

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**INCLUSÃO DE XILANASE E AMILASE NA RAÇÃO PARA
FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE**

DAWSTER SANT'ANNA

VILA VELHA - ES
JULHO / 2013

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**INCLUSÃO DE XILANASE E AMILASE NA RAÇÃO PARA
FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada a Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Mestrado em Ciência Animal, para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

DAWSTER SANT'ANNA

VILA VELHA - ES
JULHO / 2013

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

S232x Sant'Anna, Dawster.

Inclusão de xilanase e amilase na ração para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade / Dawster Sant'Anna. – 2014.
61 f.: il.

Orientador: João Luís Kill.

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Vila Velha, 2014.

Inclui bibliografias.

1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Enzimas na nutrição animal. 3. Carboidratos na nutrição animal. I. Kill, João Luís. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.5084

DAWSTER SANT'ANNA

**INCLUSÃO DE XILANASE E AMILASE NA RAÇÃO PARA
FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE**

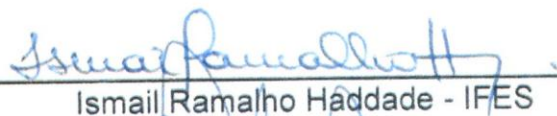
Dissertação apresentada à Universidade
Vila Velha, como pré-requisito do
Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal para obtenção do grau de Mestre
em Ciência Animal.

Aprovada em 22 de julho de 2013.

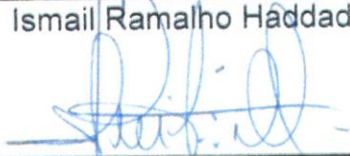
Banca Examinadora:



Douglas Haese - UVV



Ismail Ramalho Haddade - IFES



João Luís Kill - UVV
(Orientador)

À minha mãe, Lúcia Carolina Christo pelo Amor incondicional;
Ao meu afilhado, João Pedro por ser fonte de inspiração.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente minhas palavras de apreço e gratidão vão para Deus pelo presente da vida e por ser luz em meu caminho.

Ao professor e orientador João Luís Kill, pela amizade, convivência, filosofia de vida, apoio, conhecimento compartilhado, contribuição teórica, dedicação e paciência na orientação deste trabalho.

Ao professor Douglas Haese, pelo apoio, exemplo profissional, ensinamentos, oportunidade, contribuição teórica, suporte e correções nesse trabalho.

Ao professor Ismail Ramalho Haddade, pelo profissionalismo e pela disponibilidade e gentileza de participar da minha banca, e que muito contribuiu no aprimoramento dessa dissertação, meu respeito e agradecimento por tudo.

A Débora Del Puppo, pela dedicação, carinho, confiança, apoio, incentivo nos momentos difíceis, companheirismo e esforço depositado em mim. Muito obrigado!

Ao Dailton Piva Rossin, pela oportunidade do estudo, amizade e por toda contribuição prática e teórica.

Ao meu amigo Rodrigo Sobreiro pela força e amizade durante esses dois anos de caminhada.

Ao Programa de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Vila Velha, pela formação acadêmica e científica.

A FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo, pela concessão da bolsa e suporte financeiro.

Ao CTA – Centro de Tecnologia Animal Ltda pela oportunidade de realização do estudo.

Aos meus amigos e colegas de pesquisa Ebraim, Rogéria e Darly por ajudarem na condução do estudo.

Aos meus padrinhos Dório e Teresinha e aos meus primos Patrick, Jaqueline, Denise, Adrieli e Rodrigo pelo convívio e incentivo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste estudo.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. Fatores que influenciam a digestibilidade dos nutrientes em frangos	13
2.2. Carboidratos.....	14
2.2.1. Amido	15
2.2.2. Polissacarídeos não amiláceos	17
2.3. Enzimas	19
2.3.1. Características gerais	19
2.3.2. Xilanase	24
2.3.3. Amilase	24
3. REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO II	33
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução	36
Material e Métodos.....	37
Resultados e Discussão.....	46
Conclusão	58
Referências.....	60

RESUMO

SANT'ANNA, Dawster, MSc., Universidade Vila Velha - ES, Julho de 2013. **Inclusão de xilanase e amilase na ração para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.**

Orientador: João Luís Kill.

Na alimentação de animais não ruminantes, o amido é o principal componente dos grãos que fornece energia à dieta; entretanto, os grãos possuem outros polissacarídeos denominados não amiláceos que são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal de não ruminantes. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da adição das enzimas digestivas exógenas, amilase e xilanase, em dietas a base de milho e farelo de soja, sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 800 pintos machos de linhagem comercial, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos, 10 repetições e 10 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram determinados a partir de duas dietas experimentais, um controle positivo e um controle negativo com diferentes inclusões das enzimas amilase e xilanase, ficando assim delineados: 1 – Controle positivo (CP); 2 – Controle negativo, com 125 kcal/kg a menos na dieta (CN); 3 – CN + inclusão de 50g/ton de xilanase; 4 – CN + inclusão de 100g/ton de xilanase; 5 – CN + inclusão de 150g/ton de xilanase; 6 – CN + inclusão de 200g/ton de xilanase; 7 – CN + inclusão de 300g/ton de amilase; 8 – CN + inclusão de 300g/ton de amilase + 100g/ton de xilanase. Foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, o índice de eficiência produtiva e a viabilidade criatória no período de 1 a 42 dias de idade. O uso das enzimas amilase e xilanase não influenciaram significativamente as variáveis de consumo de ração e viabilidade criatória no período total, de 1 a 42 dias de idade. Para as variáveis índice de eficiência produtiva e conversão alimentar houve efeito, sendo que as aves do tratamento CP apresentaram desempenho superior às aves dos tratamentos CN + 200 g de xilanase e CN + 300 g de amilase. As enzimas exógenas estudadas, não foram eficientes em recuperar os valores energéticos das rações experimentais com valores energéticos reduzidos.

Palavras-chave: carboidratos, desempenho, enzimas, polissacarídeos.

ABSTRACT

SANT'ANNA, Dawster, M.Sc., Universidade Vila Velha - ES, July of 2013. **Xylanase and amylase in the diet of broilers from 1 to 42 days old.** Leader: João Luís Kill.

The feeding of non-ruminant animals, starch is the main component of the grain that provides energy to the diet, however, the grains have other non-starch polysaccharides called that are resistant to hydrolysis in the gastrointestinal tract of non-ruminants. In this context, the objective was to evaluate the effect of addition of exogenous digestive enzymes, amylase and xylanase in diets based on corn and soybean meal on the performance of broilers from 1 to 42 days old. 800 male chicks of commercial strain, used in a completely randomized design with eight treatments, 10 replicates and 10 birds per experimental unit. The treatments were determined from two experimental diets, a positive control and a negative control with different inclusions of amylase and xylanase enzymes, thus being delineated: 1 - positive control (CP), 2 - negative control with 125 kcal / kg at least diet (CN), 3 - CN + 50g/ton inclusion of xylanase, 4 - CN + 100g/ton inclusion of xylanase, 5 - CN + 150g/ton inclusion of xylanase, 6 - 200g inclusion CN + / ton xylanase, 7 - CN + 300g/ton including amylase, 8 - CN + 300g/ton inclusion of 100g/ton amylase + xylanase. Weight gain were evaluated, feed intake, feed conversion, the productive efficiency and production viability during 1-42 days of age. The use of amylase and xylanase did not influence variables of intake and stock breeding feasibility total period, 1-42 days of age. For variables productive efficiency and feed conversion was no effect, and the birds of the CP treatment showed superior to birds of CN + 200 g of xylanase and CN + 300 g of amylase treatment performance. Exogenous enzymes studied were not efficient in recovering energy values of experimental diets with reduced energy values.

Keywords: carbohydrases, enzymes, performance, polysaccharides.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango mundial, abaixo apenas dos Estados Unidos e da China. Em 2011, a produção chegou a 13,058 milhões de toneladas, apresentando um crescimento de 6,8 % em relação a 2010. Desse total produzido, 69,8 % é destinado ao mercado interno e 30,2 % é exportado (UBABEF, 2012).

A alimentação representa cerca de 75 % do custo total de produção, sendo que o milho, por ser um alimento de alto valor energético, e o farelo de soja, por possuir altos níveis proteicos, são os vegetais mais utilizados nas formulações das dietas, em razão da oferta no mercado brasileiro e também pelo valor nutritivo desses ingredientes.

Segundo Carvalho (2002), um problema que compromete a qualidade das rações e o desempenho animal, o que contribui para onerar os custos de produção, é a alteração na qualidade e a falta de uniformidade das matérias primas existentes no mercado brasileiro. Pesquisas de campo contribuem decisivamente com o avanço da nutrição, melhorando assim a eficiência produtiva da criação.

Sakomura e Rostagno (2007) destacam que é de grande importância nutricional o conhecimento do valor energético dos alimentos, componente de maior custo nas formulações de dietas para frangos de corte. A oxidação total de uma matéria orgânica pela bomba calorimétrica representa o valor de energia bruta de um alimento. Entretanto, nem toda energia ingerida dos ingredientes é absorvida pelos animais.

Com a intenção de melhorar o aproveitamento dos nutrientes e reduzir os custos de produção, pesquisadores trabalham para atender as exigências nutricionais dos animais com a formulação de rações a custo mínimo. Nesse sentido, os aditivos alimentares são incorporados à dieta desde a década de 1940, visando melhorar o desempenho das aves (Bedford, 1996).

A utilização dos nutrientes contidos no milho e no farelo de soja é considerada alta, mesmo assim, o conteúdo nutricional desses ingredientes não é utilizado em sua totalidade. Um fator importante é a concentração de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), presentes nas paredes celulares do milho e do farelo de soja, considerados fatores antinutricionais para animais não ruminantes,

o que restringe a capacidade de utilização dos nutrientes por esses animais (Cardoso, 2009). Variações foram encontradas por diferentes pesquisadores entre as frações de PNAs dentro da mesma espécie de alimentos. Estudo realizado por Malathi e Devegowda (2001), demonstrou que o milho e o farelo de soja possuem respectivamente 9,32 e 29,02 % de PNAs totais. Já Tavernari et al. (2008) encontraram valores de 8,10 % no milho e 30,3 % no farelo de soja.

As aves são desprovidas de enzimas capazes de hidrolisar os PNAs. Por isso, enzimas exógenas têm sido incorporadas às dietas de frangos de corte com o objetivo de melhorar a digestibilidade dos nutrientes considerados de baixa qualidade, o que possibilita maior retorno econômico, além de reduzir as perdas de nutrientes nas fezes (Viana, 2009).

Pesquisas têm comprovado a eficiência da adição de enzimas exógenas em dietas contendo cevada, aveia, farelo de arroz e farelo de trigo, onde a quantidade de PNAs é alta. Entretanto, apesar de as rações a base de milho e farelo de soja possuírem digestibilidade relativamente alta, existem características antinutricionais desses ingredientes que somente podem ser degradadas com a adição de enzimas exógenas (Cardoso, 2009).

Em experimentos com a inclusão de enzimas exógenas, a formulação das dietas com o uso de níveis nutricionais ótimos é pouco utilizada, visto que, ao consumirem essa ração com a adição de enzimas, há pouco espaço para que as enzimas promovam a melhoria no desempenho dos frangos. Isso, uma vez que os ingredientes, sem a adição de enzimas, já atende às exigências nutricionais dos animais. Dessa forma, normalmente nas pesquisas com enzimas, se utiliza uma dieta com redução da energia, para evidenciar que esses catalizadores melhoram a digestibilidade dos ingredientes que compõem a ração, liberando maior quantidade de energia para os animais (Sorbara, 2008).

As enzimas carboidrases, ao serem adicionadas às dietas não agem como nutrientes, e sim como aditivos que aumentam a energia disponível pela hidrólise das ligações químicas dos PNAs. Essas enzimas agem rompendo as paredes celulares, o que reduz também a viscosidade da digesta (Soto-Salanova et al., 1996).

De acordo com Fischer et al. (2002), no geral, as enzimas são utilizadas com dois objetivos. Primeiro, de complementar a insuficiente produção de algumas

enzimas endógenas como amilases e proteases, e segundo fornecer enzimas que os animais não conseguem sintetizar, como as celulasas, por exemplo. Dessa forma, se torna menor o efeito negativo causado pelos polissacarídeos não amiláceos presentes nos componentes das paredes celulares dos cereais.

