

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

DIÊGO PEREIRA VAZ

COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF (SOLID STATE FERMENTATION) EM
DIETAS À BASE DE MILHO E FARELO DE SOJA PARA FRANGOS DE
CORTE

**DIAMANTINA - MG
2013**

DIÊGO PEREIRA VAZ

**COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF (SOLID STATE FERMENTATION) EM DIETAS À
BASE DE MILHO E FARELO DE SOJA PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Joerley Moreira

DIAMANTINA - MG
2013

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

V393c Vaz, Diêgo Pereira
2013 Complexo enzimático SSF (solid state fermentation) em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte. / Diêgo Pereira Vaz. – Diamantina: UFVJM, 2013.
56 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Joerley Moreira

Dissertação (mestrado) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Faculdade de Ciências Agrárias. Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2013.

1. Aves. 2. Enzimas. 3. Desempenho. 4. Metabolismo. I. Moreira, Joerley. II. Título.

CDD 598.625

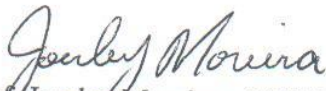
Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DIEGO PEREIRA VAZ

**COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF (SOLID STATE FERMENTATION) EM DIETAS À
BASE DE MILHO E FARELO DE SOJA PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA em 16/10/2013


Prof. Joerley Moreira – UFVJM
Orientador


Prof. Heder José D'Avila Lima – UFMT


Prof. Thiago Vasconcelos Melo – UFVJM


Pesq. Guilherme de Souza Moura – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Oreste Pereira Vaz e Aparecida Figueiredo dos Santos.

Aos meus irmãos, Douglas José Pereira e Daniella Pereira Vaz,

DEDICO

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, por estar sempre abençoando minha trajetória.

A meus pais, Oreste Pereira Vaz e Aparecida Figueiredo dos Santos e aos meus irmãos Douglas José Pereira e Daniella Pereira Vaz, que me apoiaram, incondicionalmente, dando força e suporte para sempre continuar.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, principalmente ao Departamento de Zootecnia, por abrir suas portas, nessa longa jornada iniciada em 2006.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFVJM.

Ao orientador Joerley Moreira, pelos ensinamentos, oportunidades e confiança na condução dos trabalhos.

Aos professores, Luiz Fernando Teixeira Albino, Cleube Andrade Boari, Aldrin Vieira Pires e Sandra Regina Freitas Pinheiro, pelo apoio ao longo desde trabalho.

Aos técnicos da UFVJM e DZO, Ellizandra, Talita, Geraldo e Mariana, por suas contribuições no experimento.

Aos colegas, Priscila Júnia Rodrigues da Cruz, Leonora Ribeiro Valadares, Henrique José Pereira, Stênio Lopes, Felipe Santos Dalolio e Hélio Beirigo Carvalho, pela ajuda e companhia durante as conduções dos trabalhos.

Aos membros da banca, Prof. Thiago Vasconcelos Melo, Prof. Heder José D'Ávila Lima e Dr. Guilherme de Souza Moura, pelas contribuições.

À FAPEMIG e CNPQ, pelo suporte financeiro.

À CAPES, pela bolsa de mestrado.

Muito Obrigado a todos!

BIOGRAFIA

DIÊGO PEREIRA VAZ, filho de Oreste Pereira Vaz e Aparecida Figueiredo dos Santos, nasceu em 03 de novembro de 1987, natural de Ipatinga – MG. Em agosto de 2006, iniciou o curso de Zootecnia, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, graduando-se em julho de 2011. Em agosto de 2011, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – MG. Em 16 de outubro de 2013, submeteu-se aos exames finais de defesa de Dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

VAZ, Diêgo Pereira. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, outubro de 2013. 56p. **Complexo enzimático SSF (solid state fermentation) em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte.** Orientador: Joerley Moreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

A inclusão de enzimas na alimentação de frangos de corte tem sido relatada como forma de melhorar a digestibilidade dos nutrientes da dieta e o desempenho das aves. Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre os parâmetros de produção de frangos de corte e metabolizabilidade dos nutrientes. Foram utilizados 800 aves, de um dia de idade, da linhagem cobb 500, distribuídas segundo um delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão de complexo enzimático (0; 0,100; 0,200; 0,300 e 0,400 kg/ton), com seis repetições de 20 aves cada, no experimento de produção, e quatro repetições de 10 cada ave, no experimento de metabolismo. No experimento de produção, foram avaliados até os 42 dias de idade das aves o ganho em peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, os pesos dos órgãos digestivos (proventrículo, moela, pâncreas e fígado), o pH e comprimento intestinal (duodeno, jejuno, íleo e ceco) e a umidade da cama aos 21 e 42 dias. Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) da inclusão dos diferentes níveis do complexo enzimático nos parâmetros de desempenho, pH e comprimento intestinal, pesos dos órgãos digestivos e na umidade da cama. No experimento de metabolismo realizado de 15 a 25 dias, foram determinados o coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta, extrato etéreo, cálcio e fósforo, e foi calculada a retenção de nitrogênio, cálcio e fósforo. O coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo foi influenciado de forma quadrática e linear decrescente ($P<0,01$), a maior metabolizabilidade do extrato etéreo foi sem suplementação enzimática. O coeficiente de metabolizabilidade do cálcio e do fósforo foram influenciados de forma quadrática e linear crescente ($P<0,01$), resultando no aumento da retenção de cálcio em 21,39% e de fósforo em 9,56%, reduzindo a excreção de fósforo para o ambiente pelas aves. A inclusão de níveis crescentes de complexo enzimático promove uma maior retenção de cálcio e fósforo pelos frangos de corte, porém, não suficientes para influenciar a produção das aves.

Palavras-chave: aves, enzimas, desempenho, metabolismo.

ABSTRACT

VAZ, Diêgo Pereira. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, October, 2013. 56p. **Enzyme complex SSF (solid state fermentation) in diets based on corn and soybean meal for broilers.** Adviser: Joerley Moreira. Committeemembers: Thiago Vasconcelos Melo, Heder José D'Ávila Lima e Guilherme de Souza Moura. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The inclusion of enzymes in feed for broilers has been reported as a way to improve the digestibility of nutrients and performance birds. Two trials were conducted to evaluate the effect of different inclusion levels of an enzyme complex consisting of phytase, protease, xylanase, beta-glucanase, cellulase, amylase and pectinase in diets based on corn and soybean meal on production parameters of broilers and metabolization of nutrients. We used 800 birds a day old Cobb 500 lineage, distributed according to a completely randomized design with five levels of inclusion of enzyme complex (0, 0.100, 0.200, 0.300 and 0.400 kg/ton), with six replicates of 20 birds each experiment in production and four replicates of 10 birds in each experiment metabolism. In trial production were evaluated up to 42 days of age the birds weight gain, feed intake, feed conversion, weights of digestive organs (proventriculus, gizzard, liver and pancreas), pH and intestinal length (duodenum, jejunum, ileum and cecum) and litter humidity at 21 and 42 days. No significant effects were observed ($P>0.05$) the inclusion of different levels of the enzyme complex on performance parameters, pH and intestinal length, weight of digestive organs and litter moisture. In the metabolism experiment performed 15 to 25 days were determined coefficients metabolization of dry matter, crude protein, ether extract, calcium and phosphorus, and calculated the retention of nitrogen, calcium and phosphorus. The metabolization coefficient ethereal extract was quadratically affected and decreased linearly ($P<0.01$), the highest metabolizable ethereal extract was without enzyme supplementation. The coefficient of metabolizable calcium and phosphorus were affected quadratic and linear increase ($P<0.01$) resulting in increased retention of 21.39% calcium and 9.56% phosphorus, reducing the excretion of phosphorus to the environment by birds. The increased levels of the enzyme complex promotes greater retention of calcium and phosphorus for broilers, but not enough to influence the production of poultry.

Keywords: poultry, enzymes, performance metabolism.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO GERAL.....	9
2.REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1.Dietas a base de milho e farelo de soja para frangos de corte.....	11
2.1.1.Polissacarídeos não amiláceos (PNA's).....	11
2.1.2.Ácido Fítico.....	12
2.2.Enzimas.....	13
2.2.1.Complexos Enzimáticos.....	14
2.2.2.Mecanismo de ação e efeitos da suplementação enzimático na nutrição de frangos de corte.....	16
2.3.Referências Bibliográficas.....	18
3. ARTIGOS.....	24
3.1-DESEMPENHO E CARACTERISTICAS DO TRATO DIGESTÓRIO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS À BASE DE MILHO E FARELO SOJA SUPLEMENTADAS COM COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF	24
Resumo.....	25
Abstract.....	26
Introdução.....	27
Material e Métodos.....	28
Resultados e Discussão	29
Conclusão.....	38
Referências Bibliográficas.....	39
3.2-METABOLIZABILIDADE E RETENÇÃO DE NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS À BASE DE MILHO E FARELO SOJA SUPLEMENTADAS COM COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF	43
Resumo.....	43
Abstract.....	44
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão	49
Conclusão.....	53
Referências Bibliográficas.....	54

1. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente a avicultura brasileira tem grande êxito na produção de frangos de corte, com ótimos índices produtivos, fornecendo produtos de alta qualidade e altamente competitivos no mercado mundial. Este avanço é atribuído à evolução do melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo, variáveis que interferem, diretamente, na eficiência produtiva do animal. Esta maior produção aumenta a necessidade do uso de alimentos de qualidade, ou o melhor aproveitamento desses, visando ainda mais o aumento da produtividade.

