	0,045
Fitase 50.000 FTU/g ⁴	0,002	0,002	0,002	0,002

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável (kcal/kg)	2960	2840	2960	2840
Proteína bruta, %	22,40	21,47	22,40	21,47
Metionina dig, %	0,654	0,627	0,669	0,642
Metionina+ cistina dig, %	0,953	0,916	0,953	0,916
Lisina dig, %	1,324	1,304	1,324	1,304
Cálcio, %	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disp, %	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio, %	0,220	0,220	0,220	0,220

¹Premix Vitamínico contendo/kg: Vit A - 9000000 UI; Vit D3 - 2500000 UI; Vit E - 20000UI;

Vit K3 - 2500 mg; Vit B1 - 1500mg; Vit B2 - 6000 mg; Vit B6 - 3000 mg; Vit B12 - 12000 µg; Ácido pantotênico - 12 g; Niacina - 25 g; Ácido fólico - 800 mg; Biotina - 60 mg; Selênio - 250 mg.

² Premix Mineral contendo/kg: Cobre - 20 g; Ferro - 100 g; Manganês - 160 g; Cobalto - 2000 mg; Iodo - 2000mg; Zinco - 100 g

³Caulim

⁴Fitase: Ronozyme® Hiphos (6-fitase produzida a partir no microrganismo *Aspergillus oryzae*)

Tabela 2 Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	CP1	CN1	CP2	CN2
Sorgo	-	-	57,413	63,217
Milho	57,651	63,479	-	-
Farelo de soja	36,047	32,934	34,455	31,181
Óleo de soja	2,987	0,175	4,678	2,037
Fosfato bicálcico	0,763	0,781	0,720	0,734
Calcário	1,194	1,198	1,232	1,240
Sal	0,482	0,480	0,483	0,481
DL-Metionina 99%	0,307	0,288	0,344	0,328
L-Lisina 99%	0,230	0,292	0,297	0,366
L-Treonina 98%	0,072	0,036	0,111	0,079
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 70%	0,040	0,040	0,040	0,040
Salinomicina 12%	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco 15%	0,025	0,025	0,025	0,025
Inerte ³	-	0,070	-	0,070
Fitase 50.000 FTU/g ⁴	0,002	0,002	0,002	0,002

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável (kcal/kg)	3050	2930	3050	2930
Proteína bruta, %	21,20	20,27	21,20	20,27
Metionina dig, %	0,589	0,562	0,605	0,579
Metionina +cistina dig, %	0,876	0,839	0,876	0,839
Lisina dig, %	1,217	1,197	1,217	1,197
Cálcio, %	0,841	0,841	0,841	0,841
Fósforo disp, %	0,401	0,401	0,401	0,401
Sódio, %	0,210	0,210	0,210	0,210

¹Premix Vitamínico contendo/kg: Vit A - 9000000 UI; Vit D3 - 2500000 UI; Vit E - 20000UI;

Vit K3 - 2500 mg; Vit B1 - 1500 mg; Vit B2 - 6000 mg; Vit B6 - 3000 mg; Vit B12 - 12000 µg; Ácido pantotênico - 12 g; Niacina - 25g; Ácido fólico - 800 mg; Biotina - 60 mg; Selênio - 250 mg.

² Premix Mineral contendo/kg: Cobre - 20 g; Ferro - 100 g; Manganês - 160 g; Cobalto - 2000 mg; Iodo - 2000 mg; Zinco - 100 g

³Caulim

⁴Fitase: Ronozyme® Hippos (6-fitase produzida a partir no microrganismo *Aspergillus oryzae*)

Tabela 3 Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 22 a 35 dias de idade

Ingredientes	CP1	CN1	CP2	CN2
Sorgo	-	-	60,418	65,610
Milho	60,668	65,882	-	-
Farelo de soja	32,444	29,852	30,768	28,032
Óleo de soja	3,901	1,195	5,681	3,128
Fosfato bicálcico	0,542	0,556	0,497	0,507
Calcário	1,138	1,142	1,178	1,185
Sal	0,457	0,456	0,458	0,457
DL-Metionina 99%	0,289	0,271	0,327	0,313
L-Lisina 99%	0,231	0,285	0,301	0,362
L-Treonina 98%	0,064	0,026	0,105	0,070
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 70%	0,040	0,040	0,040	0,040
Salinomicina 12%	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco 15%	0,025	0,025	0,025	0,025
Inerte ³	-	0,070	-	0,070
Fitase 50.000 FTU/g ⁴	0,002	0,002	0,002	0,002

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável (kcal/kg)	3150	3030	3150	3030
Proteína bruta, %	19,8	19,05	19,80	19,05
Metionina dig, %	0,556	0,531	0,572	0,549
Metionina+cistina dig, %	0,826	0,794	0,826	0,794
Lisina dig, %	1,131	1,111	1,131	1,117
Cálcio, %	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disp, %	0,354	0,354	0,354	0,354
Sódio, %	0,200	0,200	0,200	0,200

¹Premix Vitamínico contendo/kg: Vit A - 9000000 UI; Vit D3 - 2500000 UI; Vit E - 20000UI;

Vit K3 - 2500 mg; Vit B1 - 1500 mg; Vit B2 - 6000 mg; Vit B6 - 3000 mg; Vit B12 - 12000 µg; Ácido pantotênico - 12 g; Niacina - 25 g; Ácido fólico - 800 mg; Biotina - 60 mg; Selênio - 250 mg.