Assim, objetivou-se avaliar o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, consumindo dietas a base de milho e farelo de soja, com a inclusão de enzimas exógenas específicas para a digestão de polissacarídeos não amiláceos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores que influenciam a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte

A quantidade e a qualidade nutricional de um alimento são baseadas na sua composição em nutrientes. A disponibilidade desses nutrientes e a intensidade que eles podem ser absorvidos interferem diretamente no desempenho de frangos de corte. Um mesmo alimento pode apresentar uma grande variação de digestibilidade quando comparado em duas diferentes amostras (Torres, 2003).

De acordo com Domene (1996), vários fatores podem alterar a composição de nutrientes em um determinado alimento, tais como, formas de armazenamento, características do processamento, equilíbrio dos constituintes, dentre outros. Segundo Viana (2009), algumas dessas diferenças podem estar relacionadas com determinados fatores antinutricionais, estes ligados ao teor de fibras dos ingredientes e à presença de um nutriente em forma menos digestível, como a amilose por exemplo.

Um grande problema na utilização de tabelas de composição química de alimentos, como base para formulação da dieta, é que os valores nutricionais descritos podem diferir do real valor do ingrediente utilizado. Como consequência, as dietas fornecidas aos animais podem conter níveis acima ou abaixo das exigências nutricionais dos animais (Silva, 2009).

Segundo Rostagno (2011), dentre as causas de variações na disponibilidade de nutrientes relacionadas aos animais está à atividade microbiana do lúmen intestinal, a ação das enzimas endógenas, a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, a linhagem, a idade, a temperatura ambiente e a saúde dos animais. Noy e Sklan (1995) relatara que a digestão de macromoléculas pelos não-ruminantes requer suficiente hidrólise enzimática para o aproveitamento do nutriente, que tem relação direta com a digestão e absorção das mesmas.

Para uma formulação adequada de dietas para frangos de corte, um dos principais fatores a ser considerado é o conteúdo preciso do valor energético dos ingredientes utilizados, o que possibilita um fornecimento adequado de energia para as aves (Albino et al. 1992). De acordo com Agostini et al. (2004), o nível energético da formulação é o fator que mais influencia o consumo de ração por frangos de

corte. A energia é utilizada em processos que envolvem desde aspectos relacionados à manutenção até o máximo do potencial produtivo.

A falta de uniformidade e as alterações na qualidade dos grãos de milho e soja utilizados nas rações comprometem diretamente sua qualidade. O milho é o grão de maior representatividade na produção de frangos de corte, pois contribui com cerca de 65 a 70 % da energia total da dieta (Bertechini et al., 1999). De acordo com Brum et al. (2006), para não ruminantes, o farelo de soja é considerado fonte primária de proteína, devido à quantidade e a qualidade no perfil de aminoácidos, especialmente da lisina. Porém, contribui também na parcela energética da dieta. Carboidratos não digeríveis, como rafinose e estaquiose, fazem com que a energia bruta do farelo de soja seja alta em relação à energia metabolizável (Borges, 2005; Bedford, 2000).

2.2. Carboidratos

A base da dieta de organismos não fotossintéticos é composta por carboidratos, como o amido. Três principais classes dividem os carboidratos de acordo com o seu tamanho e peso molecular: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. A maioria dos carboidratos encontrados na natureza está na forma de polissacarídeos, polímeros de média até alta massa molecular, esses compostos são polímeros que contêm mais de 20 unidades de monossacarídeos, podendo conter centenas ou milhares dessas unidades (Lehninger, 2005).

Nos animais, a oxidação de carboidratos é a principal via metabólica fornecedora de energia para as células. Existem também alguns polissacarídeos que são utilizados como forma de armazenamento, estes empregados como combustíveis pelas células. Desses, os mais importantes são o amido, nas células vegetais, e o glicogênio nas células animais (Lehninger, 2005).

De acordo com Vieira (2002), os monossacarídeos são as unidades básicas dos carboidratos e fonte da maior parte da energia utilizada pelo organismo animal. São quatro os monossacarídeos de maior importância na nutrição de animal: glicose, frutose, galactose e manose. Dentre esses, a glicose é o mais importante, por considerar-se que seja o açúcar de maior presença na circulação sanguínea.

2.2.1. Amido

Do ponto de vista nutricional, o amido é o polissacarídeo mais importante para não ruminantes, devido a sua participação na porção energética da dieta. O amido apresenta disponibilidade superior de energia quando comparado a outros carboidratos estruturais presentes nos grãos. Para atingir o máximo de seu potencial genético, os frangos de corte exigem níveis adequados de energia na dieta, dependendo então de boas fontes de amido para que isso seja alcançado (Torres, 2003).

O amido contém dois tipos de polímeros de α -glucanos de estruturas diferentes, a amilose e a amilopectina, o primeiro consiste de cadeias longas, não ramificadas, de unidades de glicose unidas por ligações (α -1,4), já amilopectina, ao contrário da amilose, é muito ramificada e de alto peso molecular. Assim como a amilopectina, o glicogênio é um polímero de subunidades unidas por ligações (α -1,4), com ligações (α -1,6) nas ramificações. Porém, o glicogênio é mais ramificado (em média uma ramificação a cada 8 a 12 unidades, enquanto a amilopectina possui uma ramificação a cada 24 a 30 unidades). O amido, quando ingerido, é hidrolisado por α -amilases, enzimas da saliva e das secreções pancreáticas que rompem as ligações glicosídicas (α -1,4) entre as unidades de glicose (Lehninger, 2005).

Segundo Tester et al. (2004), o amido é classificado de acordo com sua relação amilose:amilopectina, sendo classificados como cerosos, quando a relação é baixa (amilose < 15 %), normal (entre 16 e 35 %) e alta amilose (amilose > 36 %).

A amilopectina é um polímero com maior peso molecular, mais ramificado e geralmente mais abundante na composição das moléculas de amido quando comparado com a amilose. Sua composição consiste de cadeias lineares contendo de 10 a 60 unidades de glicose unidas por ligações glicosídeas α 1-4, com ramificações através de ligações α 1-6. No entanto, as ligações α 1-6 ocorrem a cada 20 e 25 unidades de glicose aproximadamente, ou seja, cerca de 5 % do total de ligações que ocorrem no amido são ligações α 1-6 (Tester et al., 2004).

A amilose está na forma de hélice sendo um polímero de até 6000 unidades de glicose unidas por ligações α 1-4. O grau de polimerização da amilose varia de acordo com a espécie do grão (Torres, 2003; Tester et al., 2004).

Alguns fatores podem ocasionar variações na digestibilidade dos carboidratos, dentre esses podemos citar as diferentes variedades, condições de

cultivo da planta e as diferenças na estrutura espacial dos polímeros de amido.(Penz Jr,1998).

Segundo Vieira (2002), as espécies de grãos vegetais e as condições de cultivo da planta são fatores que interferem na relação amilopectina:amilose. Bertechini (2006) relatou que a variação nessa relação pode ocasionar também diferenças na digestibilidade dos carboidratos, considerando que a amilopectina é mais facilmente digerida do que a amilose.

O milho contém cerca de 72 % de amilopectina e 28 % de amilose, apresentando assim alta digestibilidade para animais não ruminantes (Penz Jr,1998; Bertechini, 2006). Concentrações semelhantes foram encontradas por Torres (2003), segundo esse autor, o milho apresenta 72,28 % de amido, e a digestibilidade desse amido está diretamente ligada ao teor de amilopectina do grão. A composição desse amido presente no milho apresenta 75 % de amilopectina e 25 % de amilose.

Em animais não ruminantes a digestibilidade do amido é bastante alta, chegando a 95 % (Gracia et al., 2003; Rodrigues et al., 2003), já Soto-Salanova et al. (1996), relatara valores menores que 85 %. De acordo com Mahagna et al. (1995) com o avançar da idade a digestibilidade do amido é reduzida, passando de 96,7 % aos 7 dias para 93,7 % aos 21 dias de idade.

De acordo com Minafra (2007), embora a digestibilidade do amido do milho seja alta, a digestibilidade ileal não é maior que 75 %. Alguns fatores como o tratamento pós-colheita (secagem, armazenamento e processamento) e safra (tipos de solo e características do clima), além de teores de fibras, gorduras e proteínas do milho podem interferir diretamente na digestão e absorção da energia contida no amido pelos frangos de corte.

Segundo Bedford (2000), o amido presente no milho deve ser classificado em três grupos de acordo com a taxa de digestão: amido rapidamente digerido, amido lentamente digerido e amido resistente. No milho, cerca de 15 % do amido não é aproveitado, sendo classificado como amido resistente. De acordo com Sorbara (2008), em condições práticas, o amido é a principal fonte de energia metabolizável aparente, com o provimento de 60 % dessa energia.

O amido tende a estar no interior das partículas, protegido da água devido a algumas proteínas hidrofóbicas presentes nos cereais e leguminosas que se associam a esse nutriente. Processos físicos de quebra e moagem dos grãos e processos térmicos facilitam a digestibilidade e consequentemente a ação da amilase.

2.2.2. Polissacarídeos não amiláceos

De acordo com Durigan (1994), a disponibilidade biológica dos nutrientes, a composição destes e a presença de substâncias tóxicas e/ou fatores antinutricionais interferem diretamente na qualidade nutricional de um alimento.

Choct (1997), Sorbara (2008) e Viana (2009) relatam que os cereais utilizados na formulação das dietas para animais não ruminantes apresentam, além da porção amídica, carboidratos que exercem função quase que exclusivamente estrutural nas plantas, esses carboidratos são denominados polissacarídeos não amiláceos (PNAs). De acordo com Sorbara (2008), o conteúdo de PNAs dos ingredientes vegetais utilizados na formulação é inconstante, podendo variar de acordo com a origem da planta, grau de processamento e proporção da casca no produto final. Esses polissacarídeos são unidades de açúcares que apresentam nula ou baixa digestibilidade (Sorbara, 2008; Viana, 2009).

Choct (1997) define o termo polissacarídeos não amiláceos como uma variedade de moléculas de polissacarídeos, excluindo os α -glucanos (amido), que devido à natureza de suas ligações, são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos animais não ruminantes. Lecznieski (2006) relatou que estes compostos apresentam propriedades antinutritivas e que afetam diretamente o desempenho dos animais, no entanto, não causam sintomas de toxicidade.

Souza (2005) relatou que a baixa digestibilidade desses polissacarídeos não amiláceos está relacionada ao tipo de ligações glicosídeas existentes nessas macromoléculas.

Na atualidade, pesquisadores estão utilizando duas principais definições para o conteúdo de fibra da dieta, sendo uma definição química e outra definição fisiológica. Na definição química, considera-se a soma de polissacarídeos não amiláceos e lignina, compreendendo lignina, polissacarídeos não amiláceos solúveis, como betaglucanos, arabinoxilanos, celulose, hemicelulose e pectinas. A definição fisiológica considera como fibra, todos os componentes da dieta que, no trato digestório, são resistentes à hidrólise pelas enzimas endógenas. Podendo ser incluídas nessa definição oligossacarídeos de reserva, além de qualquer componente que seja resistente a digestão (Bach Knudsen, 2001).

Bertechini & Brito (2007) relataram que o milho é um ingrediente energético e sua composição contém 9 % de polissacarídeos não amiláceos, com predominância em arabinoxilanos. O farelo de soja é um alimento proteico que

possui em sua composição 30 % de polissacarídeos não amiláceos, dentre eles, polímeros de alta complexidade, o que dificulta a digestibilidade desses compostos em dietas para frangos de corte.

Autores encontram variações dos valores de polissacarídeos não amiláceos nos grãos. Malathi e Devegowda (2001) apresentam valores de 9,32 % e 29,02 % para o milho e farelo de soja respectivamente. Tavernari et al. (2008), apresenta teores de 8,10 % para o milho e 30,3 % para o farelo de soja. Enquanto Ruiz et al. (2008), relatam que o milho apresenta 9,7 % e o farelo de soja 10,3 % de polissacarídeos não amiláceos.

As enzimas endógenas das aves e dos mamíferos são capazes somente de clivar as ligações α 1-4 e α 1-6 do amido, α 1-2 entre a frutose da sacarose, β 1-4 entre a glicose e galactose da lactose e a α 1-1 entre as unidades de glicose da trealose (Lecznieski, 2006). De acordo com Smits & Annison (1996), todas as outras ligações são resistentes às enzimas endógenas, porém, podem ser clivadas por enzimas exógenas adicionadas a ração.

De acordo com Choct & Annison (1992), os arabinoxilanos são polissacarídeos não amiláceos complexos de estrutura ramificada, compostos por açúcares arabinose e xilose. O milho apresenta 8,0 % de polissacarídeos não amiláceos, sendo que, a maior parte (4,2 %) é constituída de arabinoxilanos. Esses polissacarídeos causam a inibição da digestão de nutrientes, o que afeta negativamente a digestão do amido, da proteína e da gordura.