A maior parte das rações produzidas no Brasil para frangos de corte são à base de milho e farelo de soja. Estes alimentos podem corresponder até 90% dos custos das rações (TEJEDOR *et al.*, 2001). São ingredientes de alta qualidade nutricional, sendo que o milho é ótima fonte de energia e o farelo de soja, de proteína, com adequado balanço de aminoácidos. No entanto, também apresentam fatores antinutricionais, que comprometem suas qualidades e valores nutricionais. Estes grãos possuem alta disponibilidade no país e preços competitivos, porém, cada vez mais elevados, visto que ambos são utilizados na alimentação humana e têm demandas crescentes em escala mundial. A necessidade por reduções nos custos de produção e maior ganho por área, induzem os pesquisadores a buscar ferramentas para maior eficiência no aproveitamento dos alimentos, e, conseqüentemente, melhor desempenho das aves. A alimentação é o fator que tem influência mais decisiva nos custos de produção, correspondendo de 60 a 70% e seu planejamento busca rações mais eficientes e econômicas, possibilitando a obtenção de maior lucratividade na avicultura (TORRES *et al.*, 2003; BARBOSA *et al.*, 2008).

Como desenvolvimento biotecnológico das últimas décadas, foi possível o desenvolvimento de enzimas digestivas exógenas altamente especializadas para nutrição animal (BUTOLLO *et al.*, 2002; BERTECHINI, 2012). Assim, a suplementação de enzimas, em dietas para frangos de corte, vem sendo muito utilizada como uma alternativa para melhorar a eficiência na utilização dos alimentos, a partir da redução dos fatores antinutricionais dos grãos e da viscosidade da digesta (FERNANDES & MALAGUIDO, 2004; PUCCI *et al.*, 2010). Os principais fatores antinutricionais responsáveis por prejudicar a digestibilidade dos nutrientes nos grãos são os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e o ácido fítico. As enzimas exógenas aumentam a degradação dos fatores antinutricionais das dietas, e, conseqüentemente, reduz a viscosidade da digesta, podendo resultar em alterações

no trânsito intestinal, sendo capaz de aumentar a energia metabolizável e a digestibilidade dos nutrientes (LIMA *et al.*, 2002; APAJALAHTI *et al.*, 2004). A maior eficiência na utilização dos alimentos possibilita desempenho superior, principalmente em aves jovens que ainda não possuem seu sistema enzimático totalmente desenvolvido. Por melhorarem a saúde intestinal, o aproveitamento dos nutrientes e o desempenho das aves, a suplementação com enzimas também se tornou uma alternativa a outra preocupação atual da avicultura: a utilização dos antibióticos como promotores de crescimento (JUNQUEIRA & DUARTE, 2005; CHOCT, 2004).

Assim, as enzimas exógenas atualmente são suplementadas nas dietas à base de milho e farelo de soja, por melhorarem a eficiência produtiva das aves, através do aumento da digestibilidade dos nutrientes em rações, o que reduz a perda de compostos poluentes excretados em grande quantidade nas excretas, como nitrogênio e fósforo, resultando em vantagens econômicas e ambientais (TOLEDO *et al.*, 2007). De acordo com Morgan *et al.* (1996), existe uma dose ótima de suplementação enzimática em função da concentração de substrato. Isto sugere que diferentes níveis de inclusão enzimática devem ser estudados para as diferentes dietas. O complexo enzimático SSF é um produto natural, produzido através da fermentação em substrato sólido, utilizando o fungo *Aspergillus Níger*, e composto por sete diferentes enzimas: fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Objetivou, com este trabalho, avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático (CE), em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre os parâmetros de ganho em peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), pH e comprimento intestinal, pesos dos órgãos digestivos e umidade da cama aos 21 e 42 dias em frangos de corte, e sobre os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE), do cálcio (CMCa) e do fósforo (CMP), e a retenção de nitrogênio (N), do cálcio (Ca) e do fósforo (P) das rações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. DIETAS À BASE DE MILHO E FARELO DE SOJA PARA FRANGOS DE CORTE

A maioria das dietas para frangos de corte no Brasil são constituídas de alimentos de origem vegetal, sendo o milho e o farelo de soja os principais. Juntos podem corresponder a mais de 80 % dos componentes das rações, devido ao elevado valor nutritivo e a grande oferta destes grãos no país. Contudo, estes alimentos, assim como os alternativos, apresentam constituintes que são indigeríveis pelas aves, entre eles, os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e o ácido fítico são de grande importância (FORTES *et al.*, 2012).

O milho é a principal fonte energética utilizada nas rações para frangos de corte, compondo, aproximadamente, 60% das dietas (RODRIGUES *et al.*, 2001). A composição química e o valor nutricional do milho variam em função do conteúdo de amido, proteína, e, principalmente, da concentração de fitato, inibidores enzimáticos e presença de amido resistente (COWIESON, 2005).

De acordo com Torres *et al.* (2003), o farelo de soja é a principal fonte de proteína utilizada em dietas para monogástricos, apesar de possuir alta concentração de PNA's, na forma de pectinas, hemiceluloses e oligossacarídeos, bem como de fatores antinutricionais, inibidores de tripsina, lectinas e proteínas antigênicas, que têm limitada degradação pelo sistema digestivo das aves. Por outro lado, a soja contém proteínas de alta qualidade e com boa disponibilidade de aminoácidos (OPALINSKI, 2006).

A suplementação enzimática tem promovido melhora no valor nutritivo de dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte. Segundo Zanella *et al.* (1999) e Onderciet *et al.* (2006), a digestibilidade destes alimentos melhoram com a adição de complexos enzimáticos, pois proporcionam maior disponibilidade de aminoácidos, maior aproveitamento da proteína da dieta, melhoras significativas nos valores de energia metabolizável e minerais disponíveis. De acordo com Fortes *et al.* (2012), esta maior digestibilidade reflete em melhores resultados de desempenho de frangos de corte.

2.1.1. POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS (PNA'S)

Os PNA's são classificados como fibras dietéticas, caracterizados por apresentarem macromoléculas de monossacarídeos, unidos por ligações glicosídicas resistentes às reações de hidrólise enzimática que ocorrem no trato digestório de monogástricos (CANTOR, 1995;

HETLAND *et al.*, 2004). As fibras presentes nos grãos são compostas, basicamente por PNA's, correspondendo à estrutura da parede celular de grãos e reserva de energia nas leguminosas (NAGASHIRO, 2007). De acordo com Bertechini (2006), a porcentagem de PNA's totais do milho, sorgo, cevada, arroz, farelo de soja e farelo de trigo são 8,0, 5,8, 16,5, 25,6, 30,2 e 44,0 respectivamente.

Malathi e Devegowda (2001) encontraram para o milho e o farelo de soja 9,32 e 29,02% de PNA's, respectivamente. Ruiz *et al.* (2008) acharam valores próximos a 9,7 e 10,3%. Já Tavernari *et al.* (2008) estimaram teores destes compostos em 8,10 e 30,30%. Esses valores encontrados por distintos pesquisadores demonstram grandes variações entre as frações de PNA's, dentro das mesmas espécies de alimentos. Os PNA's são carboidratos muito encontrados nos grãos, podendo ser insolúveis, caso da celulose e pectina, que não podem ser digeridas por monogástricos, e os solúveis, como b-glucano e arabinose, que possuem efeitos antinutricionais nas aves, aumentando a viscosidade da digesta, interferindo na motilidade e na absorção dos nutrientes (OPALINSKI *et al.*, 2010).