² Premix Mineral contendo/kg: Cobre - 20 g; Ferro - 100 g; Manganês - 160 g; Cobalto - 2000 mg; Iodo - 2000 mg; Zinco - 100 g

³Caulim

⁴Fitase: Ronozyme[®] Hiphos (6-fitase produzida a partir do microrganismo *Aspergillus oryzae*)

Tabela 4 Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de desempenho da fase pré-inicial de 36 a 42 dias de idade

Ingredientes	CP1	CN1	CP2	CN2
Sorgo	-	-	64,678	69,870
Milho	64,946	70,160	-	-
Farelo de soja	28,554	25,962	26,760	24,025
Óleo de soja	3,820	1,114	5,760	3,173
Fosfato bicálcico	0,331	0,345	0,283	0,293
Calcário	1,045	1,048	1,088	1,094
Sal	0,444	0,345	0,445	0,444
DL-Metionina 99%	0,268	0,250	0,309	0,295
L-Lisina 99%	0,257	0,312	0,333	0,393
L-Treonina 98%	0,068	0,029	0,112	0,076
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 70%	0,040	0,040	0,040	0,040
Salinomicina 12%	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco 15%	0,025	0,025	0,025	0,025
Inerte ³	-	0,070	-	0,070
Fitase 50.000 FTU/g ⁴	0,002	0,002	0,002	0,002

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável (kcal/kg)	3200	3080	3200	3080
Proteína bruta, %	18,40	17,65	18,40	17,65
Metionina dig, %	0,524	0,496	0,538	0,515
Metionina+cistina dig, %	0,774	0,742	0,774	0,742
Lisina dig, %	1,060	1,046	1,060	1,046
Cálcio, %	0,663	0,663	0,663	0,663
Fósforo disp, %	0,309	0,309	0,309	0,309
Sódio, %	0,195	0,195	0,195	0,195

¹Premix Vitamínico contendo/kg: Vit A - 9000000 UI; Vit D3 - 2500000 UI; Vit E - 20000UI;

Vit K3 - 2500 mg; Vit B1 - 1500 mg; Vit B2 - 6000 mg; Vit B6 - 3000 mg; Vit B12 - 12000 µg; Ácido pantotênico - 12 g; Niacina - 25 g; Ácido fólico - 800 mg; Biotina - 60 mg; Selênio - 250 mg.

² Premix Mineral contendo/kg: Cobre - 20 g; Ferro - 100 g; Manganês - 160 g; Cobalto - 2000 mg; Iodo - 2000 mg; Zinco - 100 g

³Caulim

⁴Fitase: Ronozyme® Hiphos (6-fitase produzida a partir do microrganismo *Aspergillus oryzae*)

Para o ensaio de metabolismo foram utilizados 300 pintos de corte machos de um dia de idade Cobb-500 alojados inicialmente em galpão convencional de alvenaria. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído de seis tratamentos com oito repetições cada, totalizando 48 parcelas, de 5 e 3 aves para as fases de 14 a 21 e de 35 a 42 dias de idade, respectivamente. Os tratamentos consistiram de dois tipos de ingredientes energéticos (milho ou sorgo), adicionados ou não aos mesmos *blends* utilizados no ensaio de desempenho, como descrito abaixo:

- a) C1 a base de milho/farelo de soja
- b) C1 + *Blend* 450
- c) C1 + *Blend* 350
- d) C2 a base de sorgo/farelo de soja
- e) C2 + *Blend* 450
- f) C2 + *Blend* 350

As rações foram fareladas e a adição das enzimas foi realizada na forma *on top*, sem considerar as suas vantagens na matriz nutricional na formulação das dietas. As enzimas foram adicionadas em substituição parcial do inerte (caulim) das rações. As dietas estão apresentadas nas tabelas 5 e 6, sendo formuladas com as recomendações de aminoácidos e minerais de acordo com Rostagno et al. (2011).

Aos 14 dias de idade para a primeira fase e 35 dias para a segunda fase, as aves foram transferidas do sistema convencional para as gaiolas metabólicas (0,47m³) em sala de metabolismo com ambiente semi-

controlado, providas de bandejas coletoras. O programa de luz utilizado foi semelhante ao ensaio de desempenho.

Foi adotado o método de coleta total de excretas, com quatro dias para adaptação à gaiola e à alimentação e três dias para a coleta de excretas, totalizando um período de 72 h de coleta total diária de excretas, realizadas uma vez ao dia. As excretas coletadas em cada período foram armazenadas em *freezer* à temperatura de -4°C até o período final do experimento. Ao final das coletas, as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e retiradas alíquotas de 400 gramas para as análises laboratoriais. Essas amostras foram submetidas à pré-secagem em estufas a 55 °C, por período de 72 horas e, posteriormente, moídas para determinação da matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002). A partir desses resultados, foram determinadas a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), da matéria seca (CDAMS) e do extrato etéreo (CDAEE), seguindo a equação:

$$\text{Coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente} = [(g \text{ de nutriente ingerido em MS} - g \text{ de nutriente excretado em MS}) / g \text{ de nutriente ingerido em MS}] \times 100$$

As rações foram pesadas e registradas no início do ensaio metabólico e as sobras descontadas ao final do período de cada ensaio para quantificação do consumo de alimento por ave, referente ao período de coleta de excretas.

Os resultados de desempenho e do ensaio metabólico foram submetidos à análise de variância com auxílio do PROC GLM do

programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2008) Versão 9.2 para Windows, e as médias foram comparadas pelo teste F para contrastes ortogonais, a 5% de probabilidade.