De acordo com Domene (1996), os polissacarídeos não amiláceos além de diminuir a disponibilidade de energia para o animal e prejudicar a digestibilidade de nutrientes da dieta, afetam também negativamente a absorção de minerais. Corroborando, Bedford et al. (1991) e Thorpe & Beal (2001) relacionam o conteúdo de PNAs com a redução da digestão e da absorção de carboidratos, aminoácidos, minerais e vitaminas, o que ocasiona uma queda na produtividade das aves.

De acordo com Santos Jr. et al. (2004) os polissacarídeos não amiláceos formam um gel viscoso, devido a sua capacidade de se ligar a grandes quantidades de água. Brenes (1992) relatara que além de aumentar a umidade das fezes, o aumento da viscosidade dificulta o contato das enzimas digestivas com os nutrientes, o que prejudica a absorção e a digestibilidade de nutrientes como o amido, a gordura e a proteína. De acordo com Ferreira (1994), um maior volume de conteúdo intestinal e a maior viscosidade causada pela retenção de água pela fibra,

afetam fisicamente os processos de digestão e absorção dos nutrientes que estão envolvidos na massa da digesta.

Para diminuir a capacidade de retenção de água e reduzir a viscosidade da dieta, é necessário que os polissacarídeos não amiláceos solúveis sejam degradados em unidades menores por meio da ação enzimática. Esta última é mais eficaz sobre o conteúdo intestinal a medida que ocorre a redução da viscosidade, o que aumenta a velocidade do trânsito intestinal, a capacidade de digestão dos nutrientes e a redução da quantidade de água nas fezes, e como consequência proporciona melhoria na qualidade da cama (Opalinski, 2006).

Kocher et al. (2002) demonstraram aumento nos valores de energia metabolizável e uma melhoria da digestibilidade dos polissacarídeos não amiláceos em estudo com a utilização de enzimas exógenas em dietas a base de soja.

2.3. Enzimas

2.3.1. Características gerais

As enzimas são definidas pelo Ministério da Agricultura como aditivo zootécnico (Decreto Lei nº 76.986, de 06 de janeiro de 1976). São considerados aditivos todas as substâncias intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não altere o seu valor nutritivo.

Os aditivos enzimáticos são de importantes, pois atuam no auxílio de processos digestivos, aumentando a biodisponibilidade dos nutrientes. Ao serem adicionadas as dietas, as enzimas não apresentam função nutricional direta (Peixoto & Maier, 1993; Campestrini et al. 2005).

De acordo com Penz Jr. (1998) não existe restrição à inclusão de enzimas nas dietas como micro ingrediente, pois são proteínas purificadas e facilmente biodegradadas. Enzimas são produzidas em escala comercial por meio de culturas aeróbicas, derivadas da fermentação por microrganismos, sendo principalmente pelas culturas bacterianas, fúngicas e de leveduras (Broz et al., 1994).

Segundo Fialho (2003), relatos da utilização de enzimas em dietas para aves datam 1958, quando cientistas constataram que grãos, quando umedecidos, apresentavam melhora no seu aproveitamento.

Avanços notáveis no estudo das enzimas ocorreram a partir da década de 80, com o esclarecimento de suas funções no trato gastrointestinal e com o conhecimento de fatores antinutricionais dos grãos. Inicialmente, enzimas exógenas eram utilizadas apenas em dietas que continham ingredientes com níveis elevados de polissacarídeos não amiláceos, entretanto, algumas pesquisas têm demonstrado bons resultados com a inclusão de enzimas exógenas em dietas à base de cereais com baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja), com uma melhora na digestão e absorção de nutrientes como a proteína e o amido (Fialho, 2003; Albino et al., 2007).

Lecznieski (2006) relatou que todas as reações bioquímicas que ocorrem nos organismos vivos são catalisadas por alguma enzima. Segundo Lehninger (2005), as enzimas são proteínas diferenciadas e altamente especializadas, além de possuírem como característica principal um elevado grau de especificidade. As enzimas atuam sobre substratos específicos conforme condições de temperatura, pH e umidade, em um tempo definido (Lehninger, 2005; Lecznieski, 2006).

Esses catalizadores, por serem proteínas, podem se tornar ineficazes quando inativadas ou desnaturadas. Diversos fatores podem contribuir para a desnaturação enzimática, como por exemplo, calor excessivo, presença de metais pesados, ácidos, agentes oxidantes, minerais e vitaminas, sendo que a maioria desses podem ser encontrados em premixes (Classen & Bedford, 1991; Nagashiro, 2007).

De acordo com Strada et al. (2005), além desses fatores, outros elementos influenciam a atividade das enzimas no organismo animal, dentre eles está o processamento da ração, tipo de ingrediente utilizado na dieta, comprimento do trato gastrointestinal e concentração do produto. Cardoso (2009) relatou que essas enzimas, no trato digestório, são ativadas ao se misturarem aos fluidos digestivos.

São dois os principais objetivos da inclusão de enzimas exógenas na alimentação de animais não ruminantes: complementar a insuficiente produção de algumas enzimas endógenas como amilases e proteases, e fornecer enzimas que os animais não conseguem sintetizar, como celulasas, por exemplo (Fischer, 2002; Penz Jr, 1998). Dessa forma, enzimas exógenas podem contribuir positivamente para a melhoria da digestão e absorção dos nutrientes que não seriam absorvidos, e ainda, reduzir os efeitos negativos de fatores antinutricionais causados pelos polissacarídeos não amiláceos (Araujo, 2005; Fischer, 2002).

De acordo com Viana (2009), a secreção das enzimas endógenas é ativada pela presença do substrato, entretanto, existem enzimas que mesmo com a presença do substrato no bolo alimentar, não são secretadas pelas aves. São essas as hemicelulases, pentonases, celulases, galactosidases, xilanase, fitase e β -glucanase.

A inclusão de enzimas exógenas em dietas para frangos de corte tem sido considerada uma alternativa para o aumento da eficiência alimentar e para a redução dos custos de produção. De acordo com Tavernari et al. (2008), a utilização de complexos enzimáticos nas dietas para frangos de corte é cada vez mais empregado com bons resultados na redução de fatores antinutricionais, como polissacarídeos não amiláceos.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte visa reduzir os efeitos negativos de fatores antinutricionais, suplementar a atividade enzimática endógena, degradar estruturas químicas específicas, reduzir a viscosidade da dieta, suplementar a atividade enzimática insuficiente em animais jovens e diminuir a quantidade de nutrientes que seriam eliminados nas excretas (Lima, 2005; Sheppy, 2001; Conte et al., 2002).

Segundo Bedford (2000), as enzimas exógenas que são utilizadas em dietas para frangos de corte são divididas em três grupos, de acordo com a sua função: enzimas para degradar o ácido fítico dos ingredientes, enzimas utilizadas para alimentos que proporcionam alta viscosidade a dieta (farelo de arroz, centeio, cevada e trigo) e enzimas para ingredientes de baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja). Sendo que os dois últimos grupos são pertencentes às enzimas carboidrases.

Sorbara (2008) relatou que até o momento a fitase é a enzima mais estudada. Contudo, as enzimas β -glucanases e xilanases apresentam resultados positivos quando utilizadas em dietas com altos níveis de polissacarídeos não amiláceos (cevada, aveia, trigo e centeio). O emprego dessas enzimas em dietas contendo elevado teor de PNAs gerou grande expectativa entre os nutricionistas em relação ao uso das mesmas, em dietas contendo alimentos rotineiros de baixo teor de PNAs.

Os avanços da biotecnologia e o maior conhecimento dos substratos permitiram o desenvolvimento de enzimas como a glucanase e xilanase, que degradam os polissacarídeos não amiláceos. A utilização dessas enzimas torna

possível um melhor aproveitamento da energia metabolizável dos grãos viscosos (Viana, 2009).

De acordo com Viana (2009) e Campestrini et al. (2005), as enzimas também reduzem a contaminação ambiental pelos dejetos, uma vez que quando adicionadas as dietas diminuem a excreção de nutrientes, tais como fósforo, zinco, cobre e nitrogênio. Persia et al. (2002) relatou que, além da degradar os polissacarídeos não amiláceos, as enzimas exógenas contribuem positivamente, quando os oligossacarídeos resultantes da degradação desses PNAs agem como prebióticos no ceco.

Para perder a capacidade de retenção de água e diminuir a viscosidade da dieta, é necessário que os polissacarídeos não amiláceos solúveis, através da ação enzimática, sejam decompostos em unidades menores. A capacidade de digestão dos ingredientes aumenta com a redução da viscosidade da dieta, e como consequência potencializa a ação enzimática sobre os substratos. A redução da viscosidade do bolo alimentar também tem um efeito positivo sobre a velocidade de transito intestinal e diminui a quantidade de água nas fezes. Como consequência melhora a qualidade da cama na produção de frangos de corte (Opalinsk, 2006).

De acordo com Classen & Bedford (1991), conseguir manter satisfatório o nível de atividade da enzima em questão é um fator a se considerar na suplementação das dietas para obtenção de respostas positivas.

De acordo com Fortes et al. (2012) atualmente, as enzimas de maior comercialização disponíveis no mercado são as fitases, proteases e carboidrases. As carboidrases possuem como substratos, o amido, β -glucanos, celulose, arabinoxilanos, hemicelulases e as pectinas, que respectivamente são degradadas pela amilase, β -glucanases, celulasas, arabinoxilanases, hemicelulases e pectinases.

De acordo com Araujo et al. (2005), a eficiência na suplementação enzimática depende diretamente do conhecimento do substrato. Assim, a adição das enzimas deve ser de acordo com a quantidade de substrato, ou seja, para que a suplementação enzimática apresente resultados positivos é importante que a enzima adicionada seja específica para o ingrediente utilizado.

O conhecimento a respeito dos possíveis substratos a serem clivados é outro fator importante na suplementação com enzimas exógenas, além das condições ambientais, que limitam a capacidade catalítica em que ocorrem as reações (Lecznieski, 2006; Lima et al., 2002). Dessa forma, de acordo com Borges

(2005), as carboidrases podem atuar sobre os xilanos (paredes celulares) presentes no milho e na soja sobre as pectinas, oligossacarídeos (rafinose e estaquiose).

De acordo com Araujo (2005), outro fator que pode potencializar os efeitos positivos sobre a digestibilidade dos ingredientes é a combinação de mais de uma enzima na dieta. Dourado (2008) relatou que, dessa forma pode-se melhorar o desempenho das aves, pois as enzimas agem de forma sinérgica e, degradam os componentes que posteriormente serão clivados por outras enzimas adicionadas ao complexo, ou mesmo pela ação de enzimas endógenas.

No Quadro 1 estão apresentados os principais efeitos das enzimas exógenas utilizadas na nutrição de frangos de corte.

Quadro 1. Efeito de enzimas exógenas utilizadas em frangos de corte

Enzima	Substrato	Efeito
Xilanases	Arabinoxilanas	Redução da viscosidade da digesta intestinal
Glucanases	Betaglucanas	Redução da viscosidade da digesta intestinal
Pectinases	Pectinas	Redução da viscosidade da digesta intestinal
Celulases	Celulose	Aumento da digestibilidade da matéria seca
Proteases	Proteínas	Suplementação de enzimas endógenas Maior digestibilidade dos nutrientes
Amilases	Amido	Suplementação de enzimas endógenas Maior digestibilidade dos nutrientes
Fitases	Ácido Fítico	Aumento na utilização do fósforo vegetal Remoção do fósforo fítico

Adaptado de Marquardt (1997).

De acordo com Albino et al. (2007), em formulações de dietas para frangos de corte, comumente é recomendado a utilização de um *pool* de enzimas contendo amilases, xilanases, fitases, proteases, dentre outras. No entanto, algumas vezes este *pool* pode provocar resultados duvidosos, isso devido ao não conhecimento do efeito das interações entre essas enzimas, somado à dificuldade em se determinar a quantidade de polissacarídeos não amiláceos presentes nos ingredientes.

2.3.2. Xilanase

A enzima xilanase é sintetizada a partir dos fungos *Trichoderma longibrachiatum* e o *Aspergillus sp.* Essa enzima libera xilo-oligômeros quando rompe as ligações das paredes celulares dos cereais e, como consequência, permite uma melhor ação de enzimas endógenas sobre a degradação de outros nutrientes como lipídeos, proteínas e carboidratos (Viana, 2009; Kulkarni et al., 1999).