A capacidade dos PNA's de aumentar a viscosidade das dietas é devido a sua elevada capacidade de se ligar a água, formando um gel viscoso (SANTOS JR. *et al.*, 2004; BUCHANAN *et al.*, 2007), o que diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas e impedem suas interações na superfície da mucosa intestinal, levando ao comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes. Além disso, viscosidade da digesta interfere na microflora intestinal e nas funções fisiológicas do intestino (CHOCT *et al.*, 2004). Para reduzir a viscosidade do conteúdo digestivo, é necessário que os PNA's solúveis sejam decompostos em pequenas unidades através da ação enzimática, perdendo, assim, a capacidade de retenção de água. Com a redução da viscosidade, a ação enzimática sobre o conteúdo intestinal é mais eficaz, refletindo na capacidade de digestão dos nutrientes, aumento na velocidade de trânsito intestinal e redução da quantidade de água nas fezes, o que proporciona melhor qualidade da cama (OPALINSKI, 2006).

A utilização de enzimas exógenas se torna importante, pois estas hidrolisam os PNA's, que podem ser potencialmente utilizados pelo animal, aumentando a energia e a digestibilidade dos nutrientes nas rações das aves (BRITO *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2007).

2.1.2. ÁCIDO FÍTICO

O ácido fítico é a forma orgânica sob a qual o fósforo se apresenta nos alimentos de origem vegetal. Uma vez que aves não possuem a enzima fitase endógena, o fósforo presente

nas ligações não consegue ser hidrolisado para, posteriormente, ser absorvido pelo trato digestório, sendo, com isso, eliminado nas excretas quase em sua totalidade (FUKAYAMA *et al.*, 2008). O ácido fítico está presente em todos os ingredientes de origem vegetal. Este funciona como uma reserva fosfórica durante o processo de germinação das sementes. É uma molécula polianiónica com potencial para quelatar nutrientes positivamente carregados, o que caracteriza sua propriedade antinutricional, comprometendo a utilização de proteínas, amido, lipídeos e minerais (SELLE & RAVINDRAN, 2007). Conforme Nelson *et al.* (1968), o milho e o farelo de soja possuem, respectivamente, 65,6 e 60,6% do total de fósforo em forma de fósforo fítico. Já Jongbloed (1992) relataram valores de 66,0 e 58,0%, respectivamente, para estes grãos.

Fitato é o sal formado pelo ácido fítico, quando este se liga a íons de Na^+ , Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} e Zn^{++} , entre outros. Em geral, os cereais e as sementes de leguminosas, usadas na alimentação de aves, apresentam quantidades de fitatos que podem afetar o desempenho animal (DARI, 2004). Os fitatos, em estado natural, estão complexados a minerais, proteínas, amido e lipídeos, que se tornam indisponíveis ao animal, ou seja, não são solubilizados.

A enzima fitase catalisa o fitato, disponibilizando fósforo e outros elementos indisponíveis como cálcio, magnésio, zinco, ferro e aminoácidos (ROLAND *et al.*, 2006). Estudos demonstram a melhoria da digestibilidade das dietas e do desempenho das aves com a suplementação de fitase (NUNES *et al.*, 2001; RUTHERFURD *et al.*, 2002).

A capacidade desta enzima de liberar o fósforo fítico, tornando-o disponível para os animais monogástricos e de reduzir a excreção de minerais para o meio ambiente está bem documentada, tornando a fitase uma forma eficiente e econômica de reduzir os níveis de fósforo dietético (VIEIRA, 2010). Considerando que as reservas naturais de fósforo não são renováveis e a menor excreção de nutrientes poluentes nas excretas dos animais, a sua utilização é desejável, devido aos benefícios ao meio ambiente (SELLE & RAVINDRAN, 2007).

2.2. ENZIMAS

As enzimas são compostos protéicos, que agem com eficiência como catalisadores biológicos. Têm alto grau de especificidade por seus substratos e atuam conforme condições de pH, umidade e temperatura e estão envolvidas nos processos metabólicos dos organismos de todos seres vivos (PENZ, 1998; LECZNIESKI, 2006; TOLEDO *et al.*, 2007). De acordo com Penz (1998), as enzimas digestivas têm um sítio ativo que permite suas atuações na

ruptura de uma determinada ligação química, e é dessa maneira que participam do processo de digestão, degradando os diversos substratos específicos a cada uma delas.

Os produtos enzimáticos são geralmente produzidos a partir de organismos vivos como bactérias, fungos e leveduras. Suas produções envolvem fermentação, extração, separação e purificação (PUCCI et al., 2003). As enzimas comerciais são, geralmente, provenientes de bactérias do gênero *Bacillus* ou fungos do gênero *Aspergillus* (FIREMAN & FIREMAN, 1998). Devido às diferenças entre os processos de produção, tais como: tipo e cepa de microrganismo, meio de cultura utilizado, condições de fermentação e processamento, pode-se afirmar que os produtos enzimáticos existentes no mercado são distintos (LECZNIESKI, 2005).

Os primeiros relatos do uso de enzimas em rações de aves ocorreram na década de 50, quando Fryet al.(1958) descobriram que grãos umedecidos apresentavam melhoria no seu aproveitamento (BERTECHINI, 2006). As enzimas começaram a ser estudadas no EUA e mais tarde na Europa, para melhorar os problemas causados na avicultura pelos fatores antinutricionais dos grãos de cevada, centeio aveia e trigo, que aumentam a viscosidade da digesta, dificultando as ações das enzimas digestivas e resultavam em pior eficiência no aproveitamento dos nutrientes e desempenho dos animais (PESSÔA, 2010). Já o uso comercial de enzimas digestivas na avicultura é relativamente mais recente, com o primeiro fato ocorrido no Canadá, por volta de (PUCCI, 2008).

Atualmente, espera-se que a suplementação de enzimas nas dietas melhore significativamente o desempenho das aves alimentadas com grãos, aumentando a taxa de ganho e aproveitamento dos alimentos. Ótimos resultados são encontrados com dietas à base de centeio, cevada, aveia e trigo (MARQUARDT et al., 1996). Porém, a suplementação enzimática também já se tornou uma ferramenta para melhorar o aproveitamento dos nutrientes em dietas de milho e farelo de soja, objetivando melhorar a taxa de ganho e reduzir a contaminação ambiental com nutrientes excretados (ZANELLA et al., 1999).

As enzimas são incluídas nas dietas, isoladamente, como enzimas específicas e em forma de complexo enzimático. O objetivo de ambos os produtos é o melhor aproveitamento dos alimentos.

2.2.1. COMPLEXOS ENZIMÁTICOS

Os complexos enzimáticos são compostos por uma variedade de enzimas, para que sua ação possa abranger a variabilidade da composição e dos alimentos utilizados nas rações para animais (CAMPESTRINI et al., 2005; SANTOS, 2010). Segundo Carvalho (2006), a

especificidade das enzimas exige o conhecimento da composição dos nutrientes não digestíveis ou pouco digestíveis dos alimentos e seus fatores antinutricionais.

Malekian *et al.* (2013) sugeriram que a combinação de enzimas com diferentes atividades é necessária para degradação completa dos complexos de PNA's e o melhor aproveitamento dos nutrientes. Isto indica que as misturas de enzimas devem ser mais eficientes no aproveitamento dos nutrientes das dietas, pois atuam sobre uma série de substratos, levando ao melhor aproveitamento da mesma (BORGES, 1997). As enzimas podem ter um efeito sinérgico e, assim, complexos enzimáticos podem ser mais eficazes em melhorar o desempenho, isso porque uma enzima pode ter seu efeito potencializado pela presença de uma pequena quantidade de outra (MALEKIAN *et al.*, 2013).

Segundo Zanella (2001), existem três grupos de enzimas disponíveis no mercado: enzimas para alimentos com baixa viscosidade (milho, sorgo e soja), enzimas para alimento de alta viscosidade (trigo, centeio, cevada, aveia e farelo de arroz) e enzima para degradar o ácido fítico dos grãos vegetais. Em dietas à base de grãos utilizam-se, geralmente, complexos enzimáticos compostos por glucanases, amilases, xilanases, celulasas, amilase, lipase, protease e fitase, que atuam sobre seus substratos específicos, variando sua composição para se adequar aos diferentes tipos de dietas. Em complementos alimentares à base de grãos de alta viscosidade utilizam-se, geralmente, complexos enzimáticos compostos por glucanase, amilase, arabinoxilanase, celulase e hemicelulase. Já em dietas de baixa viscosidade, os suplementos enzimáticos contêm amilase, protease e xilanase (ZANELLA, 2001).

Existem duas formas principais de suplementação enzimática: a primeira, chamada de “on top”, onde as enzimas são incluídas em uma ração formulada para atender as exigências nutricionais, com objetivo de melhorar o desempenho das aves. A segunda opção é adicionar as enzimas em rações formuladas com níveis nutricionais reduzidos, esperando que o melhor aproveitamento dos alimentos iguale o desempenho das aves, reduzindo o custo das dietas.