Tabela 5 Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de metabolismo na fase de 14 a 21 dias de idade

Ingredientes	C1	C2
Sorgo	-	58,495
Milho	58,738	-
Farelo de soja	35,851	34,229
Óleo de soja	2,049	3,773
Fosfato bicálcico	0,762	0,718
Calcário	1,196	1,004
Sal	0,481	0,482
DL-Metionina 98%	0,306	0,343
L-Lisina 99%	0,234	0,302
L-Treonina 98%	0,072	0,112
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050
Cloreto de colina 70%	0,040	0,040
Salinomicina 12%	0,050	0,050
Bacitracina de zinco 15%	0,025	0,025
Inerte ³	0,045	0,045
Fitase 50.000 FTU/g ⁴	0,002	0,002

Composição nutricional calculada

Energia Metabolizável (kcal/kg)	3000	3000
Proteína bruta, %	21,20	21,20
Metionina dig, %	0,589	0,589
Metionina+ cistina dig, %	0,876	0,876
Lisina dig, %	1,217	1,217
Cálcio, %	0,841	0,841
Fósforo disp, %	0,401	0,401
Sódio, %	0,210	0,210

¹Premix Vitamínico contendo/kg: Vit A - 9000000 UI; Vit D3 - 2500000 UI; Vit E - 20000UI;

Vit K3 - 2500 mg; Vit B1 - 1500 mg; Vit B2 - 6000 mg; Vit B6 - 3000 mg; Vit B12 - 12000 µg; Ácido pantotênico - 12 g; Niacina - 25 g; Ácido fólico - 800 mg; Biotina - 60 mg; Selênio - 250 mg.

² Premix Mineral contendo/kg: Cobre - 20 g; Ferro - 100 g; Manganês - 160 g; Cobalto - 2000 mg; Iodo - 2000 mg; Zinco - 100 g

³Caulim

⁴Fitase: Ronozyme[®] Hiphos (6-fitase produzida a partir do microrganismo *Aspergillus oryzae*)

Tabela 6 Composição das dietas experimentais para frangos de corte do ensaio de metabolismo na fase de 35 a 42 dias de idade

Ingredientes	C1	C2
Sorgo	-	67,115
Milho	67,393	-
Farelo de soja	28,111	26,250
Óleo de soja	1,852	3,829
Fosfato bicálcico	0,328	0,279
Calcário	0,960	1,004
Sal	0,443	0,444
DL-Metionina 98%	0,266	0,308
L-Lisina 99%	0,266	0,344
L-Treonina 98%	0,068	0,114
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050
Cloreto de colina 70%	0,040	0,040
Salinomicina 12%	0,050	0,050
Bacitracina de zinco 15%	0,025	0,025
Inerte ³	0,045	0,045
Fitase 50.000 FTU/g ⁴	0,002	0,002

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável (kcal/kg)	3100	3100
Proteína bruta, %	18,40	18,40
Metionina dig, %	0,519	0,519
Metionina+ cistina dig, %	0,774	0,774
Lisina dig, %	1,060	1,060
Cálcio, %	0,630	0,630
Fósforo disp, %	0,309	0,309
Sódio, %	0,195	0,195

¹Premix Vitamínico contendo/kg: Vit A - 9000000 UI; Vit D3 - 2500000 UI; Vit E - 20000UI;

Vit K3 - 2500 mg; Vit B1 - 1500 mg; Vit B2 - 6000 mg; Vit B6 - 3000 mg; Vit B12 - 12000 µg; Ácido pantotênico - 12 g; Niacina - 25 g; Ácido fólico - 800 mg; Biotina - 60 mg; Selênio - 250 mg.

² Premix Mineral contendo/kg: Cobre - 20 g; Ferro - 100 g; Manganês - 160 g; Cobalto - 2000 mg; Iodo - 2000 mg; Zinco - 100 g

³Caulim

⁴Fitase: Ronozyme® Hippos (6-fitase produzida a partir no microrganismo *Aspergillus oryzae*)

3 RESULTADOS

Os resultados de desempenho das fases de 1 a 7, 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade das aves encontram-se nas tabelas 8, 9, 10 e 11, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo e a energia metabolizável aparente corrigida da fase inicial e final encontram-se na tabela 11 e 12, respectivamente.

Na fase de 1 a 7 dias o consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) foram estatisticamente diferentes ($p<0,05$) entre as dietas a base de milho e a base de sorgo, sendo os maiores valores obtidos pelas dietas com base em sorgo. Houve também diferenças ($p<0,05$) entre os tratamentos, onde o uso do *blend* 350 na dieta a base de milho proporcionou maior CR em relação ao controle 1. No GP e CA para dietas a base de milho, ambos os *blends* foram eficientes em recuperar o desempenho comparado ao controle positivo 1. Para os tratamentos com sorgo, houve diferenças ($p<0,05$) no CR entre os tratamentos, onde o *blend* 450 e o controle negativo resultaram em maior CR em comparação ao tratamento controle positivo 2, não diferindo no ganho de peso (GP) somente em relação ao tratamento com o *blend* 450, e assim, apresentando efeito negativo na CA para ambos os tratamentos. O uso do *blend* 350 sobre a dieta a base de sorgo não melhorou o ganho de peso (GP) e a CA, com resultados inferiores ao controle positivo ($p<0,05$).

Na fase de 1 a 21 dias houve efeitos significativos ($p<0,05$) para a variável GP e CA entre os tratamentos com milho ou sorgo, onde as rações utilizando sorgo resultaram maior valor de GP e melhor valor de

CA. O CR apenas foi diferente ($p < 0,05$) entre os tratamentos 1 e 3, observando maior CR para o uso do *blend* 450. O GP e a CA, novamente foram afetados ($p < 0,05$) em todos os tratamentos comparados aos seus respectivos controles, indicando que os *blends* 350 e 450 para ambas as dietas a base de milho ou sorgo não foram efetivos em restaurar os valores nutricionais reduzidos das dietas padrão.

Na fase de 1 a 35 dias foi possível observar diferenças ($p < 0,05$) para CR e CA entre as dietas com milho ou sorgo, onde as rações utilizando sorgo resultaram em menores valores de CR e melhores valores de CA. Para o CR, houve diferença ($p < 0,05$) para todos os tratamentos (*blends* e controle negativo) e seus respectivos controles positivos, resultando em maior CR por parte desses tratamentos. Quanto ao GP, os *blends* 350 e 450 equipararam-se ao controle positivo nas dietas a base de sorgo. Para os tratamentos a base de milho, no GP houve efeitos negativos dos tratamentos suplementados com *blends* em relação ao controle positivo. Para CA, novamente observa-se diferenças ($P < 0,05$) em todos os tratamentos comparados aos seus respectivos controles positivos, indicando efeitos negativos no uso dos *blends*.