De acordo com Zanella (1998), a xilanase pode atuar desde o início do trato gastrointestinal até a sua porção final que ocorre no íleo. Essa característica positiva ocorre pelo amplo perfil de pH em que essa enzima pode atuar, que vai de 3,5 a 6,5. Giacometti (2002), Kulkarni et al. 1999 e Coughlan & Hazlewood (1993) relataram que a xilanase atua na hidrólise das ligações β -1,4 presentes nos polímeros da xilana vegetal (componentes da hemicelulose). As hemiceluloses são formadas por uma variedade de resíduos de açúcares e sua degradação completa necessita da ação de um conjunto de enzimas específicas. Segundo Onysko (1993), apenas 20-25 % da xilana presente nas hemiceluloses pode ser decomposta pelas xilanases.

A xilanase é bastante utilizada em países europeus devido ao emprego de ingredientes com ao alto teor de polissacarídeos não amiláceos na dieta, como trigo, centeio, cevada e aveia. A função da xilanase, nessas dietas, é de reduzir sua viscosidade por meio da degradação de arabinoxilanas, polissacarídeo não amiláceo mais importante presente nos grãos (Sens, 2009).

Segundo Conte et al. (2003) e Campbell & Bedford (1992), a redução da viscosidade de dieta contendo farelo de arroz melhora a conversão alimentar dos animais. Os melhores resultados foram encontrados no período de 1 a 21 dias de idade, o que indica que as enzimas carboidrases, entre elas a xilanase, apresentaram maior eficiência na fase inicial de frangos de corte.

2.3.3. Amilase

De acordo com Minafra (2007), a α -amilase pode ser obtida a partir dos fungos *Aspergillus sp.* e *Cryptococcus sp.* As amilases são enzimas que degradam o amido em produtos menores, como, dextrinas e polímeros compostos por unidades de glicose (Windish, 1965 apud Gupta et al., 2003).

Segundo Wiseman (2006), as aves não secretam a enzima α -amilase salivar. Sendo assim, o pâncreas é o órgão responsável por secretar a enzima que tem a função de degradar o amido. Essa enzima decompõe o amido em oligossacarídeos, que posteriormente são hidrolisados pela ação complementar de enzimas presentes na borda em escova (glicoamilases). O produto final da digestão do amido é a glicose (Vieira, 2002).

A enzima principal que participa da degradação do amido é α -amilase. Esta enzima hidrolisa as ligações glicosídicas α -1,4, o que resulta em uma série de oligossacarídeos, que posteriormente serão degradados e absorvidos por enzimas presentes na borda em escova (Vieira, 2002). De acordo com Jobling (1994), a presença de carboidratos ou de compostos resultantes de sua degradação pode ocasionar em aumento na produção de amilase pelo pâncreas, no trato gastrointestinal das aves.

De acordo com Gupta et al. (2003), as amilases podem ser classificadas pelo o seu mecanismo de ação ou quanto ao tipo de ligações que hidrolisam. Quanto ao mecanismo de ação, podem ser classificadas como endoamilases, que clivam ligações glicosídicas de forma aleatória no interior do polímero, ou exoamilases, que hidrolisam, sucessivamente, ligações glicosídicas a partir da extremidade não-redutora da molécula.

A digestão do amido em frangos de corte tem início no duodeno e se completa até o final do intestino delgado. O suco pancreático contém de 5 a 30 % de amilases, que degradam o amido e seus remanescentes até maltose e glicose. Enzimas presentes na borda em escova da mucosa intestinal finalizam a digestão decompondo a sacarose e a maltose até frutose e glicose, que por fim são absorvidas (Minafra, 2007).

3. REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, P.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SÁ, L.M. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.128-134, fev, 2004.
- ALBINO, L.T.F.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.6, p.1047-1058, dez,1992.
- ALBINO, L.F.T.; BÜNZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: VII seminário de aves e suínos, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: VII seminário de aves e suínos, 2007. p. 73-90.
- ARAUJO, D.M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangas e poedeiras**. 2005. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- ARAÚJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, M.R.; LIMA, C.B. Uso de Aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasília**, Mossoró, v. 1, n. 3, p. 69-77, 2007.
- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.90, p.3-20, 2001.
- BEDFORD, M.R.; CLASSEN, H.L.; CAMPBELL, G.L. The effect of pelleting, salt and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broilers fed rye-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 1571, 1991.
- BEDFORD, M.R. The effects of enzymes on digestion. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.370-378, 1996.
- BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition: their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 1-13, 2000.
- BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; FIALHO, E. T. Utilização do milho QPM (quality protein maize) para aves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 434-440, 1999.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301.
- BERTECHINI, A.A.G.; BRITO, J.A.A. Utilização correta das enzimas em rações de aves. In: II Fórum Internacional de Avicultura, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: II Fórum Internacional de Avicultura, 2007. p. 237-240.

- BORGES, C.A.Q. Avanços nutricionais para otimização de resultados na avicultura. Fórum internacional de avicultura, 1., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Animal World, 2005. p. 185-193.
- BRENES, A. Influencia de la adición de enzimas sobre o valor nutritivo de las raciones en la alimentación aviar. **Selecciones avícolas**, Salamanca, p.787-794, 1992.
- BROZ, J.; OLDALE P.; PERRIN-VOLTZ A.H.; RYCHEN G.; SCHULZE J.; NUNES C.S. Effect of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **Poultry Science**, Champaign, v.73, n.1, p.273-280, 1994.
- BRUM, P.A.R.; AVILA, V S.; LIMA, G.J M.M. Efeito da utilização de alfa-amilase em dietas a base de milho e farelo de soja na digestibilidade da energia das rações e no desempenho de frangos de corte. Embrapa. **Comunicado técnico**. Concórdia, n. 425, 2006.
- CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 72, n.2, p. 449-466, 1992.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 2, n. 6, p. 259-272, 2005.
- CARDOSO, D.M. **Carboidrases em rações para frangos de corte**. 2009. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.
- CARVALHO, D.C.O. **Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento**. 2002. 90f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CHOCT, M.; ANNISON, G. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens. Role of viscosity and gut microflora. **British Poultry Science**, v.33, p.821-834, 1992.
- CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**. June: 13-26. 1997.
- CLASSEN, H.L.; BEDFORD, M.R. The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feed. In: HARESION, W.; COLO, D.J.A. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Butterworth Heinemann: Surrey, p.95-116, 1991.
- CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E T.; MUNIZ, J A. 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, 2002.
- CONTE, A.J. TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A.G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas

- de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 32, n. 5, 2003.
- COUGHLAN, M.P.; HAZLEWOOD, G.P. Beta-1,4-D-xylan-degrading enzyme systems: biochemistry, molecular biology and applications. **Biotechnology and Applied Biochemistry**, Great Britain, v.17, p.259-289, 1993.
- DOMENE, S.M.A. **Estudo do valor nutritivo mineral do farelo de arroz. Utilização do zinco, ferro, cobre e cálcio pelo rato em crescimento**. 1996. 104p. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DOURADO, L.R.B. **Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte**. 2008. 94 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- DURIGAN, J.F. Fisiologia da digestão e absorção das aves. In: **Fatores antinutricionais**. Coleção Facta, Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. p.127-158. 1994.
- FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. Simpósio internacional de produção de não ruminantes; reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.85-113.
- FIALHO, E.T. Alimentos alternativos para suínos. Simpósio Brasileiro de Nutrição Animal. Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: Editora Gráfica Universitária, p. 35-98. 2003.
- FISCHER, G.; MAIER J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2002; 31(1): 402-10 (suplemento).
- FORTES, B.D.A.; CAFE, M.B.; STRINGHINI, J.H.; BRITO, J.A.G.; REZENDE, P.L.P.; SILVA, R.D. 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, jan./mar. 2012.
- GIACOMETTI, R.A. **Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes do farelo de arroz integral suplementado com complexos enzimáticos para frangos de corte**. 2002. 54p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- GRACIA, M.I.; ARANÑABAR, M.J.; LAZARO, R. et al. α -amilase supplementation of broiler diets base on corn. **Poultry Science**, v.82, p.436-442, 2003.
- GUPTA, R., MOHAPATRA, H., GOSWAMI, V. K., CHAUHAN, B. Microbial α -Amylases: a Biotechnological Perspective. **Process Biochemistry**. Jan. 2003. p. 1- 18.
- JOBLING, M. **Fish Bioenergetics**. London: Chapman; Hall, 309 p., 1994.

- KOCHER, A.; CHOCT, M.; BROZ, J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. **British Poultry Science**, v.43, p. 54-63, 2002.
- KULKARNI, N.; SHENDYE, A.; RAO, M. Molecular and biotechnological aspects of xylanases. **FEMS Microbiology**, 1999. v.23, p.411-456.
- LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: V seminário Internacional de aves e suínos, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006, p. 34-46.
- LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**, 4 .ed. São Paulo: Ed. Savier, 2005.
- LIMA, A.C.F.; MACARI, M.; PIZAULO JÚNIOR, J. M. Atividade enzimática pancreática de frangos de corte alimentados com dietas contendo enzima ou probiótico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 187-193, 2002.
- LIMA, F.R. Aditivos zootécnicos: enzimas. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.I. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: ROCA, 2005. p. 239-248.
- MAHAGNA, M.; NIR, I.; LARBIER, M. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. **Reproduction Nutrition Development**, v.35, p.201-212, 1995.
- MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 302-305, 2001.
- MARQUARDT, R. R. Enzyme enhancement of the nutritional value of cereals: role of viscous, water-soluble, nonstarch polysaccharides in chick performance In: MARQUARDT, R.R.; HAN Z. (Ed.) **Enzymes in poultry and swine nutrition**. Ottawa: IDRC. 1997. cap. 2, p. 5-18.
- MINAFRA, C.S. **Produção e suplementação com α -amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003 na dieta de frangos de corte de um a 21 dias de idade**. 2007. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NAGASHIRO, C. 2007. Enzimas en la nutrición de aves. **Apinco 2007 de Ciência e Tecnologia avícolas**. 2007. p. 309-328.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**. v. 74 p. 366-373. 1995.
- ONYSKO, K.A. Biological bleaching of chemical pulps: a review. **Biotechnology Advances** 11 (2): p.179-198, 1993.
- OPALINSKI, M. **Utilização de enzima e soja integral em rações para frangos formuladas com ingredientes alternativos com base em aminoácidos digestíveis e totais**. 2006. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- PEIXOTO, R.R.; MAIER, J.C. Aditivos. **Nutrição e Alimentação Animal**. 2. ed. Pelotas: EDUCAT/UFPel, 1993. p. 125-130.
- PENZ JR, A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.165-178.
- PERSIA, M.E.; DEHORITY, B.A.; LILBURN M.S. The effects of enzyme supplementation of corn- and wheat-based diets on nutrient digestion and cecal microbial populations in turkeys. **Journal Applied Poultry Research**, v.11, p.134-145, 2002.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; BARBOZA, W.A.; TOLEDO, R.S. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n.1, p.171-182, 2003.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011. 252p.
- RUIZ, U. S.; THOMAZ, M. C.; HANNAS, M. I. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 458-468, 2008.
- SANTOS Jr, A.A.; FERKET, P.R.; GRIMES, J.L. Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.1, p.33-45, 2004.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p.
- SENS, R.F. **Avaliação da suplementação das enzimas xilanase e β -mananase em rações para perus**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SHEPPY, C. The current feed enzyme market and likely trends. **Enzyme In: Farm Animal Nutrition**, CABI, New York, p.01-10, 2001.
- SILVA, C.S.; **Composição química e energia metabolizável de milho segregado pela mesa gravimétrica e sua utilização na formulação de ração para frangos de corte**. 2009. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 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.

- SORBARA, J.O.B. **Carboidrases em programas enzimáticos de rações para frangos de corte**. 2008. 68 f. Tese (Doutor em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SOTO-SALANOVA, M. **The use of enzyme to improve the nutritional value of corn-soy diets for poultry and swine**. Simpósio latino-americano de nutrição de suínos e aves, 1996, Campinas, 1996. p. 1-13.
- SOUZA, R.M. **Uso de complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte**. 2005. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.
- TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.D. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 5, n. 5, p.673-689, 2008.
- TESTER, R.F.; KARKALAS, J.; XIN, Q.I. Starch composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Starch**, v.39, p.151–165, 2004.
- THORPE, J.; BEAL, J. D. Vegetable protein meals and the effects of enzymes. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. London: Cab International, 2001. p. 125-143.
- TORRES, D.M. **Suplementação de rações para frango de corte com protease, amilase e xilanase**. 1999, 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- TORRES, D.M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves**. 2003. 172p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual**, 2012.
- VIANA, M.T.S. **Suplementação de enzimas em dietas de poedeiras comerciais em postura**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- VIEIRA, S.L. Carboidratos: digestão e absorção. In: MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZÁLES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. cap. 9, p.125-133.
- WINDISH W. W, MHATRE NS. Microbial amylases. In: Wayne WU, editor. **Advances in applied microbiology**. New York: Academic Press, v. 71 p.273-304.
- WISEMAN, J. Variations in starch digestibility in non-ruminants. **Animal feed Science Technology**, Amsterdam, v. 130, p. 66-77, 2006.