Jia *et al.* (2008) observaram benefício da inclusão de complexo de carboidrases (celulase, pectinase, xilanase, glucanase, mananase e galactanase) no desempenho de frangos de corte, tanto em dietas à base de milho, como em dietas à base de trigo. Atualmente, a utilização de produtos enzimáticos para dietas de baixa viscosidade, à base de milho e farelo de soja para aves já é uma realidade, com o objetivo de complementar as enzimas endógenas produzidas, aumentando a digestibilidade dos nutrientes, e, como consequência, melhorando o desempenho dos animais e reduzindo a quantidade de nutrientes excretados (SOUZA *et al.*, 2008).

2.2.2. MECANISMO DE AÇÃO E EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA NA NUTRIÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

A principal finalidade da suplementação enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja para aves é a degradação dos fatores antinutricionais destes grãos, principalmente os PNA's e fitatos. Desta forma, aumenta-se a disponibilidade de nutrientes para absorção no intestino, e, além disso, a decomposição dos PNA's em partículas menores reduz sua alta capacidade de se ligar a água, reduzindo a viscosidade da digesta. Este processo é altamente benéfico, permitindo maior potencial de atuação das enzimas frente seus substratos, melhorando a digestibilidade dos ingredientes da ração e diminuindo a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes (P, N, Zn e Cu) (CLASSEN, 1996; GUENTER, 2002).

A utilização de complexos enzimáticos, em dietas com alimentos que possuem carboidratos insolúveis capazes de elevar a viscosidade da digesta, é eficiente em reduzir a viscosidade e umidade das excretas, o que proporciona melhor qualidade de cama (OPALINSKI, 2006). Segundo Marquardt *et al.* (1996), a suplementação de complexo enzimático reduz a produção e o teor de umidade das excretas, diminuindo a quantidade de dejetos produzidos na avicultura. Essa redução na umidade das excretas pode representar menor desafio microbiológico para as aves. De acordo com Apajalahti *et al.* (2004), o aumento da viscosidade no trato digestório, resultante de dietas à base de grãos de vegetais, reduz a taxa de passagem. Deste modo, as bactérias são capazes de se multiplicar e migrar pelo intestino delgado, podendo digerir compostos não aproveitados pelo animal. Entretanto, a suplementação enzimática reduz a quantidade de substrato disponível à fermentação bacteriana, aumenta a velocidade do trânsito intestinal, reduzindo o tempo de exposição do quimo aos microrganismos do intestino. Isso promove uma modulação e estabilização da microbiota, beneficiando a saúde intestinal dos animais, e, assim, melhorando a eficiência na utilização dos nutrientes (LIMA *et al.*, 2002). Este comportamento fisiológico corrobora com Han (1997), que observou redução de 3,5 para 3,0 horas na taxa de passagem, quando se utilizou suplementação enzimática em rações à base de cevada para frangos de corte. O autor justificou que houve degradação dos PNA's solúveis, reduzindo a viscosidade das dietas.

Parker *et al.* (2004) avaliaram um complexo enzimático, em dieta para frangos de corte, com milho e farelo de soja. Os autores detectaram menor incidência de lesões no ceco, com adição de enzima. Assim, as enzimas exógenas podem modificar os microrganismos

intestinais presentes nos animais, proporcionando o desenvolvimento de uma população mais favorável para o hospedeiro.

As enzimas também são utilizadas para reduzir a variação nos níveis nutricionais dos alimentos, tornando os ingredientes mais consistentes, melhorando a uniformidade no crescimento das aves (BEDFORD & PARTRIDGE, 2010). A atividade das enzimas é influenciada por vários fatores, entre eles estão: processamento da ração, pH e comprimento intestinal, umidade, temperatura, antagonismo entre enzimas endógenas e exógenas, ingredientes usados na ração, atividade e concentração das enzimas (ACOMOVIC & MCCLEARY, 1996).

Ao suplementar as dietas de cevada com enzimas exógenas, Han (1997) também verificou redução do peso dos órgãos do trato digestório de frangos de corte, comprovando a eficácia das enzimas na degradação de fatores antinutricionais. Segundo Marquardt *et al.* (1996), as enzimas são capazes de reduzir o tamanho dos segmentos do trato digestório e do pâncreas, o que aumenta a partição de nutrientes em tecidos comestíveis.

De acordo com Garcia *et al.* (2003), cerca de 25% das necessidades diárias de nitrogênio podem ser utilizadas para a síntese de enzimas endógenas. Zanella *et al.* (1999) verificaram reduções na síntese endógena de tripsina pancreática (35,80%) e amilase (23,39%), quando enzimas exógenas foram suplementadas nas dietas dos frangos de corte. Estes resultados demonstram que a secreção de enzimas pancreáticas é influenciada pela concentração de enzimas no lúmen intestinal, pelo substrato e pelos produtos da hidrólise do substrato. Sendo assim, a suplementação de enzimas exógenas teria um efeito poupador de energia e aminoácidos para o organismo, que podem ser utilizados para aumento da produção (LIMA *et al.*, 2007).

Hooge *et al.* (2010) realizaram uma meta-análise com 51 resultados de peso corporal e conversão alimentar, para avaliar a inclusão de um complexo enzimático em dietas de frangos de corte. Verificaram que o peso final dos frangos alimentados com o complexo enzimático foi 0,057 kg ou 3,73% maior do que o peso corporal dos não suplementados, enquanto que a conversão alimentar foi reduzida em 0,043 ou 2,64% com a adição de enzimas.

Vários são os motivos de se utilizar enzimas em dieta de aves: possibilidade de empregar ingredientes que possuem nutrientes pouco disponíveis aos animais, melhorar a digestibilidade dos alimentos nas rações, melhorarem o desempenho animal e a redução da eliminação de substâncias poluentes como o fósforo e o nitrogênio nas excretas das aves (COSTA *et al.*, 2004).

2.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOMOVIC, T., Mc CLEARY, B.V. Optimizing the response. **Feed Mix**, v. 4, n. 4, p. 14-19, 1996.
- APAJALAHTI, J.; KETTUNEN, A.; GRAHAM, H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, p.223-232, 2004.
- ANNISON, G. The role of wheat non-starch polysaccharides in broiler nutrition. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.44, p 405-422, 1993.
- BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. Enzymes in farm animal nutrition. 2nd edition. CABI, Cambridge, MA, 2010.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. Editora UFLA, Lavras, 301p, 2006.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. Editora UFLA, Lavras, 2º Edição, 373 p, 2012.
- BORGES, F.M. Utilização de enzimas em dietas avícolas. Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, n.20, p.5-30, jun. 1997.
- BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Adição de complexo enzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p.457-461, 2006.
- BUCHANAN N.P., KIMBLER L.B., PARSONS A.S. The effects of nonstarch polysaccharide enzyme addition and dietary energy restriction on performance and carcass quality of organic broiler chickens. **Journal Applied Poultry Research**. v. 16, p.1-12. 2007.
- BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p. 430, 2002.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPET, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267.2005.
- CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: Ronda latino americana de biotecnologia, 5., 1995, Curitiba. Anais... Curitiba: Alltech, p.31-42. 1995.
- CARVALHO, J.C.C. Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHOCT M., KOCHER A., WATERS D.L.E. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.53–61, 2004.

CLASSEN, H. Enzymes in action. **Feed Mix**, Doetinchen, v.4, n.2, p.22-29, 1996.

CLEÓPHAS, G. M. L., Van HARTINGSVELDT, W., SOMERS, W.A.C., Enzymes can play an important role in poultry nutrition. **World Poultry**, v. 11, n. 4, p. 12-15. 1995.

COSTA, F. G. P.; CLEMENTINO, R. H.; JÁCOME, I. M. T. D.; NASCIMENTO, G. A. J.; PEREIRA, W. E. Utilização de Subprodutos de Origem Animal em Dietas para Frangos de Corte com Base no Conceito de Proteínas Bruta e Ideal, no Período de 43 a 49 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2060-2065, 2004.

COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 293–305, 2005.

DARI, L.R. Utilização da fitase na alimentação de aves 2004. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1. 2004, SP. Anais. Santos, SP: FACTA. P 127-143, 2004.

FERNANDES, P. C. C. & A. MALAGUIDO. 2004. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte. Em: **Anais da Conferência APINCO**. Campinas/SP. 1: 117-129. 2004.

FIREMAN, F.A.T., FIREMAN, A.K.A.T., Enzimas na Alimentação de Suínos. **Ciência Rural**, v. 28, n. 1, p. 173-178, 1998.

FORTES, B.D.A.; CAFÉ, 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**. v.13, n.1, p. 24 - 32, 2012.

FRY, R.M.; ALLRED, J.B.; JENSEN, L.S.; McGENNIS, J. Influence of enzymes supplementation and water treatment on the nutritional value of different grains of poultry. **Poultry Science**, v. 37, p 372-376, 1958.

FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B. et al. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e adigestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.629-635, 2008.