Os resultados de desempenho do período total de 1 a 42 dias, indicam diferenças ($p < 0,05$) no desempenho das aves (CR, GP e CA) entre os tratamentos com milho ou sorgo, onde as rações utilizando sorgo resultaram menores valores de CR, maiores valores de GP e melhores valores de CA. O CR foi maior em todos os tratamentos que apresentam controles negativo comparados as suas respectivas dietas padrão, para ambos os ingredientes (milho ou sorgo). Para o GP verificou-se diferenças ($p < 0,05$) entre os *blends* 450 e 350 e a dieta controle positivo,

comprovando que os *blends* para o ingrediente milho não são eficazes em restaurar os valores nutricionais da dieta padrão. Já para o ingrediente sorgo, os *blends* 450 e 350, foram eficazes em restabelecer o GP comparado ao controle positivo. Para CA novamente observa-se diferenças ($P < 0,05$) em todos os tratamentos em relação aos seus respectivos controles positivos.

No rendimento de carcaça (tabela 11), houve apenas diferença significativa ($p < 0,05$) para a medida de gordura abdominal, onde que, as dietas utilizando o ingrediente sorgo resultaram em maiores valores.

Os resultados de metabolismo da fase inicial de 14 a 21 dias (tabela 12) indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) para os coeficientes CDAMS, CDAEE e EMAN entre as dietas com milho ou sorgo, onde as rações utilizando milho resultam em maiores resultados de digestibilidades da matéria seca e extrato etéreo, sendo a EMAN influenciada ($P < 0,05$) em dieta a base de sorgo/farelo de soja resultando em maiores valores determinados. Os *blends* 450 e 350 influenciaram significativamente ($p < 0,05$) os coeficientes CDAEE de todas as dietas, sendo que para as dietas a base milho/farelo de soja e sorgo/farelo de soja os incrementos foram de 4,8% e 3,5%, respectivamente. No caso do coeficiente CDAPB, a utilização do *blend* 450 influenciou significativamente ($p < 0,05$) essa medida com incremento de 4,5%. Já para as dietas sorgo/farelo de soja a utilização dos *blends* não afetou ($P > 0,05$) os coeficientes CDAPB.

Para a fase final de 35 a 42 dias do ensaio de metabolismo (tabela 13), observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) para as medidas de CDAMS, CDAEE e CDAPB entre as dietas com milho ou sorgo, onde as

rações utilizando milho resultaram melhores resultados de digestibilidade dos nutrientes, não havendo diferença ($p>0,05$) para a variável EMAn. Houve um incremento em 1,5% de EMAn quando se utiliza o blend 450 em rações a base de milho/farelo de soja. Com relação à variável CDAEE, o *blend* 450 resultou aumento ($p<0,05$) de 4,2%, em relação ao controle a base de milho e farelo de soja (C1). Já para o ingrediente sorgo, os *blends* 450 e 350, permitiram aumentos de 4,9% e 3,9% respectivamente em relação ao controle (C2). Os CDAPB, apenas diferiram ($P<0,05$) entre o controle C1 e o *blend* 450, onde o *blend* 450 melhorou ($p<0,05$) em 4,0%. Para os valores de EMAn, não houve diferença ($P>0,05$) entre os tipos de dietas e de tratamentos

Tabela 7 Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 7 dias de idade

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CA (kg/kg)
1 ¹	0,152±0,002	0,132±0,000	1,149±0,011
2 ²	0,151±0,002	0,129±0,001	1,173±0,011
3 ³	0,157±0,002	0,135±0,002	1,164±0,112
4 ⁴	0,158±0,002	0,134±0,001	1,175±0,010
5 ⁵	0,154±0,002	0,135±0,002	1,139±0,014
6 ⁶	0,161±0,002	0,130±0,001	1,230±0,013
7 ⁷	0,161±0,002	0,133±0,001	1,215±0,019
8 ⁸	0,159±0,002	0,131±0,001	1,212±0,008
CV (%)	3,39	2,68	2,72
Valores-p para os contrastes			
1,2,3,4:5,6,7,8	0,0036*	0,0832	<0,0001*
1: 2	0,7783	0,0532	0,1578
1: 3	0,0953	0,2355	0,3830
1: 4	0,0427*	0,3631	0,1216
5: 6	0,0137*	0,0116*	<0,0001*
5: 7	0,0074*	0,1639	<0,0001*
5: 8	0,0526	0,0330*	<0,0001*

*Significativo a 5% de probabilidade

¹Controle positivo 1 dieta a base de milho/farelo de soja

² Controle negativo 1 (CN1) -120kcal/kg e aminoácidos

³CN1 + *Blend* 450

⁴CN1 + *Blend* 350

⁵ Controle positivo 2 dieta a base de sorgo/farelo de soja

⁶ Controle negativo 2 (CN2) -120 kcal/kg e aminoácidos

⁷ CN2 + *Blend* 450

⁸ CN2 + *Blend* 350

Tabela 8 Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CA (kg/kg)
1 ¹	1,332±0,006	0,956±0,006	1,394±0,009
2 ²	1,361±0,021	0,895±0,006	1,520±0,017
3 ³	1,365±0,010	0,893±0,007	1,530±0,015
4 ⁴	1,347±0,014	0,899±0,005	1,499±0,014
5 ⁵	1,343±0,010	0,975±0,004	1,378±0,009
6 ⁶	1,367±0,009	0,906±0,009	1,510±0,017
7 ⁷	1,363±0,015	0,918±0,011	1,484±0,012
8 ⁸	1,353±0,007	0,909±0,007	1,489±0,012
CV (%)	2,42	2,17	2,57
Valores-p para os contrastes			
1,2,3,4: 5,6,7,8	0,4817	0,0018*	0,0360*
1: 2	0,0656	<0,0001*	<0,0001*
1: 3	0,0339*	<0,0001*	<0,0001*
1: 4	0,3353	<0,0001*	<0,0001*
5: 6	0,1233	<0,0001*	<0,0001*
5: 7	0,2070	<0,0001*	<0,0001*
5: 8	0,5286	<0,0001*	<0,0001*