ZANELLA, I. **Efeito da suplementação de enzimas em dietas a base de milho e soja processadas sobre a digestibilidade e desempenho de frangos de corte.** 1998. 179 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CAPÍTULO II

INCLUSÃO DE XILANASE E AMILASE NA RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE

Elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Resumo

Avaliou-se o efeito da adição das enzimas digestivas exógenas, amilase e xilanase, em dietas a base de milho e farelo de soja sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 800 pintos machos de linhagem comercial, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos, 10 repetições e 10 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram determinados a partir de duas dietas experimentais, um controle positivo e um controle negativo, com diferentes inclusões das enzimas amilase e xilanase, ficando assim descritos: 1 – Controle positivo (CP); 2 – Controle negativo com redução de 125 kcal/kg de energia metabolizável na dieta (CN); 3 – CN + 50g/ton de xilanase; 4 – CN + 100g/ton de xilanase; 5 – CN + 150g/ton de xilanase; 6 – CN + 200g/ton de xilanase; 7 – CN + 300g/ton de amilase; 8 – CN + 300g/ton de amilase + 100g/ton de xilanase. Foram avaliados o peso final, o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar para todas as fases, além do índice de eficiência produtiva e a viabilidade criatória no período de 1 a 42 dias de idade. O uso das enzimas amilase e xilanase não influenciaram significativamente as variáveis de consumo de ração e viabilidade criatória aos 42 dias de idade. Para as variáveis peso final, ganho de peso e conversão alimentar, as aves que consumiram a dieta controle positivo obtiveram desempenho superior aos das aves nos demais tratamentos. Para as variáveis índice de eficiência produtiva e conversão alimentar houve efeito, sendo que as aves dos tratamentos controle positivo apresentaram desempenho superior às aves dos tratamentos controle negativo + 200 g de xilanase e controle negativo + 300 g de amilase. As enzimas exógenas estudadas, não são eficientes em recuperar os valores energéticos das rações experimentais com valores energéticos reduzidos.

Palavras-chave: carboidratos, desempenho, enzimas, polissacarídeos.

Abstract

The experiment was conducted to evaluate the effect of addition of exogenous digestive enzymes amylase and xylanase in diets based on corn and soybean meal on the performance of broilers from 1 to 42 days old. Were used 800 male chicks of commercial, were distributed in a completely randomized design with eight treatments, 10 replicates of 10 birds per experimental unit. The treatments were determined from two experimental diets, a positive control and a negative control with different additions of amylase and xylanase, thus outlined: 1 - positive control (CP) 2 - Negative control with 125 kcal less in the diet (CN) 3 - + CN 50g/ton xylanase; 4 - CN + 100g/ton xylanase; 5 - CN + 150g/ton xylanase; 6 - CN + 200g/ton xylanase; 7 - CN + 300g/ton amylase; 8 - CN + 300g/ton 100g/ton amylase + xylanase. We evaluated final weight, weight gain, feed intake, feed conversion, the rate of production efficiency and production viability during 1-42 days of age. The use of amylase and xylanase did not significantly variables of feed intake and production viability at 42 days. For final weight, weight gain and feed the birds fed the positive control diet had outperformed the birds of the other treatments. For variables productive efficiency and feed conversion was no effect, and the birds of the positive control treatments were superior to the birds of treatments negative control + 200 g of xylanase and negative control + 300 g of amylase. Exogenous enzymes studied, are not efficient in recovering energy values of experimental diets with reduced energy values.

Keywords: carbohydrases, enzymes, performance, polysaccharides.

Introdução

O milho e o farelo de soja são os alimentos mais utilizados na nutrição de frangos de corte e suínos. A grande utilização desses ingredientes ocorre devido a sua disponibilidade no mercado e, sobretudo, pelo valor nutricional dos mesmos, pois são ricos em energia e em aminoácidos essenciais.

Apesar da utilização dos nutrientes contidos no milho e farelo de soja ser considerada alta, o conteúdo nutricional desses ingredientes não é utilizado em sua totalidade. Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes nas paredes celulares desses ingredientes são considerados fatores antinutricionais, quando utilizados na alimentação de animais não-ruminantes. Dessa forma, restringem a capacidade de utilização dos nutrientes por esses animais (Cardoso, 2009).

A adição de enzimas exógenas em dietas para não ruminantes visa complementar a insuficiente produção de alguns desses catalizadores endógenos como amilases e proteases, e segundo, fornecem determinadas enzimas que os animais não conseguem produzir, como celulases por exemplo.

As enzimas exógenas têm sido utilizadas por melhorarem o valor nutricional nas rações que utilizam farelo de trigo, arroz e cevada, uma vez que estes ingredientes apresentam altos valores de PNAs. Esses catalizadores atuam na redução da viscosidade da dieta causada pelos PNAs, e ainda, auxiliam na digestão e absorção de todas as macromoléculas que requerem hidrólise enzimática, o que eleva o desempenho das aves (Fischer et al, 2002).

Inicialmente, enzimas exógenas eram utilizadas apenas em dietas que continham ingredientes com níveis elevados de PNAs. Entretanto, são demonstrados resultados satisfatórios com a inclusão de enzimas exógenas em dietas à base de cereais com baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja), com

a apresentação de melhora na digestão e na absorção de nutrientes como a proteína e o amido (Fialho, 2003; Albino et al., 2007).

As aves são desprovidas de enzimas capazes de hidrolisar os PNAs. Assim, enzimas exógenas têm sido incorporadas às dietas de frangos de corte com o objetivo de melhorar a digestibilidade dos nutrientes considerados de baixa qualidade. Isso possibilita um melhor retorno econômico, além de reduzir as perdas de nutrientes nas fezes.

Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da adição das enzimas xilanase e amilase em dietas à base de milho e farelo de soja com a redução da energia metabolizável sobre o desempenho de frangos de corte machos na fase de a 1 a 42 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de avicultura do Centro de Tecnologia Animal Ltda, situado no município de Domingos Martins – ES, no período de 18 de março a 29 de abril de 2013. Foram utilizados 800 pintinhos de corte, de um dia de idade, de linhagem comercial, com peso médio inicial de $45,53 \pm 1,08$ g.

O galpão experimental possui piso de cimento, cobertura de telha tipo fibrocimento sem amianto e pé direito de 3,0 m, muretas laterais de alvenaria (0,5 m de altura), fechado lateralmente com tela de arame (malha de 2,8 cm) e cortinas externas reguláveis de polietileno trançado. As aves foram distribuídas em 80 boxes metálicos de 1,8 x 1,0 m ($1,80 \text{ m}^2$), com cobertura de 10 cm de maravalha, equipados com bebedouros automáticos tipo *niple* e comedouros tubulares com capacidade para 12 Kg de ração cada (Figura 1).



Figura 1. Instalação experimental para frango de corte do CTA.

Foi utilizado um programa de luz de 24 horas (natural + artificial) durante todo o período experimental. A manutenção do conforto térmico das aves foi realizada ajustando a temperatura no interior do galpão por meio de aquecedores a gás, até os 14 dias de idade. Após esse período o controle da temperatura foi feito com o manejo de cortinas e utilização de ventiladores.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos, 10 repetições e 10 aves por unidade experimental. A distribuição dos animais foi realizada de forma a minimizar a variação entre as unidades experimentais, de forma que a diferença entre os tratamentos não fossem superior a 5%.

Foram adotadas quatro fases de criação para troca das dietas, de acordo com a idade das aves, sendo a fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade); fase inicial (8 a 21 dias de idade); fase crescimento 1 (22 a 33 dias de idade) e fase crescimento 2 (34 a 42 dias de idade).

Foram formuladas duas dietas experimentais base que consistiram em um controle positivo e um controle negativo. A dieta controle positivo foi formulada para atender as exigências nutricionais de acordo com Rostagno et al. (2011). Na dieta denominada controle negativo houve redução de 114 kcal de energia metabolizável

(EM) para a fase pré-inicial e de 125 kcal de EM para as demais fases, por meio da redução do óleo e do milho das dietas para todas as quatro fases.

Os tratamentos foram determinados a partir das dietas experimentais e a inclusão das enzimas xilanase e amilase, sendo estabelecidos conforme descrição a seguir:

Tratamento 1: Dieta Controle positivo (DCP);

Tratamento 2: Dieta Controle negativo (DCN);

Tratamento 3: DCN + inclusão de 50g/ton de xilanase;

Tratamento 4: DCN + inclusão de 100g/ton de xilanase;

Tratamento 5: DCN + inclusão de 150g/ton de xilanase;

Tratamento 6: DCN + inclusão de 200g/ton de xilanase;

Tratamento 7: DCN + inclusão de 300g/ton de amilase;

Tratamento 8: DCN + inclusão de 300g/ton de amilase + 100g/ton de xilanase.

Quando as enzimas foram adicionadas às dietas realizou-se a retirada do caulim em quantidade proporcional a inclusão desses complexos enzimáticos.

A composição das dietas experimentais para as fases pré-inicial, inicial, crescimento 1 e crescimento 2 são apresentadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. As rações e água foram fornecidas a vontade durante todo o período experimental.

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)

Ingrediente	Inclusão, %	
	Controle positivo	Controle negativo
Milho	56,114	55,500
Farelo de Soja 46 %	39,100	39,200
Fosfato Bicálcico	1,150	1,150
Oleo de Soja	1,100	-
Calcário calcítico	1,050	1,050
Sal comum	0,350	0,350
Bicarbonato Sódio	0,229	0,230
Inerte (Caulim)	-	1,600
DL-Metionina 99 %	0,326	0,327
L-Lisina HCl 78 %	0,208	0,208
L-Treonina 98 %	0,063	0,063
Cloreto de Colina 60%	0,060	0,060
Enramicina	0,013	0,013
Sulfato de Colistina 8%	0,015	0,015
Salinomicina 12%	0,055	0,055
Fitase	0,010	0,010
Premix vitamínico ¹	0,120	0,120
Premix mineral ²	0,050	0,050
<i>Composição calculada</i>		
Energia Metabolizável, kcal/kg	2.950	2.836
Proteína Bruta, %	23,14	23,14
Arginina Digestível, %	1,456	1,457
Lisina Digestível, %	1,300	1,300
Metionina Digestível, %	0,630	0,631
Metionina + Cistina Digestíveis, %	0,938	0,938
Treonina Digestível, %	0,845	0,845
Triptofano Digestível, %	0,257	0,257
Isoleucina Digestível, %	0,904	0,904
Leucina Digestível, %	1,768	1,766
Valina Digestível, %	0,974	0,974
Cálcio, %	0,950	0,950
Fósforo Disponível, %	0,480	0,480
Sódio, %	0,220	0,220
Potássio, %	0,945	0,945
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	235,3	235,5

¹Enriquecimento, por kg de ração: Vit. A (mín.) – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 (mín) - 2.500.000,00 UI; Vit. E (mín) - 20.000,00 UI; Vit. K3 (mín) – 2500,00 mg; Vit. B1 (mín) – 1.500,00 mg; Vit. B2 (mín) – 6.000,00 mg; Vit. B6 (mín) – 3.000,00 mg; Vit. B12 (mín) – 12.000,00 mcg; Ácido pantotênico (mín) – 12 g; Niacina (mín) – 25 g; Ácido fólico (mín) – 800,00 mg, Biotina (mín) – 60,00 mg; Selênio (mín) – 250,00 mg; BHT - 5 mg.

²Enriquecimento, por kg de ração: Cobre (mín) - 20 g; Ferro (mín) - 100 g; Manganês - 160 g; cobalto – 2.000,00 mg; iodo – 2.000,000 mg; Zinco (mín) – 100 g.