GARCIA, M.I., ARANÍBAR, M.J., LÁZARO, R., MEDEL, P., MATEOS, G.G. Amilase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v. 82, p. 436-442, 2003.

GUENTER, W. Practical experience with the use of enzymes, 2002. Acessado em 18 de agosto de 2012. Disponível em: <http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp6.html>.

HAN, Z. Effect of enzyme supplementation of diets on the physiological function and performance of poultry. In: Marquardt R.R. & Han Z. (ed.) **Enzymes in Poultry and Swine Nutrition**. 1997.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble no-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.415-422, 2004.

HOOGE, D.M., PIERCEJ.L., MCBRIDE, K.W., RIGOLINP.J., Meta-analysis of Broiler Chicken Trials Using Diets With or Without Allzyme SSF Enzyme Complex. **International Journal Poultry Science**, v. 9, p. 819-823, 2010.

JIA, W.; SLOMINSKI, B.; BRUCE, H. L.; BLANK, G.; CROW, G.; JONES, O. Effects of diet type and enzyme addition on growth performance and gut health of broiler chickens during subclinical *Clostridium perfringens* challenge. **Poultry science**, v. 88, p. 2005–2014. 10.3382, 2008.

JONGBLOED, A.W.; MROZ, Z., KEMME, P.A. The effect of supplementary *Aspergillusniger* phytase in diet for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total P, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 4, p. 1159 – 1168, 1992.

JUNQUEIRA, O.M., DUARTE, K.F. Resultados de pesquisa com aditivos alimentares no Brasil. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 42., 2005, Goiânia, GO. Anais... Goiânia, p.169-182. 2005.

LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2005, Florianópolis. Anais... 2005. Florianópolis: AVESUI, p.34-47. 2005.

LECZNIESKI, J. L.; Considerações Práticas do Uso de Enzimas. In V Seminário Internacional de Aves e Suínos – **AVESUI**, p. 34-46, 2006.

LIMA, C.F.; HARNICH, F.A.R.; MACARI, M.; PIZAURO JÚNIOR, J.M. Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com suplementação enzimática e probiótica. **Arquivos Veterinaria**, v.18, p.153-157, 2002

LIMA, M. R.; SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A.; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.

MALATHI, V. & DEVEGOWDA, G.. *In vitro* evaluation of nonstarch polysaccharidedigestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, 80: 302-305. 2001.

MALEKIAN,G., MOGHADDAN, A.K.Z., KHAJALI, F. Effect of Using Enzyme Complex on Productivity and Hatchability of Broiler Breeders Fed a Corn-Soybean Meal Diet, **Poultry Science Journal**, v. 1, p. 36-45, 2013.

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

MORGAN, A., M. BEDFORD, A. TERVILA-WILO, M. HOPEAKOSKI N., K. AUTIO, K. POUTANEN, AND T. PARKKONEN, How enzymes improve the nutritional value of wheat. **Zootechnica International**, p.44–48. 1995.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: Conferencia Apinco 2007, Santos. **Anais...** Santos, FACTA, p. 307-327. 2007.

NELSON, T.S.; SHIEH, T.R.; WODZINSKI, R.J.; WARE, J.H. The availability of phytase phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase. **Poultry Science**. v. 47, p. 1842-1848. 1968.

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. GOMES, P.C.; NASCIMENTO. A.H. Valores de Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros e Equações de Predição dos Aminoácidos Digestíveis do Grão e de Subprodutos do Trigo para Aves, 2001.

ONDERCI M.; SAHIN N.; SAHIN K.; CIKIM G.; AYDÍN A.; OZERCAN I.; AYDIN S. Efficacy of supplementation of alfa-amylase producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed a corn-based diet. **Poultry Science**. v. 85, p. 505-510. 2006.

OPALINSKI M. Utilização de enzima e soja integral em rações para frangos formuladas com ingredientes alternativos com base em aminoácidos digestíveis e totais. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

OPALINSKI, M., MAIORKA, A., CUNHA, F., ROCHA, C., BORGES, S.A. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 628-632, 2010.

PARKER, J.; CLACK, B. A.; CLEMENTE-HERNANDEZ, S.; REMUS, J. C.; PIERSON, E. M.; OVIEDO, E. O. Evaluation of an exogenous enzyme (Avizyme) as feed additive to enhance immunity against *Eimeria* spp and replace antibiotics and ionophores in broiler diet. **Poultry Science** v. 83, 2004.

PENZ Jr., A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. Simpósio sobre aditivos na produção de ruminantes e não-ruminantes. Anais. Botucatu: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1998. 398p. p.165-178.

PESSOA, G.B.S., Avaliação de complexo enzimático em dietas de frangos de corte. 2010. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático nas rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.909- 917, 2003.

PUCCI, L.E.A. Efeito do processamento de rações com diferentes níveis nutricionais e suplementadas com enzimas para frangos de corte: desempenho e digestibilidade de nutrientes. 2008. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A. G.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA, R. R.; SILVA, L. R. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1272-1279, 2010.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; et al. Aminoácidos Digestíveis verdadeiros do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cectomizados. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30, p.2046-2058, 2001.

ROLAND D.A. et al. Comparison of Natuphos and Phyzyme as Phytase Sources for Commercial Layers Fed Corn-Soy Diet. **Poultry Science Association**. 2006.

RUTHERFURD S.M.; CHUNG T.K.; MOUGHAN P.J. The effect of microbialphytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. Brit. **Poultry Science**. v. 44, p. 598-606, 2002.

SANTOS JR. A.A.; FERKET P.R.; GRIMES J.L. Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth desempenho and metabolizable energy of turkey poult. Int. J. **Poultry Science**. v. 3, p. 33-45. 2004.

SANTOS, G. C. Alternativa ao uso de Promotores Químicos de Crescimento sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Frangos de Corte. Dissertação do Título de Mestre, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina MG, 2010.

SCHUTTE, J.B.; VAN KEMPEM, G.J.; HAMER, R.J. Possibilites to improve the utilization of feed ingredients rich in non-starches for poultry. In: Conferência Euroea de Avicultura. Barcelona, Anais, p. 128-133. 1990

SELLE, P.H.; RAVIDRAN V. Microbial phytase in poultry nutrition: Review. An. **Feed Science Technology**. 2007.

SOUZA, R.M.de; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V.; RODRIGUES, P.B.; CARVALHO, J.C.C.; BRITO, J.A.G. Efeito da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p.584-590, mar./abr., 2008.

TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; MAIA, R.C. Utilização da farelo de girassol com suplementação enzimática em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, p.50, 2008.

TEJEDOR, A.A., Uso de enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte, 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

TOLEDO, G. S. P.; COSTA, T. P. C.; SILVA, J. H.; CECCANTINI, M. JUNIOR, P. C. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.37, n.2, p.518-523, 2007.

TORRES D.M., TEIXEIRA A.S., RODRIGUES P.B. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.27, n. 6, p.1404-1408, 2003.

VIEIRA, S. L. Utilização de Proteases em Rações de Aves Domésticas. **FACTA – Fundação APINCO de Ciências e Tecnologia Avícolas**. Santos- SP, 2010

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

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: Pré-simpósio de nutrição animal, Santa Maria. Anais... Santa Maria, RS: UFSM. p.37-49, 2001.

3.ARTIGOS

3.1.DESEMPENHO E CARACTERISTICAS DO TRATO DIGESTÓRIO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS À BASE DE MILHO E FARELO SOJA SUPLEMENTADAS COM COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF.

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre os parâmetros de desempenho, pH intestinal (duodeno, jejuno, íleo e ceco), pesos dos órgãos digestivos (proventrículo, moela, pâncreas e fígado), comprimento intestinal (intestino, duodeno, jejuno, íleo e ceco) e umidade da cama na produção de frangos de corte. Foram utilizados 600 pintainhas de um dia de idade, da linhagem Cobb 500, criados até 42 dias. As aves foram distribuídas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão do complexo enzimático (0; 0,100; 0,200; 0,300 e 0,400 kg/ton) e seis repetições de 20 aves por unidade experimental. Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) da inclusão dos diferentes níveis do complexo enzimático SSF sobre os parâmetros de ganho em peso, consumo de ração e conversão alimentar, pH intestinal, peso dos órgãos digestivos, comprimento intestinal e umidade da cama.

Palavra Chave: aves, enzimas, intestino e umidade cama.