*Significativo a 5% de probabilidade

¹ Controle positivo 1 dieta a base de milho/farelo de soja

² Controle negativo 1 (CN1) -120kcal/kg e aminoácidos

³ CN1 + *Blend* 450

⁴ CN1 + *Blend* 350

⁵ Controle positivo 2 dieta a base de sorgo/farelo de soja

⁶ Controle negativo 2 (CN2) -120kcal/kg e aminoácidos

⁷ CN2 + *Blend* 450

⁸ CN2 + *Blend* 350

Tabela 9 Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 35 dias de idade

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CA (kg/kg)
1 ¹	3,601±0,035	2,331±0,024	1,546±0,007
2 ²	3,717±0,025	2,239±0,018	1,661±0,011
3 ³	3,701±0,013	2,264±0,013	1,635±0,008
4 ⁴	3,676±0,016	2,243±0,005	1,639±0,005
5 ⁵	3,550±0,028	2,306±0,013	1,540±0,008
6 ⁶	3,686±0,024	2,258±0,016	1,633±0,007
7 ⁷	3,638±0,021	2,284±0,013	1,593±0,008
8 ⁸	3,628±0,020	2,291±0,016	1,584±0,011
CV (%)	1,83	1,94	1,49
Valores-p para os contrastes			
1,2,3,4: 5,6,7,8	0,0055*	0,1670	<0,0001*
1: 2	0,0010*	0,0001*	<0,0001*
1:3	0,0043*	0,0037*	<0,0001*
1: 4	0,0302*	0,0002*	<0,0001*
5: 6	0,0002*	0,0332*	<0,0001*
5: 7	0,0114*	0,3209	<0,0001*
5: 8	0,0237*	0,4929	0,0004*

*Significativo a 5% de probabilidade

¹ Controle positivo 1 dieta a base de milho/farelo de soja

² Controle negativo 1 (CN1) -120 kcal/kg e aminoácidos

³ CN1 + *Blend* 450

⁴ CN1 + *Blend* 350

⁵ Controle positivo 2 dieta a base de sorgo/farelo de soja

⁶ Controle negativo 2 (CN2) -120 kcal/kg e aminoácidos

⁷ CN2 + *Blend* 450

⁸ CN2 + *Blend* 350

Tabela 10 Médias±erros padrão das médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 1 a 42 dias de idade

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CA (kg/kg)
1 ¹	4,839±0,036	2,861±0,017	1,692±0,008
2 ²	5,015±0,031	2,767±0,021	1,813±0,011
3 ³	4,976±0,017	2,789±0,019	1,785±0,011
4 ⁴	4,951±0,028	2,762±0,011	1,793±0,007
5 ⁵	4,804±0,038	2,891±0,022	1,662±0,008
6 ⁶	4,943±0,031	2,782±0,016	1,777±0,013
7 ⁷	4,924±0,028	2,863±0,014	1,720±0,005
8 ⁸	4,915±0,019	2,853±0,020	1,723±0,012
CV (%)	1,69	1,80	1,57
Valores-p para os contrastes			
1,2,3,4: 5,6,7,8	0,0221*	0,0001*	<0,0001*
1: 2	<0,0001*	0,0005*	<0,0001*
1: 3	0,0018*	0,0062*	<0,0001*
1: 4	0,0095*	0,0003*	<0,0001*
5: 6	0,0015*	<0,0001*	<0,0001*
5: 7	0,0054*	0,2887	<0,0001*
5: 8	0,0101*	0,1443	<0,0001*

*Significativo a 5% de probabilidade

¹ Controle positivo 1 dieta a base de milho/farelo de soja

² Controle negativo 1 (CN1) -120 kcal/kg e aminoácidos

³ CN1 + *Blend* 450

⁴ CN1 + *Blend* 350

⁵ Controle positivo 2 dieta a base de sorgo/farelo de soja

⁶ Controle negativo 2 (CN2) -120 kcal/kg e aminoácidos

⁷ CN2 + *Blend* 450

⁸ CN2 + *Blend* 350

Tabela 11 Médias±erros padrão das médias do rendimento de carcaça (RC), peito (RP), coxa+sobrecoxa (RC+S) e gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 42 dias de idade

Tratamentos	RC (%)	RP (%)	RC+S (%)	GA (%)
1 ¹	73,00±0,63	41,08±0,41	29,19±0,36	2,38±0,15
2 ²	73,09±0,90	40,97±0,61	29,02±0,51	2,64±0,24
3 ³	72,72±0,68	40,78±0,45	30,58±0,91	2,83±0,32
4 ⁴	73,64±0,48	41,40±0,92	28,55±0,75	2,25±0,17
5 ⁵	73,35±0,54	39,99±1,58	30,20±1,36	2,89±0,14
6 ⁶	72,55±0,60	40,24±0,70	30,15±0,88	3,02±0,23
7 ⁷	72,22±0,70	40,68±0,76	29,93±0,57	2,85±0,18
8 ⁸	73,92±0,41	41,79±0,46	28,65±0,50	2,77±0,08
CV (%)	2,45	5,67	7,55	21,09
Valores-p para os contrastes				
1,2,3,4: 5,6,7,8	0,8176	0,5156	0,4723	0,0153*
1: 2	0,9192	0,9188	0,8749	0,3620
1: 3	0,7568	0,7910	0,2197	0,1157
1: 4	0,4787	0,7894	0,5659	0,6686
5: 6	0,3748	0,8309	0,9679	0,6500
5: 7	0,2128	0,5571	0,8121	0,9016
5: 8	0,5298	0,1257	0,1709	0,6762