Tabela 2. Composição percentual das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade)

Ingrediente	Inclusão, %	
	Controle positivo	Controle negativo
Milho	61,900	61,700
Farelo de Soja 46 %	33,300	33,300
Fosfato Bicálcico	0,900	0,900
Oleo de Soja	1,500	0,200
Calcário calcítico	1,000	1,000
Sal comum	0,350	0,350
Bicarbonato Sódio	0,218	0,218
Inerte (Caulim)	-	1,500
DL-Metionina 99 %	0,288	0,288
L-Lisina HCl 78 %	0,222	0,222
L-Treonina 98 %	0,057	0,057
Cloreto de Colina 60%	0,060	0,060
Enramicina	0,013	0,013
Sulfato de Colistina 8%	0,015	0,015
Salinomicina 12%	0,055	0,055
Fitase	0,010	0,010
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050
<i>Composição calculada</i>		
Energia Metabolizável, kcal/kg	3.050	2.925
Proteína Bruta, %	20,89	20,89
Arginina Digestível, %	1,289	1,289
Lisina Digestível, %	1,170	1,170
Metionina Digestível, %	0,568	0,568
Metionina + Cistina Digestíveis, %	0,850	0,850
Treonina Digestível, %	0,762	0,762
Triptofano Digestível, %	0,226	0,226
Isoleucina Digestível, %	0,804	0,805
Leucina Digestível, %	1,632	1,631
Valina Digestível, %	0,877	0,877
Cálcio, %	0,850	0,857
Fósforo Disponível, %	0,420	0,420
Sódio, %	0,217	0,217
Potássio, %	0,845	0,845
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	210,0	210,0

¹Enriquecimento, por kg de ração: Vit. A (mín.) – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 (mín) - 2.500.000,00 UI; Vit. E (mín) - 20.000,00 UI; Vit. K3 (mín) – 2500,00 mg; Vit. B1 (mín) – 1.500,00 mg; Vit. B2 (mín) – 6.000,00 mg; Vit. B6 (mín) – 3.000,00 mg; Vit. B12 (mín) – 12.000,00 mcg; Ácido pantotênico (mín) – 12 g; Niacina (mín) – 25 g; Ácido fólico (mín) – 800,00 mg, Biotina (mín) – 60,00 mg; Selênio (mín) – 250,00 mg; BHT - 5 mg.

²Enriquecimento, por kg de ração: Cobre (mín) - 20 g; Ferro (mín) - 100 g; Manganês - 160 g; cobalto – 2.000,00 mg; iodo – 2.000,000 mg; Zinco (mín) – 100 g.

Tabela 3. Composição percentual das dietas experimentais para frangos de corte na fase crescimento 1 (22 a 33 dias de idade)

Ingrediente	Inclusão, %	
	Controle positivo	Controle negativo
Milho	65,300	65,000
Farelo de Soja 46 %	29,500	29,600
Fosfato Bicálcico	0,700	0,700
Oleo de Soja	2,300	1,000
Calcário calcítico	0,950	0,950
Sal comum	0,350	0,350
Bicarbonato Sódio	0,100	0,100
Inerte (Caulim)	-	1,500
DL-Metionina 99 %	0,252	0,252
L-Lisina HCl 78 %	0,209	0,209
L-Treonina 98 %	0,040	0,040
Cloreto de Colina 60%	0,060	0,060
Enramicina	0,013	0,013
Sulfato de Colistina 8%	0,015	0,015
Salinomicina 12%	0,055	0,055
Fitase	0,010	0,010
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050
<i>Composição calculada</i>		
Energia Metabolizável, kcal/kg	3.150	3.025
Proteína Bruta, %	19,42	19,42
Arginina Digestível, %	1,182	1,183
Lisina Digestível, %	1,070	1,070
Metionina Digestível, %	0,517	0,517
Metionina + Cistina Digestíveis, %	0,782	0,782
Treonina Digestível, %	0,695	0,695
Triptofano Digestível, %	0,206	0,206
Isoleucina Digestível, %	0,741	0,741
Leucina Digestível, %	1,543	1,542
Valina Digestível, %	0,815	0,815
Cálcio, %	0,780	0,780
Fósforo Disponível, %	0,380	0,380
Sódio, %	0,185	0,185
Potássio, %	0,781	0,781
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	182,1	182,2

¹Enriquecimento, por kg de ração: Vit. A (mín.) – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 (mín) - 2.500.000,00 UI; Vit. E (mín) - 20.000,00 UI; Vit. K3 (mín) – 2500,00 mg; Vit. B1 (mín) – 1.500,00 mg; Vit. B2 (mín) – 6.000,00 mg; Vit. B6 (mín) – 3.000,00 mg; Vit. B12 (mín) – 12.000,00 mcg; Ácido pantotênico (mín) – 12 g; Niacina (mín) – 25 g; Ácido fólico (mín) – 800,00 mg, Biotina (mín) – 60,00 mg; Selênio (mín) – 250,00 mg; BHT - 5 mg.

²Enriquecimento, por kg de ração: Cobre (mín) - 20 g; Ferro (mín) - 100 g; Manganês - 160 g; cobalto – 2.000,00 mg; iodo – 2.000,000 mg; Zinco (mín) – 100 g.

Tabela 4. Composição percentual das dietas experimentais para frangos de corte na fase crescimento 2 (34 a 42 dias de idade)

Ingrediente	Inclusão, %	
	Controle positivo	Controle negativo
Milho	68,200	68,000
Farelo de Soja 46 %	26,800	26,900
Fosfato Bicálcico	0,500	0,500
Oleo de Soja	2,500	1,100
Calcário calcítico	0,850	0,850
Sal comum	0,350	0,350
Bicarbonato Sódio	0,081	0,082
Inerte (Caulim)	-	1,500
DL-Metionina 99 %	0,232	0,232
L-Lisina HCl 78 %	0,204	0,204
L-Treonina 98 %	0,031	0,031
Cloreto de Colina 60%	0,060	0,060
Enramicina	0,013	0,013
Sulfato de Colistina 8%	0,015	0,015
Salinomicina 12%	0,055	0,055
Fitase	0,010	0,010
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050
<i>Composição calculada</i>		
Energia Metabolizável, kcal/kg	3,200	3,075
Proteína Bruta, %	18,36	18,36
Arginina Digestível, %	1,104	1,104
Lisina Digestível, %	1,000	1,000
Metionina Digestível, %	0,487	0,487
Metionina + Cistina Digestíveis, %	0,740	0,740
Treonina Digestível, %	0,650	0,650
Triptofano Digestível, %	0,192	0,192
Isoleucina Digestível, %	0,695	0,695
Leucina Digestível, %	1,480	1,480
Valina Digestível, %	0,770	0,770
Cálcio, %	0,700	0,700
Fósforo Disponível, %	0,340	0,340
Sódio, %	0,180	0,180
Potássio, %	0,735	0,735
Balanço Eletrolítico, mEq/kg	169,4	169,5

¹Enriquecimento, por kg de ração: Vit. A (mín.) – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 (mín) - 2.500.000,00 UI; Vit. E (mín) - 20.000,00 UI; Vit. K3 (mín) – 2500,00 mg; Vit. B1 (mín) – 1.500,00 mg; Vit. B2 (mín) – 6.000,00 mg; Vit. B6 (mín) – 3.000,00 mg; Vit. B12 (mín) – 12.000,00 mcg; Ácido pantotênico (mín) – 12 g; Niacina (mín) – 25 g; Ácido fólico (mín) – 800,00 mg, Biotina (mín) – 60,00 mg; Selênio (mín) – 250,00 mg; BHT - 5 mg.

²Enriquecimento, por kg de ração: Cobre (mín) - 20 g; Ferro (mín) - 100 g; Manganês - 160 g; cobalto – 2.000,00 mg; iodo – 2.000,000 mg; Zinco (mín) – 100 g.

Os níveis de inclusão das enzimas xilanase e amilase, na dieta controle negativo, para a constituição dos grupos estão apresentados na Tabela 5. A enzima xilanase apresenta 1000 FXU/g, e a amilase 200 KNU/g de α -amilase e 350 FBG/g de β -glucanase de composição e atividade.

Tabela 5. Níveis de inclusão das enzimas xilanase e amilase de acordo com o tratamento

Tratamentos	Xilanase	Amilase
1	-	-
2	-	-
3	50 g/tonelada de ração	-
4	100 g/tonelada de ração	-
5	150 g/tonelada de ração	-
6	200 g/tonelada de ração	-
7	-	300 g/tonelada de ração
8	100 g/tonelada de ração	300 g/tonelada de ração

O desempenho das aves foi avaliado por meio do peso final, do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar nas fases de 1 a 7; 1 a 21; 1 a 33; 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade, além da taxa de viabilidade criatória e do índice de eficiência produtiva para o período total de 1 a 42 dias de idade.

Para a determinação do ganho de peso, as aves foram pesadas no dia do alojamento, 7º, 21º, 33º e 42º dia de idade (Figura 3). O consumo de ração foi determinado a partir da quantidade de ração oferecida, subtraindo-se a sobra no final de cada fase. O cálculo de conversão alimentar foi feito a partir do consumo médio de ração e do ganho médio de peso das aves ao final de cada fase de criação. O número de aves mortas foi registrado diariamente para determinação do consumo de ração corrigido, da porcentagem de mortalidade e, posteriormente, para

o cálculo da taxa de viabilidade (100% menos a porcentagem de mortalidade). O índice de eficiência produtiva foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{IEP} = \frac{(100 - \text{mortalidade}) \times \text{peso médio final} \times 100}{\text{idade no abate} \times \text{conversão alimentar}}$$

Em que:

IEP – Índice de Eficiência Produtiva



Figura 3. Pesagem inicial e distribuição das aves.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e na ocorrência de efeito significativo, a comparação das médias entre os tratamentos foi realizada pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de probabilidade de 5%. Utilizou-se o programa estatístico SAEG (2007) – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1. Para os dados da fase de 1 a 42 dias de idade, além da análise de variância, os dados foram submetidos à análise de regressão, apenas para as dietas basal controle negativo e as demais dietas controle negativo com diferentes níveis de inclusão de xilanase (tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6).

Resultados e Discussão

Por meio dos resultados de desempenho obtidos, para a fase de 1 a 7 dias de idade, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no desempenho entre os tratamentos pré-estabelecidos. Entretanto, observou-se aumento ($P<0,05$) no consumo de ração das aves que receberam o tratamento contendo 100g/ton de xilanase em relação às aves no tratamento com a associação de 300g/ton de amilase e 100g/ton de xilanase. (Tabela 6).

Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al. (2009), que não verificaram influência de complexos enzimáticos compostos pelas enzimas xilanase, protease e amilase, α -amilase e β -glucanase associado a xilanase, sobre o ganho de peso e conversão alimentar na fase de 1 a 7 dias de idade. Esses mesmos autores não constataram ($P>0,05$) efeito negativo com a redução de 88,5 kcal/kg de energia metabolizável no desempenho de frangos de corte para esta fase. Por outro lado, Gracia et al. (2003) encontraram melhoria no desempenho de frangos de corte na fase de 1 a 7 dias de idade pela suplementação com α -amilase, manifestada pelo maior ganho de peso e melhor conversão alimentar com o uso de rações a base de milho e farelo de soja.

Tabela 6. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade¹

Tratamentos	PI, g	PF, g	GP, g	CR, g	CA
Controle Positivo - CP	45	158	113	133^{ab}	1,19
Controle Negativo - CN (-125kcal EM)	45	150	105	131^{ab}	1,25
CN + 50g/ton xilanase	46	151	105	127^{ab}	1,21
CN + 100g/ton xilanase	46	155	110	135^a	1,24
CN + 150g/ton xilanase	46	150	104	126^{ab}	1,22
CN + 200g/ton xilanase	45	150	104	128^{ab}	1,23
CN + 300g/ton amilase	45	151	106	133^{ab}	1,26
CN + 300g/ton amilase e 100g/ton xilanase	45	148	103	124^b	1,21
Valor de p	0,776	0,146	0,138	0,023	0,495
CV	2,42	5,40	7,53	5,89	6,67

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de Variação.

O desempenho semelhante dos frangos que consumiram a ração controle negativo em relação aos que consumiram a ração controle positivo indica que provavelmente a redução 114 kcal/kg de energia metabolizável, utilizada na formulação da dieta nesta fase, não foi suficiente para proporcionar um déficit energético que pudesse interferir negativamente no desempenho das aves. Dessa forma, a eficiência das enzimas não foi expressa no desempenho dos frangos. Entretanto esperava-se um pior desempenho das aves do grupo controle negativo, dada sua redução da energia metabolizável.