ABSTRACT – The objective of this work was to evaluate the effect of different inclusion levels of an enzyme complex consisting of phytase, protease, xylanase, beta-glucanase, cellulase, amylase and pectinase in diets based on corn and soybean meal on the parameters performance, intestinal pH (duodenum, jejunum, ileum and cecum), weights of digestive organs (proventriculus, gizzard, pancreas and liver), intestinal length (intestine, duodenum, jejunum, ileum and cecum) and litter humidity in the production broiler. 600 chicks were used a day-old Cobb 500, created within 42 days. The birds were distributed according to a completely randomized design with five levels of inclusion of the enzyme complex (0, 0.100, 0.200, 0.300 and 0.400 kg / ton) and six replicates of 20 birds per experimental unit. No significant effects were observed ($P>0.05$) the inclusion of different levels of the enzyme complex SSF on the parameters of weight gain, feed intake and feed conversion, intestinal pH, weight of digestive organs, intestinal length and litter moisture.

Keyword: poultry, enzymes, intestine, litter humidity.

1. INTRODUÇÃO

As rações de frangos de corte no Brasil possuem, tradicionalmente em sua composição, milho e farelo de soja, pois estes são alimentos altamente digestíveis e com elevada disponibilidade no país. No entanto, estes ingredientes também possuem fatores antinutricionais, como os PNA's e o ácido fítico, comprometendo o aproveitamento dos nutrientes pelas aves. Deste modo, a utilização de enzimas exógenas tem sido indicada para melhorar o valor nutricional das dietas à base de milho e soja.

Na última década, o emprego de enzimas na alimentação animal passou por uma evolução, tanto em dimensão e abrangência de mercado, como em compreensão científica (BEDFORD & PARTRIDGE, 2010). A combinação de diferentes enzimas aumenta a degradação dos fatores antinutricionais dos grãos e melhora a digestibilidade dos nutrientes (FRANCESCH & GERAERT, 2009). Segundo Brenes *et al.* (1993) e Jarone *et al.* (1999), a suplementação enzimática resulta em alterações no sistema digestivo e benefícios no desempenho produtivo das aves.

A suplementação de complexo enzimático em rações à base de milho e farelo de soja para aves tem sido avaliada e resultados benéficos vêm sendo relatados (BARBOSA *et al.*, 2008; PUCCI *et al.*, 2010; HOOGE *et al.*, 2010; FORTES *et al.*, 2012), principalmente sobre o melhor aproveitamento dos nutrientes e desempenho das aves, porém alguns resultados obtidos não evidenciaram os benefícios da inclusão de enzimas exógenas (FISCHER *et al.*, 2002; KOCHER *et al.*, 2003; NOVAK *et al.*, 2008).

Vários fatores podem afetar a ação das enzimas nos alimentos. Deste modo, o emprego de complexo enzimático tem sido estudado intensamente na nutrição de aves. Segundo Acomovic & Mc Cleary, (1996), a atividade das enzimas é influenciada pelo processamento da ração, pH e comprimento intestinal, umidade, temperatura, antagonismo entre enzimas endógenas e exógenas, ingredientes usados na ração, atividade e concentração das enzimas.

Desta forma, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis do complexo enzimático SSF (solidstatefermentation), em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre os parâmetros de ganho em peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), pH intestinal, peso dos órgãos digestivos, comprimento intestinal e umidade da cama até os 42 dias de idade das aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido nas instalações do setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no Campus JK, na cidade de Diamantina, MG, Brasil, no período de 17 de abril a 30 de maio de 2013.

Foram utilizadas 600 pintainhas de corte, fêmeas, com um dia de idade da linhagem Cobb 500, criadas até os 42 dias. As aves foram distribuídas segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão do complexo enzimático SSF e seis repetições de 20 aves cada. Os cinco níveis de complexo enzimático foram: (T1) ração basal, sem inclusão do complexo enzimático; (T2) Ração basal + 100 g/ton de ração do complexo enzimático; (T3) Ração basal + 200 g/ton de ração do complexo enzimático; (T4) Ração basal + 300 g/ton de ração do complexo enzimático; (T5) Ração basal + 400 g/ton de ração do complexo enzimático. O complexo enzimático SSF é composto por sete diferentes enzimas: fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria com piso cimentado e telhas de fibrocimento, a 1384m de altitude, distribuídas em 30 boxes de 1,62 x 1,55m, perfazendo 2,5m² cada, com 20 aves por unidade experimental. Cada boxe foi equipado com um comedouro tubular, um bebedouro pendular e como fonte de aquecimento uma lâmpada infravermelha de 250W. O material utilizado como cama foi a maravalha de madeira com espessura de aproximadamente 10 cm. Foi realizado o registro diário de temperatura e umidade relativa interna do galpão, às 09:00 e 15:00 horas, com uso de um termo higrômetro THDL – 400 Instrutherm.

A ração e a água foram fornecidas *ad libitum* às aves durante todo período experimental. Foi utilizado um programa de alimentação com três fases de criação, sendo inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias), de acordo com as recomendações de Rostagno *et al.* (2011). As rações fareladas foram isonutritivas à base de milho e farelo de soja, com valores nutricionais idênticos para cinco dietas utilizadas, diferindo apenas quanto aos níveis do complexo enzimático utilizado, em substituição aos níveis de inerte usados (Tabela 1)

A ração fornecida e as aves foram pesadas aos 01, 21 e 42 dias de idade, para a determinação do ganho em peso corporal (g/ave), do consumo de ração (g/ave) e da conversão alimentar (g/g). Ao final de cada fase (21 e 42 dias), duas aves com peso corporal médio (\pm 5% de variação do peso) de cada unidade experimental foram insensibilizadas e abatidas por

deslocamento cervical e evisceradas para a determinação do peso dos órgãos digestivos (proventrículo, moela, pâncreas e fígado), comprimento e pH de cada secção intestinal. Para isso, o trato digestório foi seccionado em proventrículo, moela, duodeno (a partir da moela até ductos pancreáticos), jejuno (a partir da extremidade do duodeno até o divertículo de Meckel), íleo (após o divertículo de Meckel até a junção ileocecal) e cecos, que foram amarrados para evitar a mistura da digesta.

O pH foi medido duas vezes, utilizando o pHmetro digital, de acordo com Pang & Applegate (2007). Os comprimentos do intestino e dos seus segmentos foram obtidos pela medição do início ao fim de cada secção, a partir do duodeno. Na avaliação do peso dos órgãos digestivos, a pesagem do proventrículo, moela, pâncreas e fígado foram realizados, separadamente, em balança de precisão, sendo na moela, removido gordura, conteúdo e membrana. Os pesos relativos dos órgãos foram calculados em relação ao peso corporal e expressos em porcentagem (%).

Aos 21 e 42 dias, também foram coletadas cinco amostras de cama (2 kg), em pontos aleatórios nos boxes. As amostras coletadas foram homogeneizadas e foi retirada uma amostra de, aproximadamente 250g, a qual foi seca em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 horas. Logo após, a amostra foi moída e seca a 105°C, durante 12 horas. A diferença de peso foi utilizada para determinar o teor de umidade da cama.

Os resultados experimentais do desempenho das fases 1 a 21, 21 a 42 e da fase total de 1 a 42 dias, juntamente com os dados pH e comprimento intestinal, peso relativo dos órgãos digestivos e umidade da cama foram submetidos à análise de regressão, ao nível de 5 % de significância, utilizando o programa SAS (2002).

Tabela 1. Composição das rações experimentais.

Ingredientes (g/kg)	Fases de criação		
	Inicial	Crescimento	Final
Milho	612,7	641,8	668,1
Farelo de Soja	334,2	302,7	266,3
DL- Metionina	2,9	2,1	1,6
Fosfato bicalcico	14,9	11,6	2,0
Calcário	9,2	8,2	0,0
Suplemento Vitamínico ¹	1,0	1,0	1,0
Suplemento Mineral ²	0,5	0,5	0,5
L-Treonina	0,7	0,1	0,0
L-Lisina	2,5	1,4	1,0
Sal	4,6	4,4	4,2
Óleo de Soja	16,9	26,4	31,7
Complexo enzimático ³	0,0	0,0	0,0
Inerte ⁴	0,4	0,4	0,4
Total	1.000,0	1.000,0	1.000,0
Composição calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3100	3150
Proteína Bruta, (g/kg)	204,0	190,0	175,0
Fibra Bruta, (g/kg)	27,4	26,3	25,0
Lisina digestível,(g/kg)	11,65	10,05	8,92
Metionina digestível,(g/kg)	5,59	4,68	4,03
Met + Cist digestível,(g/kg)	8,39	7,33	6,51
Cálcio (g/kg)	8,09	6,38	7,59
P disponível,(g/kg)	3,86	3,19	2,64
Treonina Digestível,(g/kg)	7,57	6,53	5,98
Sódio,(g/kg)	2,0	1,95	1,85

¹Níveis de garantia por kg do produto (Mín): Ácido Fólico 750 mg, Ácido Pantotênico 12 g, B.H.T 1.000 mg, Biotina 25 mg, Niacina 35 g, Vitamina A 8.000.000 UI, Vitamina B1 1.500mg, Vitamina B12 12.000mg, Vitamina B2 5.000mg, Vitamina B6 2.800mg, Vitamina D3 2.000.000UI, Vitamina E 15.000 UI, Vitamina K3 1.800mg.