*Significativo a 5% de probabilidade

¹ Controle positivo 1 dieta a base de milho/farelo de soja

² Controle negativo 1 (CN1) -120 kcal/kg e aminoácidos

³ CN1 + Blend 450

⁴ CN1 + Blend 350

⁵ Controle positivo 2 dieta a base de sorgo/farelo de soja

⁶ Controle negativo 2 (CN2) -120 kcal/kg e aminoácidos

⁷ CN2 + Blend 450

⁸ CN2 + Blend 350

Tabela 12 Médias±erros padrão das médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), do extrato etéreo (CDAEE), proteína bruta (CDAPB) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) para fase de 14 a 21 dias de idade

Trat	CDAMS (%)	CDAEE (%)	CDAPB (%)	EMAn (kcal/kg)
1 ¹	73,63±0,45	78,18±0,52	60,80±0,75	3294,31±13,80
2 ²	72,94±0,60	81,91±0,68	63,51±0,87	3249,09±28,73
3 ³	72,83±0,35	81,96±0,46	62,56±0,52	3258,04±10,16
4 ⁴	71,48±0,31	77,53±0,75	60,66±0,89	3326,78±12,53
5 ⁵	71,02±0,76	80,24±0,75	61,26±0,73	3299,08±25,58
6 ⁶	70,71±0,34	80,24±0,34	62,68±0,64	3297,55±14,74
CV (%)	1,94	2,12	3,89	1,63
Valores-p para os contrastes				
1,2,3: 4,5,6	<0,0001*	0,0088*	0,2836*	0,0118*
1: 2	0,3302	<0,0001*	0,0299*	0,0984
1: 3	0,2575	<0,0001*	0,1505	0,1824
4: 5	0,5119	0,0026*	0,6249	0,3064
4: 6	0,2755	0,0026*	0,1016	0,2908

*Significativo a 5% de probabilidade

¹Controle 1 (C1) dieta a base milho/farelo de soja

²C1 + *blend* 450

³C1 + *blend* 350

⁴Controle 2 (C2) dieta a base de sorgo/farelo de soja

⁵C2 + *blend* 450

⁶C2 + *blend* 350

Tabela 13 Médias±erros padrão das médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), do extrato etéreo (CDAEE), proteína bruta (CDAPB) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) para fase de 35 a 42 dias de idade

Trat	CDAMS (%)	CDAEE (%)	CDAPB (%)	EMAn (kcal/kg)
T1 ¹	76,51±0,47	82,10±0,64	63,61±0,61	3407,71±14,63
T2 ²	77,30±0,51	85,52±0,81	66,15±0,84	3458,03±20,32
T3 ³	75,62±0,64	83,83±0,93	64,35±0,84	3392,39±23,51
T4 ⁴	74,67±0,58	79,79±0,85	62,58±0,69	3424,31±22,12
T5 ⁵	73,77±0,47	83,70±0,60	61,55±0,65	3419,76±18,40
T6 ⁶	73,73±0,49	82,86±0,59	61,42±0,84	3436,39±40,18
CV(%)	2,00	2,56	3,36	2,03
Valores-p para os contrastes				
1,2,3: 4,5,6	<0,0001*	0,0071*	<0,0001*	0,7713
1: 2	0,3011	0,0019*	0,0214*	0,1550
1: 3	0,2400	0,1095	0,4885	0,6616
4: 5	0,2349	0,0007*	0,3413	0,8964
4: 6	0,2188	0,0061*	0,2816	0,7276

*Significativo a 5% de probabilidade

¹Controle 1 (C1) dieta a base milho/farelo de soja

²C1 + *blend* 450

³C1 + *blend* 350

⁴Controle 2 (C2) dieta a base de sorgo/farelo de soja

⁵C2 + *blend* 450

⁶C2 + *blend* 350

4 DISCUSSÃO

No ensaio de desempenho foi possível observar um maior consumo de ração em todas as fases de criação das dietas controle negativo, onde as aves tentando reduzir o impacto da dieta de menor valor nutricional, principalmente em energia, aumentaram a ingestão de ração. Nas dietas onde houve as reduções nutricionais (CN1 e CN2), mesmo com a adição dos *blends* enzimáticos, não foi possível recuperar a CA em relação às dietas controle positivo, tanto a base de milho como de sorgo, resultando em pior CA em todas as fases estudadas.

Na fase pré-inicial, a utilização dos *blends* foi capaz de recuperar o ganho de peso das aves que receberam dietas a base de milho/farelo de soja e apenas o *blend* 450 foi capaz de melhorar o ganho de peso nas dietas formuladas com sorgo. A exposição de nutrientes pelas enzimas exógenas no trato intestinal das aves promoveu um melhor desempenho das aves. Olukosi, Cowieson e Adeola (2007) observaram melhoria no ganho de peso em dietas reduzidas em 115kcal/kg suplementadas com amilase, xilanase, protease e fitase na fase inicial das aves. Segundo os mesmo autores, os pintos de corte apresentam trato gastrintestinal imaturo com menor produção de enzimas endógenas e pior digestibilidade dos nutrientes da ração nos primeiros dias de vida, fazendo necessária uma suplementação enzimática para melhorar o desempenho na fase pré-inicial de criação das aves.

Resultado similar foi obtido por Ávila et al. (2012), suplementando dietas sorgo/farelo de soja com xilanase, β -glucanase, protease, pectinase, mananase e fitase em dietas reduzidas em 120

kcal/kg, 1,5% de proteína bruta e 1,5% de aminoácidos onde foi observado ganho de peso igual em relação à dieta controle até os 21 dias de idade de frangos de corte.