A dieta controle negativo suplementada com 300 g/ton amilase e 100 g/ton de xilanase resultou em menor ($P < 0,05$) consumo de ração, quando comparada à dieta controle negativo contendo 100 g/ton xilanase, o que representou uma redução de 8,15 % no consumo. Ao considerar que o nível energético influencia diretamente no consumo de ração, este resultado indica que o uso das enzimas associadas pode ter contribuído para disponibilizar maior nível de energia para as aves. Porém, não foram observados benefícios nas outras características de desempenho apenas pela recomposição calórica apresentada.

No período de 1 a 21 dias de idade pode-se verificar que o consumo de ração e a conversão alimentar não se apresentaram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, observou-se diferença ($P<0,05$) para o peso final e para o ganho de peso (Tabela 7).

Tabela 7. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade¹

Tratamentos	PI, g	PF, g	GP, g	CR, g	CA
Controle Positivo	45	815^a	770^a	1218	1,59
CN (-125kcal)	45	766^{bc}	721^{bc}	1198	1,66
CN + 50g/ton Xilanase	46	771^{bc}	725^{bc}	1184	1,63
CN + 100g/ton Xilanase	46	800^{ab}	755^{ab}	1224	1,63
CN + 150g/ton Xilanase	46	759^{bc}	713^{bc}	1178	1,65
CN + 200g/ton Xilanase	45	762^{bc}	717^{bc}	1203	1,68
CN + 300g/ton Amilase	45	763^{bc}	717^{bc}	1202	1,69
CN + 300g/ton Amilase + 100g/ton Xilanase	45	751^c	705^c	1163	1,65
Valor de p	0,776	0,001	0,001	0,052	0,525
CV	2,42	4,55	4,84	3,72	6,52

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de Variação.

Ao analisar a tabela 7 é possível constatar que o ganho de peso das aves que consumiram a ração controle positivo foi superior às demais dietas, exceto para a dieta controle negativo suplementada com 100g/ton xilanase. Portanto, a redução da energia metabolizável da dieta piorou o ganho de peso nesta fase e a inclusão dos demais níveis de enzimas não foi capaz de igualar as rações, nutricionalmente, como era esperado, uma vez que o desempenho não foi semelhante ao controle positivo.

A ração controle negativo suplementada com 300g/ton amilase e 100g/ton xilanase apresentou 8,44% menor ganho de peso quando comparada a dieta controle positivo ($P<0,05$). Albino et al. (2007) relatou que, ao se utilizar mais de uma enzima de forma associada, os resultados podem ser negativos, isso devido ao não

conhecimento do efeito das interações entre essas enzimas, somado a dificuldade de se determinar a quantidade de polissacarídeos não amiláceos presentes nos ingredientes. Nos resultados apresentados por Cardoso et al. (2011), é possível verificar que a inclusão de um complexo enzimático associado a enzima α -amilase piorou o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Toledo et al. (2007) obtiveram resultados de desempenho piores para pintos de 1 a 20 dias de idade, quando reduziram o nível energético da dieta em 65 kcal de energia metabolizável e o de proteína bruta em dois pontos percentuais, o que pode ter contribuído para a redução do desempenho das aves. Porém, ao adicionarem um complexo enzimático (xilanases, β -glucanases e celulases) à dieta, obtiveram aumento no peso final.

Estudo realizado por Fernandes et al. (2010), em que reduziram a energia metabolizável, em até 60 kcal/kg, e incluíram dois complexos enzimáticos comerciais em dieta à base de milho e farelo de soja para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, não foi observada alteração no desempenho das aves quando comparado com as que receberam dieta sem enzimas e com o menor nível energético. Esses autores acrescentaram que o uso de complexos enzimáticos em situações em que as exigências dos animais são atendidas, há pouco espaço para a ação das enzimas evidenciar uma melhoria no desempenho.

Cardoso et al. (2011), relatam que a inclusão de enzimas exógenas em dietas que utilizam milho e farelo de soja, podem não ser efetivas em recuperar os valores nutricionais pretendidos. O que pode acarretar em um pior desempenho das aves, corroborando os resultados encontrados nesse estudo. De forma semelhante, no trabalho realizado por Strada et al. (2005), onde avaliaram a inclusão de um complexo enzimático em rações contendo farelo de soja e sorgo ou milheto sobre o

desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, concluíram que a suplementação com enzimas não foi efetiva na melhoria do uso dos nutrientes na dieta.

Resultados positivos com a suplementação de xilanase no aproveitamento dos nutrientes foram demonstrados por Schoulten et al. (2003), esses autores constataram que o farelo de arroz, rico em polissacarídeos não amiláceos, pode substituir em até 10% o milho com a inclusão de 350 g da enzima xilanase por tonelada de ração e em até 20% com a inclusão de 600 g por tonelada de ração, sem prejudicar nenhuma das variáveis de desempenho das aves na fase de 1 a 21 dias de idade.

Carvalho et al. (2009) encontraram melhora ($P < 0,05$) no ganho de peso ao avaliar um complexo enzimático contendo α -amilase e β -glucanase e a associação dessas enzimas com xilanase sobre uma dieta com redução de 91,5 Kcal/kg de EM para frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias de idade.

Resultados contraditórios foram encontrados por Yu & Chung (2004), que não observaram efeito ($P > 0,05$) para conversão alimentar ao avaliar complexos enzimáticos contendo amilase, xilanase, glucanase e protease comparando a dieta referência com redução de 3% da energia metabolizável. Esses resultados corroboram os de Sorbora et al. (2009) que não alcançaram melhoria no desempenho de aves de 1 a 20 dias de idade quando compararam duas dietas, sem enzima e com a adição de amilase, com uma redução de 120 Kcal/kg de energia metabolizável.

Valendo-se dos resultados obtidos durante este estudo, para a fase de 22 a 42 dias de idade, foi possível observar diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos

avaliados, sobre o peso final, ganho de peso e conversão alimentar. Entretanto, para consumo de ração não houve efeito ($P>0,05$) da adição das enzimas (Tabela 8).

Tabela 8. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade¹

Tratamentos	PI, g	PF, g	GP, g	CR, g	CA
Controle Positivo	815	2956^a	2140^a	3772	1,76^b
CN (-125kcal)	766	2812^{ab}	2045^{ab}	3631	1,78^{ab}
CN + 50g/ton xilanase	771	2838^{ab}	2066^{ab}	3723	1,80^{ab}
CN + 100g/ton xilanase	800	2860^{ab}	2060^{ab}	3791	1,84^a
CN + 150g/ton xilanase	759	2809^{ab}	2050^{ab}	3753	1,83^a
CN + 200g/ton xilanase	762	2769^b	2007^b	3650	1,82^a
CN + 300g/ton amilase	763	2774^b	2011^b	3604	1,79^{ab}
CN + 300g/ton amilase 100g/ton xilanase	751	2832^{ab}	2081^{ab}	3678	1,77^{ab}
Valor de p	-	0,024	0,024	0,123	0,008
CV	-	2,66	3,66	3,65	3,06

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de Variação.

Para ganho de peso o tratamento controle positivo apresentou desempenho superior ($P<0,05$) ao controle negativo contendo 200 g/ton de xilanase e ao controle negativo contendo 300 g/ton de amilase. Para a variável conversão alimentar, o tratamento controle positivo foi superior ($P<0,05$) quando comparado aos tratamentos controle negativo referentes a 100, 150 e 200 g/ton de xilanase.

Fernandes et al. (2010) concluíram que a redução de até 60 kcal/kg de EM e a utilização de complexos enzimáticos contendo xilanase, α -amilase e protease ou α -amilase, β -glucanase e xilanase na dieta de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade não altera o desempenho das aves em dietas à base de milho e farelo de soja. Por outro lado, Sorbara et al. (2009) verificaram que a adição de complexo enzimático contendo α -amilase e β -glucanase na dieta crescimento (22 a 42 dias) com 3050 kcal/kg de EM permitiu a redução de até 100 kcal/kg de EM da dieta sem prejudicar o desempenho produtivo de frangos de corte. Esses resultados corroboram os de Strada et al. (2005) que ao avaliar um complexo enzimático

contendo proteases, amilases e celulasas não melhorou o desempenho das aves, porém resultou em desempenho semelhante ao controle positivo para a fase de 22 a 42 dias de idade.

No período de 1 a 42 dias de idade (Tabela 9) pode-se verificar, por meio da análise de variância, que houve efeito ($P < 0,05$) para peso final, ganho de peso, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva. O Consumo de ração e a viabilidade criatória não foram diferentes ($P > 0,05$) para os tratamentos pré-estabelecidos na análise realizada.

Tabela 9. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade*

Tratamentos	PI, g	PF ² , g	GP ² , g	CR ² , g	CA ¹	VC, %	IEP
Controle Positivo	45	2956^a	2910^a	4990	1,72^b	98,00	407^a
CN (-125 kcal)	45	2812^b	2766^b	4829	1,75^{ab}	98,00	380^{ab}
CN + 50g/ton xilanase	46	2838^b	2792^b	4907	1,76^{ab}	97,00	377^{ab}
CN + 100g/ton xilanase	46	2860^b	2814^b	5015	1,78^a	98,00	378^{ab}
CN + 150g/ton xilanase	46	2809^b	2763^b	4930	1,78^a	100,00	379^{ab}
CN + 200g/ton xilanase	45	2769^b	2723^b	4853	1,78^a	97,00	363^b
CN + 300g/ton amilase	45	2774^b	2728^b	4806	1,76^{ab}	97,00	368^b
CN + 300g/ton amilase 100g/ton xilanase	45	2832^b	2787^b	4841	1,74^{ab}	98,00	384^{ab}
Valor de p	0,776	0,000	0,000	0,018	0,009	0,788	0,006
CV	2,42	3,04	3,08	3,07	2,59	8,99	6,09

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de Variação; ²Efeito quadrático para os diferentes níveis de inclusão xilanase ($P < 0,05$); ¹ Efeito linear para os diferentes níveis de inclusão de xilanase ($P < 0,05$).

Ao analisar a Tabela 9 é possível constatar que, para ganho de peso, o tratamento controle positivo foi superior ($P < 0,05$) aos demais tratamentos, sendo que a maior diferença (6,43%) foi observada entre os tratamentos controle positivo e controle negativo contendo 200 g/ton de xilanase. Já para conversão alimentar os tratamentos que apresentaram resultados inferiores ($P < 0,05$) ao controle positivo

foram as dietas controle negativo com suplementação de 100, 150 e 200 g/ton de xilanase.

Para índice de eficiência produtiva a dieta controle positivo apresentou resultado 10,81 e 9,58% maior ($P < 0,05$) quando comparada com as dietas controle negativo contendo 200g/ton de xilanase e controle negativo contendo 300g/ton de amilase respectivamente.

Cardoso et al. (2011) relataram que foi possível verificar que a inclusão de um complexo enzimático associado a enzima α -amilase piorou a conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade sem ser observada diferença ($P > 0,05$) para consumo de ração em dietas à base de milho e farelo de soja. Esses autores enfatizam que as enzimas não foram eficientes em recuperar os valores energéticos das dietas conforme pretendido. Em contrapartida, Cotta et al. (2002) e Torres et al. (2003) constataram que a inclusão das enzimas amilase, xilanase e protease permitiram a disponibilização da energia contida nos ingredientes das rações para frangos de corte.

De acordo com Toledo et al. (2007), que reduziram 2,17; 2,10 e 2,03 % de energia metabolizável para as fases iniciais, crescimento e terminação, respectivamente, não foram observados efeitos ($P < 0,05$) em dietas de baixa densidade energética, o que demonstra que a suplementação com complexos enzimáticos contendo xilanase, β -glucanase, celulase, pectinase e protease foram eficazes para o período de 1 a 42 dias de idade. Resultados semelhantes foram encontrados por Fischer et al. (2002) que não relataram prejuízos no desempenho ao avaliarem a adição de um complexo enzimático contendo proteases, amilases e celulasas na dieta de frangos de corte de 1 a 35 dias de idade com superestimação dos níveis energéticos e proteicos em 5%.

Fernandes et al. (2010) ao avaliarem complexos enzimáticos (xilanase, α -amilase e protease) e (α -amilase, β -glucanase e xilanase) na fase de 1 a 42 dias de idade, encontraram resultados superiores ($P<0,05$) para dieta controle com redução de 60 kcal/kg de energia metabolizável sem adição do complexo enzimático. Segundo os autores, a ausência de efeito ($P<0,05$) do uso desses complexos enzimáticos pode estar relacionada ao nível energético da ração que foi elevado, o que não permitiu que as enzimas melhorassem o desempenho dos animais. Os mesmos autores ainda completam que a utilização de complexos enzimáticos em dietas que atendem as exigências nutricionais, à base de milho e farelo de soja, não melhoram o desempenho das aves.