² Níveis de garantia por kg do produto (Mín): Cobre 20 g, Ferro 96 g, Iodo 1.400 mg, Manganês 156 g, Selênio 360 mg, Zinco 110 g.

³Allzyme SSF- Alltech Ind.: Níveis mínimos de atividade enzimática: fitase 300 UF/g protease 700 UI; xilanase 100 UI/g; β -glucanase 200 UI/g; celulase 40 UI/g; α -amilase 30 UA/g e pectinase 4000 UI/g.

⁴ Areia fina e lavada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa interna do galpão foram 21,05°C e 64,48% de UR, respectivamente. Os diferentes níveis de inclusão do complexo enzimático não promoveram diferenças significativas ($P>0,05$) no ganho em peso, consumo de ração e conversão alimentar dos frangos de corte na fase de 1 a 21 dias (Tabela 2). Estes resultados corroboramos encontrados por Costa *et al.* (1996), Strada *et al.* (2005), Santos *et al.* (2006) e Pinheiro *et al.* (2008) que, suplementando complexo enzimático (carboidrases e proteases) em dietas para frangos de corte na fase inicial, não encontraram efeito significativo sobre as variáveis de desempenho.

Tabela 2. Valores médios de ganho em peso (g) consumo de ração (g) e conversão alimentar (g/g) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático nas dietas, no período de 1 a 21 dias.

Desempenho 1 a 21 d	Níveis de adição CE (kg/ton)					Valor P		
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400	CV	Linear	Quadrática
GP (g/ave)	857	865	889	875	875	3,23	0,2664	0,2592
CR (g/ave)	1203	1209	1209	1217	1209	3,86	0,7414	0,9058
CA (g/g)	1,40	1,40	1,36	1,39	1,38	2,05	0,2573	0,2529

CV=coeficiente de variação (%); Valor P=Nível de significância da análise de regressão.

Embora o ganho em peso e a conversão alimentar não tenham variado significativamente entre os tratamentos, foram observados aumento de até 3,60% no valor de ganho em peso e melhora de 2,86% no valor absoluto da conversão alimentar até o nível de 0,200 kg/ton. A partir deste nível, observou-se a redução destes parâmetros. Isto indica que em dietas à base de milho e farelo de soja, não há substratos suficientes para inclusão de níveis superiores a 0,200 kg/ton deste complexo enzimático.

Torres *et al.* (2003) utilizando diferentes níveis (0,5, 1,0 e 1,5 g/kg) de complexo enzimático (amilase, protease e xilanase), em dietas à base de milho e farelo de soja, verificaram melhoria na conversão alimentar de frangos de corte aos 28 dias de idade, quando foi adicionado 1,0 g/kg de enzima na dieta. No entanto, Cotta *et al.* (2002), adicionando três diferentes níveis (0,5, 1,0 e 1,5 g/kg) do complexo enzimático (amilase, protease e xilanase), não verificaram diferenças no desempenho dos frangos de corte.

Avaliando a adição de complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase) e diferentes níveis nutricionais em dietas à base de milho e farelo de soja, Pessôa (2010), observou-se aumento significativo ($P < 0,05$) de 3,80% no ganho em peso e melhora de 3,50% na conversão alimentar na fase de 1 a 21 dias, devido à suplementação enzimática. Segundo Pucciet *al.* (2010), a inclusão do complexo enzimático em rações fareladas à base de milho e soja, promoveu melhora de 4,4% na conversão alimentar das aves na fase de 1 a 21 dias ($P < 0,05$).

A melhora do desempenho na fase inicial (7- 21 dias) se deve a maior eficácia das enzimas exógenas (principalmente xilanase e β -glucanase) em complementar à ação das enzimas endógenas em frangos de corte na fase de crescimento (WANG *et al.*, 2005). Nesta fase, os órgãos do trato digestório e os sistemas enzimáticos ainda estão em desenvolvimento e por isso os animais têm menor capacidade em degradar os alimentos e aproveitar os nutrientes. Assim, a redução dos fatores antinutricionais e melhora na digestibilidade dos nutrientes provenientes da suplementação enzimática são capazes de influenciar, positivamente, o desempenho das aves nesta fase.

Não foi observado efeito dos níveis do complexo enzimático ($P > 0,05$) no desempenho das aves também para o período de 21 a 42 dias (Tabela 3). Pucciet *al.* (2010) relataram que o complexo enzimático não influenciou o desempenho das aves no período de 21 a 42 dias, corroborando os resultados de Rodrigues *et al.* (2003), Pucciet *al.* (2003), Costa *et al.* (2004) e Strada *et al.* (2005), que também não verificaram influência da utilização de complexos enzimáticos compostos por carboidrases e proteases em rações à base de milho e farelo de soja, no desempenho de frangos de corte, nesta mesma fase.

Pessôa (2010) observou persistência na melhora do desempenho entre as fases, aumentando 3,75% no ganho em peso e melhora de 2,40% na conversão alimentar, devido à suplementação enzimática, resultados similares, mas inferiores aos observados pelo autor na fase inicial. Apesar de menos observada, as enzimas exógenas adicionadas em dietas à base de milho e farelo de soja também podem melhorar a eficiência alimentar e o desempenho das aves nas fases finais, como observaram Zanella *et al.* (1999), Toledo *et al.* (2007), Souza *et al.* (2008), para variáveis de desempenho. No entanto, não foram observados resultados neste experimento.

Tabela3. Valores médios de ganho em peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g/g) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático nas dietas, no período de 21 a 42 dias.

Desempenho 21 a 42 d	Níveis de adição CE (kg/ton)					Valor P		
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400	CV	Linear	Quadrática
GP (g/ave)	1834	1787	1778	1802	1776	3,81	0,2915	0,4548
CR (g/ave)	3423	3397	3439	3475	3433	3,22	0,4866	0,7623
CA (g/g)	1,88	1,90	1,93	1,93	1,93	3,25	0,0639	0,1141

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

Os parâmetros de desempenho não foram afetados pelos diferentes níveis de inclusão do complexo enzimático ($P>0,05$) no período total 1 a 42 dias de idade (Tabela 4). Estes resultados corroboram os encontrados por Lima *et al.*, 2002, Fischer *et al.* (2002), Kocheret *al.* (2003), Opalinskiet *al.* (2010) e Cardoso *et al.* (2011), que também não observaram benefícios da utilização de distintos complexos enzimáticos sobre o desempenho de aves alimentadas com dietas à base de milho e soja, no mesmo período avaliado.

Tabela 4. Valores médios de ganho em peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g/g) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático nas dietas, no período de 1 a 42 dias.

Desempenho 1 a 42 d	Níveis de adição CE (kg/ton)					Valor P		
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400	CV	Linear	Quadrática
GP (g/ave)	2691	2650	2737	2676	2652	3,58	0,6876	0,6796
CR (g/ave)	4324	4332	4476	4367	4386	3,95	0,5160	0,5589
CA (g/g)	1,62	1,64	1,64	1,63	1,65	3,74	0,2639	0,5355

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

Os dados de desempenho encontrados no experimento estão de acordo com os relatados por Luder (2010), que não encontraram benefícios da inclusão de 0,200 kg/ton do mesmo complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase), utilizado no experimento em dietas com farelo de arroz, em nenhum dos períodos avaliados. Da mesma maneira Manzkeet *al.* (2010), ao suplementar as dietas à base de milho e soja com este complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase,

amilase e pectinase) para poedeiras, não encontraram diferenças em nenhum dos parâmetros avaliados. Segundo Borges (2005), há possibilidade de não ocorrer respostas no desempenho dos animais com a suplementação enzimática. Isso pode ser devido a vários fatores como: concentração e composição do complexo enzimático, processamento das rações, fatores que podem desnaturar as enzimas e período de estocagem.

Cardoso *et al.* (2011) atribuem a ausência de resposta significativa à adição do complexo enzimático composto por xilanase, pectinase e β -glucanase em dietas à base de milho e soja à baixa disponibilidade de substrato para atuação enzimática. Segundo os pesquisadores, o milho possui baixa quantidade de pectinas e os valores de β -glucanos muitas vezes não são relatados ou são desprezíveis neste ingrediente. Segundo Moura *et al.* (2012), ao se utilizar enzimas em dietas *ad libitum*, os efeitos das mesmas podem ser mascarados, devido ao excesso de nutrientes disponíveis a partir da dieta. Desta forma, não se consegue visualizar a diferença do ganho de peso oriundo dos nutrientes da dieta do ganho de peso dos nutrientes fornecidos pela ação enzimática. Fraiha *et al.* (1997) sugerem que, dietas com menor densidade energética evidenciam melhor a resposta de desempenho dos animais, em função do efeito da enzima sobre a liberação energética dos alimentos.