Para fase de 1 a 21 dias, o desempenho das aves utilizando os *blends* nas rações foram inferiores em média 6,27% para ganho de peso e 8,3% conversão alimentar, além do aumento 1,45% no consumo de ração comparados aos seus respectivos controles positivos para ambos os ingredientes milho ou sorgo. Esse desempenho inferior foi causado pela redução de energia e aminoácidos nos quais a suplementação de enzimas não foi suficiente em recuperar o desempenho. Fato esse que pode ser explicado pela pouca presença de substrato para a atuação das enzimas.

Embasando nos resultados obtidos, Malathi e Devegowda (2001) atribuem a ausência de resposta significativa à adição do complexo enzimático composto por xilanase, pectinase e β -glucanase, à baixa disponibilidade de substrato para atuação enzimática. Segundo os pesquisadores, o milho e o sorgo possuem baixa quantidade de pectinase, xilanos e β -glucanos.

Contrário aos resultados encontrados na presente pesquisa, Meng e Slominski (2005), ao avaliarem rações formuladas com ingredientes de alta viscosidade, registraram benefícios ao utilizarem complexo enzimático contendo xilanase, β -glucanase e celulase. Observaram que a adição deste complexo melhorou o aproveitamento dos nutrientes, sendo o ganho de peso maior do que das aves alimentadas com rações sem adição de enzimas.

Durante os períodos de 1 a 35 e o período total de 42 dias, novamente foi observado piora no desempenho para as medidas de

consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para as aves recebendo os tratamentos reduzidos em nutrientes e suplementados com enzimas em dieta a base de milho e sorgo, contudo, os resultados indicam melhoria no ganho de peso, onde a suplementação de ambos os *blends* 450 e 350 foram em média superior 2,03% comparado ao controles negativo, equivalendo-se ao controle positivo de dietas a base de sorgo/farelo de soja. Este resultado pode ser explicado pelo fato da mudança na matriz nutricional utilizada para efetuar as reduções dos nutrientes da dieta, sendo para a fase 22 a 42 dias os valores mais moderados comparados à fase inicial de 1 a 21 dias, ocorrendo dessa forma um ganho de peso compensatório.

Resultados semelhantes aos observados no presente trabalho foram obtidos por Ávila et al. (2012), onde observaram melhoria de 1,87% no ganho de peso na fase de 22 a 46 dias recebendo dietas suplementadas com o complexo multienzimático (xilanase, β -glucanase, protease, pectinase, mananase e fitase) em dietas formuladas com sorgo e farelo de soja, reduzidas em 120 kcal/kg de energia metabolizável e 1,5% de proteína bruta e aminoácidos.

Usando *blend* semelhante ao desse trabalho, Selle et al. (2010a) registraram aumento de 4,0 e 4,8% no ganho de peso de frangos de corte recebendo dietas não valoradas com base em sorgo, suplementadas de xilanase, protease e β -glucanase nas respectivas fases de 1 a 28 e 1 a 42 dias de idade.

Dourado (2008) observou que a suplementação com complexo xilanase, amilase e protease não foi eficiente em recuperar o ganho de

peso dos frangos na fase total (1-42 dias), mesmo havendo melhoria do ganho de peso na fase inicial em dietas milho/farelo de soja.

Não foram observados efeitos ($p>0,05$) para o rendimento de carcaça e cortes entre os tratamentos. Este resultado está de acordo com os autores Fortes et al. (2012), Souza et al. (2008) e Zanella et al. (1999), que também não encontraram diferenças nas características de carcaça de frangos recebendo dietas valoradas em energia e aminoácidos suplementadas com enzimas. No entanto, foi observado um aumento da gordura abdominal presente nas dietas formuladas com sorgo, a razão desse aumento se deve a presença de maiores níveis de óleo nas dietas a base sorgo/farelo de soja comparado às dietas com base em milho/farelo de soja. Esta suposição está de acordo com Crespo e Esteve-Garcia (2001), que afirmam que a gordura abdominal presente nas aves é correlacionada com a gordura da dieta, onde certamente existe um efeito dos níveis de gordura da dieta refletindo na gordura abdominal da ave.

No ensaio de digestibilidade, período de 14 a 21 dias, o CDAEE melhorou com a adição dos *blends* enzimáticos nas rações formuladas com sorgo ou milho, sendo observada também uma maior digestibilidade de proteínas com a utilização do *blend* 450 (protease, xilanase e β -glucanase), sendo esses mesmos resultados refletidos igualmente na fase de 35 a 42 dias.

Estes resultados refletem a ação das enzimas exógenas em promover a emulsificação de gorduras e a quebra dos PNAs das paredes celulares dos vegetais que são encapsuladores de nutrientes, principalmente as proteínas, onde a exposição desse nutriente favorece

uma maior ação das enzimas proteolíticas endógenas promovendo aumento na digestibilidade.

Segundo Bedford (1996), o uso de enzimas exógenas diminui os efeitos negativos dos polissacarídeos não amiláceos da dieta e aumenta a emulsificação de gorduras, especialmente de gorduras saturadas.

Leite et al. (2011), utilizando um complexo enzimático (amilase, pectinase, celulase, pentosanase, β -glucanase, protease e fitase), observaram uma melhoria significativa para os coeficientes de digestibilidade de gordura e em nitrogênio de, em dietas a base de sorgo. A suplementação de carboidrases e proteases, mesmo em dietas com menor conteúdo de polissacarídeos não amiláceos, como no caso do milho e sorgo, melhora a digestibilidade dos nutrientes devido à degradação dos nutrientes, melhorando o aproveitamento pelas aves.