No entanto Barbosa et al. (2012) encontraram benefícios ($P<0,05$) no uso de um complexo enzimático contendo amilase, xilanase e protease quando comparado ao tratamento controle negativo, com menores níveis de energia, sem adição dessas enzimas. Contudo, o desempenho das aves alimentadas com a dieta controle negativo + complexo enzimático foi similar ($P>0,05$) ao controle positivo + complexo enzimático. Esses autores complementam que o aumento do consumo de ração na dieta controle negativo + complexo enzimático refletiu no ganho de peso das aves quando comparado a dieta controle negativo sem as enzimas. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. (2004) que obtiveram melhoria no ganho de peso e na conversão alimentar das aves ao adicionar um complexo contendo amilase, xilanase e protease para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

No presente trabalho, ao reduzir 3,98% de energia metabolizável, não foi verificado melhor desempenho ao adicionar as enzimas xilanase e amilase à dieta controle negativo. Em contrapartida, Carvalho et al. (2009), ao reduzirem 3% da energia metabolizável da dieta, trabalhando com um complexo enzimático A

(xilanase, amilase e protease) e um complexo enzimático B (α -amilase e β -glucanase) encontraram maior ($P<0,05$) ganho de peso ao utilizar o complexo B quando comparado ao controle positivo, controle negativo, controle negativo + complexo A e a associação do complexo B + xilanase, para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade.

Notadamente houve uma ausência de respostas positivas na melhoria do desempenho dos frangos, pela inclusão das enzimas xilanase e amilase ou a associação das duas enzimas, uma vez que essas não foram efetivas em liberar a energia da dieta controle negativo conforme esperado.

De acordo com a tabela 10, ao avaliar a inclusão de diferentes níveis da enzima xilanase, no período de 1 a 42 dias de idade, pode-se verificar efeito quadrático ($P<0,05$) para o peso final, ganho de peso e consumo de ração. Entretanto, para conversão alimentar houve efeito ($P<0,05$) linear. A viabilidade criatória e o índice de eficiência produtiva não apresentaram diferenças na análise de regressão para o período total do estudo.

Tabela 10. Equações ajustadas para as variáveis de peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar em função dos níveis de xilanase

Modelo		R ²	Xilanase ¹
Peso final			
Quadrático	$Y = 2810,82 + 0,948921 \text{ xilanase} - 0,00588571 \text{ xilanase}^2$	0,92	80,61
Ganho de Peso			
Quadrático	$Y = 2765,60 + 0,935741 \text{ xilanase} - 0,00582371 \text{ xilanase}^2$	0,92	80,34
Consumo de ração			
Quadrático	$Y = 4820,87 + 3,01626 \text{ xilanase} - 0,0143718 \text{ xilanase}^2$	0,88	104,94
Conversão alimentar			
Linear	$Y = 1,75091 + 0,000198846 \text{ xilanase}$	0,81	-

¹Nível de xilanase estimado (g/ton).

De acordo com a análise de regressão (Figura 4) o ganho de peso dos animais melhorou ($P<0,05$) de forma quadrática até o nível de adição estimado de 80,34 g/ton de xilanase no período de 1 a 42 dias de idade. Dessa forma, observa-se que o aumento da inclusão das enzimas nas dietas em que haja baixa disponibilidade de substrato para a ação enzimática, como no caso de rações a base de milho e farelo de soja, não se verifica melhoria no desempenho, como descrito por Malathi (2001).

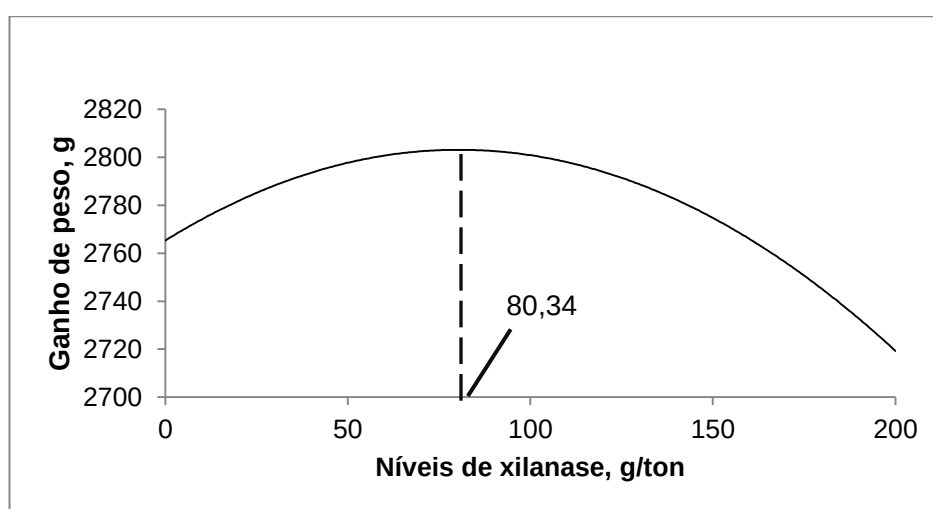


Figura 4. Representação gráfica da estimativa do nível de xilanase para ganho de peso no período de 1 a 42 dias de idade.

Ao se aplicar a análise de regressão para consumo de ração (Figura 5), constatou-se ($P<0,05$) que o maior consumo foi estimado no nível de 104,94 g/ton de xilanase. Assim, constata-se que nos menores níveis de inclusão, a enzima xilanase não foi efetiva em liberar a energia requerida pelas aves, dessa forma houve um aumento do consumo de ração para atingir as exigências nutricionais. Entretanto, o consumo diminuiu a medida que ocorreu maior disponibilidade de energia metabolizável liberada pela maior inclusão dessa enzima.

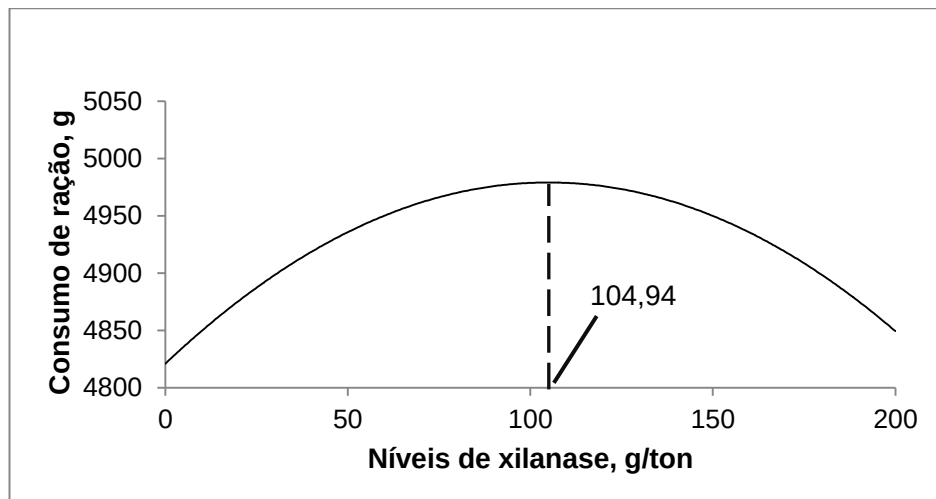


Figura 5. Representação gráfica da estimativa do nível de xilanase para consumo de ração no período de 1 a 42 dias de idade.

Para a conversão alimentar observa-se efeito ($P < 0,05$) linear crescente, piorando-a à medida que foram incluídos maiores níveis de xilanase. Este resultado associado ao pior ganho de peso, evidencia o fato de que maiores níveis de inclusão da enzima atuam de forma negativa sobre o desempenho de frangos de corte.

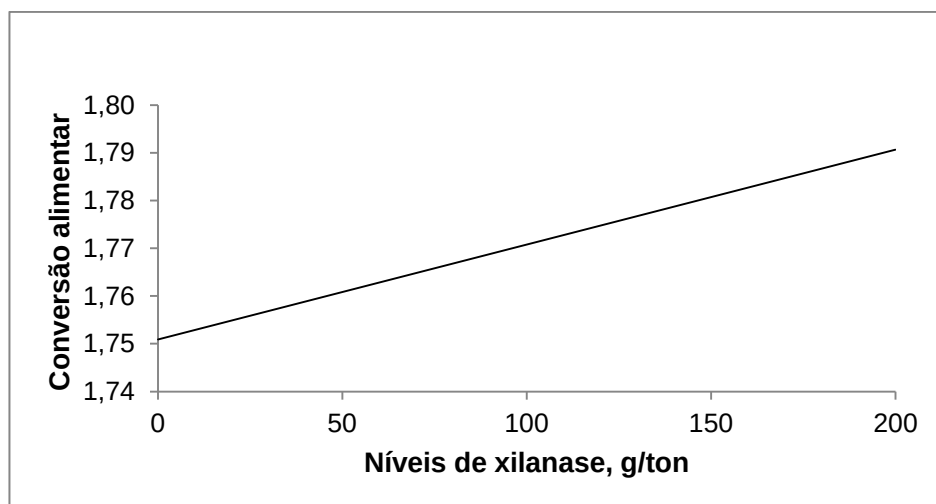


Figura 6. Representação gráfica do efeito linear dos níveis de xilanase para conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade.

Conclusão

A suplementação da dieta, à base de milho e soja, com as enzimas amilase e xilanase não altera o peso final, o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

As enzimas exógenas estudadas, não são eficientes em recuperar os valores energéticos das dietas formuladas neste estudo, caracterizadas pela redução dos valores energéticos.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Centro de Tecnologia Animal por ceder as instalações experimentais e os ingredientes das rações.

Referências

- ALBINO, L.F.T.; BÜNZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: VII seminário de aves e suínos, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: VII seminário de aves e suínos, 2007. p. 73-90.
- BASRBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; RONDON, E.O. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte; desempenho. **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.1497-1502, 2012.
- CARDOSO, D.M. **Carboidrases em rações para frangos de corte**. 2009. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.
- CARDOSO, D. M.; MACIEL, M. P.; PASSOS, D. P.; SILVA, F. V.; REIS, S. T.; AIURA, F. S. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.1053-1064, 2011.
- CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.292-298, 2009.
- COSTA, F.G.P.; CLEMENTINO, R.H.; JACOMÉ, I.M.T.D.; NASCIMENTO, G.A.J.; PEREIRA, W.E. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.2, p.63-71, 2004.
- COTTA, T.; TORRES, D.M.; OLIVEIRA, A.I.G. Efeitos da adição de um complexo enzimático sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.852-857, 2002.
- FERNANDES, J. I. M.; OUTUTUMI, L. K.; FERREIRA, P. W.; MACORIM, F.; TRIQUES, G. E. Efeito da adição de enzimas em dietas a base de milho e soja para frangos de corte. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**. v.13, n.1, p.25-31, 2010.
- FIALHO, E.T. Alimentos alternativos para suínos. Simpósio Brasileiro de Nutrição Animal. Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: Editora Gráfica Universitária, p.35-98, 2003.
- FISCHER, G.; MAIER J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, p.402-10, 2002.
- GRACIA, M.I.; ARANÁBAR, M.J.; LAZARO, R.; Medel, P.; Mateos, G.G. α -amilase supplementation of broiler diets base on corn. **Poultry Science**, v.82, p.436-442, 2003.
- LEESON, S. Enzimas para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p.173-185.

- LIMA, A.C.F.; HARNICH, F.A.R.; MACARI, M.; PIZAURO, J.M. Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com suplementação enzimática e probiótica. **Ars Veterinaria**, v.18, n.2, p.153-157, 2002.
- MALATHI, V.; DEVEDOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, v.80, p.302-305, 2001.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; CONTE, A.J.; SILVA, H.O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1380-1387, 2003.
- SORBARA, J.O.B.; MURAKAMI, A.E.; NAKAGE, E.S.; PIRACÉS, F.; POTENÇA, A.; GUERRA, R.L.H. Enzymatic Programs for Broilers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, p.233-240, 2009.
- STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C.; COSTA, M.C.M.M.; CARVALHO, G.J.L.; FRANCA, A.S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J.L.M. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.
- TOLEDO, G.S.P.; COSTA, P.T.C.; SILVA, J.H.; CECCANTINI, M.; JUNIOR, C.P. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.518-523, 2007.
- TORRES, D.M.; COTTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S.; MUNIZ, J.A.; FONSECA, R.A.; SANTOS, E.C.; ALVES, E.L. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.1, p.199-205, 2003.
- YU, B.; CHUNG, T.K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, v.13, p.178-182, 2004.