De acordo com alguns pesquisadores (COWIESON et al., 2010; MENG; SLOMINSKI, 2005) as carboidrases podem ter um efeito no aumento da digestibilidade de proteínas ao hidrolisar a estrutura polissacarídica que complexa as proteínas, permitindo uma maior ação tanto das proteases endógenas quanto exógenas. Não foi observado efeito significativo dos *blends* para a variável EMAn e CDAMS, isso pode ser explicado pelo fato dos níveis nutricionais dessas dietas atenderem adequadamente às necessidades das aves, atingindo o seu limite fisiológico.

Não houve efeito ($p>0,05$) dos *blends* sobre a digestibilidade da proteína de dieta a base de sorgo nas duas fases. O tipo de proteína dominante no sorgo é a kafirina, a qual é uma fonte relativamente pobre em aminoácidos digestíveis, devido aos tipos de ligações dissulfetos e

baixa solubilidade (SELLE et al., 2010b). Melhores efeitos também poderiam ser observados se as dietas fossem ricas em polissacarídeos não amiláceos (PNAs), pois o sorgo e o milho sendo grãos não viscosos e contendo baixos índices de PNAs totais, cerca de 4,8% e 8,1% respectivamente, incluindo arabinoxilanos e traços de β -glucanos (CHOCT, 2006), poderiam não apresentar substrato suficiente para uma maior atuação das enzimas xilanase e β -glucanase.

5 CONCLUSÃO

Na fase pré-inicial (1 a 7 dias), recomenda-se o uso dos *blends* 450 e 350, sendo efetivos em incrementar o ganho de peso para dietas valoradas a base de milho/farelo de soja e durante toda a fase de criação de dietas a base de sorgo/farelo de soja.

Os blends enzimáticos utilizados neste estudo não influenciaram no rendimento de carcaça, de cortes e gordura abdominal das aves.

Os coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo foram incrementados pelos *blends* em todas as dietas, tanto a base de milho/farelo de soja quanto com sorgo/farelo de soja. A utilização do *blend* 450 incrementa os coeficientes de digestibilidade de proteína bruta para dietas milho/farelo de soja nas duas fases avaliadas (14 a 21 e 35 a 42 dias de idade das aves).

Use of enzymatic mixes in rations for broiler

ABSTRACT

Two experiments were conducted with broiler until the age of 42 days, with the objective of evaluating the effects of two enzyme mixes or blends in diets based on corn/soybean meal and sorghum/soybean meal. In the performance trial were studied eight treatments with eight replicates in a completely randomized designed, defined as: 1) positive control diet (PC1) based on corn/soybean meal, 2) negative control diet (NC1) based on corn/soybean meal with reduction of 120 kcal/kg of metabolizable energy (ME) and amino acids according to protease enzyme matrix values, 3) NC1 + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase), 4) NC1 + 350 blend (protease and xylanase), 5) positive control diet (PC2) based on sorghum/soybean meal, 6) negative control diet (NC2) based on sorghum/soybean meal with reduction of 120 kcal/kg of (ME) and amino acids according to protease enzyme matrix values, 7) NC2 + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase); 8) NC2 + 350 blend (protease and xylanase). In the digestibility trial were used six treatments and eight replicates. The treatments were: 1) control based on corn/soybean meal (C1), 2) C1 + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase), 3) C1 + 350 blend (protease and xylanase), 4) control based on sorghum/soybean meal (C2), 5) C2 + 450 blend (protease, xylanase and β -glucanase), 6) C2 + 350 blend (protease and xylanase). Data were submitted to analysis of variance and the means were compared with the F test for orthogonal contrasts. In the performance trial with diets based on corn/soybean meal, the addition of the blends only improved feed conversion and weight gain in the pre-starter phase. In the diets based on sorghum/soybean meal were observed better weight gain in the period from 1 to 35 and from 1 to 42 days when using 450 and 350 blends. In the carcass yield, for the abdominal fat measurement, diets using sorghum resulted in higher values. In the digestibility trial, the use of 450 and 350 blends resulted in better apparent digestibility coefficient of the ether extract for both phases (14 to 21 and 35 to 42 days) for both diets. Likewise, the 450 blend improved apparent digestibility coefficients of crude protein.

Keywords: Blends. Performance. Digestibility. Poultry.

REFERÊNCIAS

- ÁVILA, E. et al. Evaluation of an enzyme complex containing nonstarchpolysaccharide enzymes and phytase on the performance of broilers fed sorghum and soybean meal diet. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 21, n. 2, p. 279-286, June 2012.
- BEDFORD, M. R. Interaction between ingested feed and the digestive system in poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 5, n. 1, p. 86-95, 1996.
- CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 62, n. 1, p. 5-15, 2006.
- CORTES, C. A.; AGUILA, S. R.; AVILA, G. E. La utilizacion de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. **Veterinaria Mexico**, Ciudad del Mexico, v. 33, n. 1, p. 1-9, 2002.
- COWIESON, A. J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn-based poultry diets. **Journal of Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2010.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 71-78, Jan. 2001.
- DOURADO, L. R. B. **Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte**. 2008. 80 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- FISCHER, G. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas á base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 402-410, jan./fev. 2002.

FORTES, B. D. et al. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 24-32, 2012.

LEITE, P. R. S. C. et al. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 280-286, mar. 2011.

MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 302-305, Mar. 2001.

MENG, X.; SLOMINSKI, B. A. Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a muticarbhydrase preparation of cell wall degrading enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 8, p. 1242-1251, 2005.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 77-86, Jan. 2007.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements**. 3rd ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

SELLE, P. H. et al. Impact of exogenous enzymes in sorghum- or wheat-based broiler diets on nutrient utilization and growth performance. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 9, n. 1, p. 53-58, 2010a.

_____. Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 156, n. 3/4, p. 57-74, Mar. 2010b.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos:** métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SOUZA, R. M. et al. Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 584-590, mar./abr. 2008.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **The statistical analysis system for Windows**. Version 9.2. Cary, 2008. Software.

STRADA, E. S. O. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, nov./dez. 2005.

ZANELLA, I. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybean. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 561-568, Apr. 1999.