Yu & Chung (2004) avaliando o efeito da suplementação enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho de frangos de corte nas estações quentes e frias verificou que a resposta obteve maior magnitude na estação quente. Kidd *et al.* (2001) relataram que a suplementação com uma preparação enzimática que continha α -galactosidase em dietas à base de milho e soja, beneficiou o desempenho produtivo em frangos de corte criados em condições de temperaturas quentes de 1 a 49 dias. A melhora no desempenho com a utilização de enzimas também foram observadas por Costa *et al.* (2004), Barbosa *et al.* (2008) e Pucci *et al.* (2010). Estes resultados evidenciam o benefício da suplementação enzimática em rações de aves, efeito não observado neste trabalho, provavelmente devido ao fato de ter sido conduzido em estação fria, com fornecimento *ad libitum* das dietas experimentais, que foram à base de milho e farelo de soja, com os níveis nutricionais e densidades energéticas elevadas.

Não foi verificada diferenças significativas ($P > 0,05$) dos níveis de suplementação enzimática aos 21 e 42 dias para os resultados de pH (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Jia *et al.* (2008), que avaliando a suplementação de complexo enzimático (celulase, pectinase, xilanase, glucanase, mananase e galactanase) em dietas à base de milho e trigo, não verificaram diferença significativa nos valores de pH intestinal de frangos de corte. Mirzaie *et al.* (2012), e, também, não observaram efeito no pH dos órgãos do

trato digestório, avaliando a suplementação de enzimas (xilanases) nas dietas com níveis de trigo para poedeiras.

Tabela 5. Valores médios de pH do proventrículo, moela, duodeno, jejuno, íleo e ceco de frangos de corte aos 21 e 42 dias, alimentados com diferentes níveis do complexo enzimático nas dietas.

	Níveis de adição CE (kg/ton)					CV	Valor P	
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400		Linear	Quadrática
pH 21 dias								
Proventrículo	3,60	3,35	3,48	3,68	3,48	16,57	0,8915	0,9670
Moela	2,21	2,21	2,21	2,30	2,05	13,66	0,5604	0,5850
Duodeno	6,30	5,99	6,13	6,25	6,01	3,37	0,2976	0,5541
Jejuno	6,20	6,12	6,07	6,12	6,03	2,65	0,1114	0,1282
Íleo	6,05	6,17	6,01	5,86	6,14	5,44	0,7566	0,7546
Ceco	6,55	6,46	6,50	6,35	6,32	3,64	0,0617	0,1774
pH 42 dias								
Proventrículo	3,34	3,36	3,36	3,88	3,37	11,93	0,3285	0,4633
Moela	2,98	2,57	2,85	3,06	2,68	11,68	0,9526	0,9738
Duodeno	5,79	5,93	5,66	5,94	5,97	3,54	0,2071	0,2874
Jejuno	6,07	6,12	6,07	6,08	6,17	1,46	0,1618	0,2064
Íleo	6,07	6,00	5,91	6,16	6,04	3,75	0,6889	0,7411
Ceco	6,33	6,17	6,26	6,38	6,29	6,16	0,7600	0,9172

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

Com relação aos pesos relativos (%) do proventrículo, moela, pâncreas e fígado encontrados aos 21 e 42 dias (Tabela 6), não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) dos níveis de inclusão do complexo enzimático.

Os resultados observados estão de acordo com os encontrados por Santos *et al.* (2006), que não relataram efeito significativo da adição do complexo enzimático nas rações à base de milho ou sorgo sobre os pesos relativos de proventrículo, moela, fígado e pâncreas dos frangos aos 21 dias de idade. Porém, aos 42 dias de idade, observaram um aumento significativo dos pesos relativos do proventrículo, da moela e do pâncreas, resultados que divergem dos encontrados por Breneset *al.* (1993), que, adicionando xilanase em dieta à base de cevada, observaram menor peso relativo do proventrículo, pâncreas e fígado.

Tabela 6. Valores médios de peso relativo (%) do proventrículo, moela, pâncreas e fígado de frangos de corte aos 21 e 42 dias, alimentados com diferentes níveis do complexo enzimático nas dietas.

	Níveis de adição CE (kg/ton)					CV	Valor P	
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400		Linear	Quadrática
Peso relativo aos 21 dias (%)								
Proventrículo	0,61	0,52	0,54	0,52	0,49	28,37	0,2266	0,4688
Moela	1,73	1,75	1,72	1,74	1,85	14,74	0,4893	0,6613
Pâncreas	0,28	0,29	0,27	0,28	0,29	12,47	0,5603	0,8452
Fígado	2,48	2,23	2,52	2,34	2,38	10,77	0,7956	0,9282
Peso relativo aos 42 dias (%)								
Proventrículo	0,45	0,40	0,41	0,40	0,44	20,11	0,4058	0,7178
Moela	1,02	1,06	1,07	1,05	1,14	8,55	0,0707	0,1748
Pâncreas	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	8,11	0,5261	0,7910
Fígado	1,81	1,78	1,90	1,93	1,87	7,87	0,5563	0,8291

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

Zanella *et al.* (1999) não constataram diferença significativa no peso do pâncreas com a suplementação enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja. Porém, Wang *et al.* (2005), adicionando diferentes níveis (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg/kg de enzima) de complexo enzimático (xilanase e β -glucanase) em dietas à base de trigo para frangos de corte, observou-se, aos 21 e 42 dias, a redução geral do peso relativo do fígado e pâncreas com os níveis crescentes de suplementação enzimática. Segundo Brenes *et al.* (1993), Viveros *et al.* (1994) e Jaroniet *et al.* (1999) o aumento da digestibilidade de nutrientes na presença de enzimas em dietas à base de trigo ou cevada pode causar uma redução no tamanho do aparelho digestivo e pâncreas, o que aumenta a retenção de nutrientes e formação de tecidos comestíveis (MARQUARDT *et al.*, 1996).

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de suplementação enzimática sobre o comprimento do intestino, duodeno, jejuno, íleo e ceco (Tabela 7). Pettersson&Aman (1989) demonstraram que o intestino delgado de aves alimentadas com dietas contendo trigo sem complexo enzimático foi, em média, 3% mais longo do que o de aves que receberam as dietas suplementadas. Wang *et al.* (2005) adicionando diferentes níveis (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg/kg de enzima) de complexo enzimático (xilanase e β -glucanase), em dietas à base de trigo para frangos de corte, verificou uma redução geral no

comprimento do intestino anterior, íleo e ceco com os níveis crescentes de suplementação enzimática. Segundo Jaroniet *al.* (1999) a suplementação enzimática em dietas à base de trigo, permite que as aves tenham a morfologia intestinal igual a de aves que recebem dieta a base de milho e soja.

Tabela 7. Valores médios de o comprimento (cm) do intestino, duodeno, jejuno, íleo e ceco de frangos de corte aos 21 e 42 dias, alimentados com diferentes níveis do complexo enzimático nas dietas.

	Níveis de adição CE (kg/ton)					CV	Valor P	
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400		Linear	Quadrática
Comprimento aos 21 dias (cm)								
Intestino	136,58	135,04	135,89	135,85	138,00	9,81	0,8245	0,9247
Duodeno	20,99	23,25	24,08	23,15	23,29	10,10	0,1488	0,0867
Jejuno	56,84	54,93	58,9	55,27	55,24	8,12	0,6313	0,7718
Íleo	51,58	50,17	50,59	48,05	51,61	12,40	0,7949	0,7334
Ceco	6,63	6,77	6,43	7,61	6,48	11,49	0,6273	0,6602
Comprimento aos 42 dias (cm)								
Intestino	176,04	176,13	181,96	180,58	178,67	4,81	0,3757	0,4665
Duodeno	29,75	29,33	29,38	30,38	29,92	6,08	0,5459	0,7936
Jejuno	68,33	69,96	71,25	72,71	71,83	5,38	0,0602	0,0640
Íleo	70,29	69,58	71,75	70,38	69,29	6,39	0,8304	0,7969
Ceco	7,63	7,71	7,67	7,08	7,50	15,78	0,5564	0,8417

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

Os diferentes níveis de suplementação enzimática não influenciaram significativamente ($P>0,05$) os valores de umidade da cama (Tabela 8). Estes resultados confirmam os encontrados por Bozzuti (2009), que não observou efeito significativo da adição de complexo enzimático (celulase, protease e amilase) em dietas com sorgo ou girassol, substituindo o milho, sobre a umidade da cama aos 21, 42 e 49 dias de criação em frangos de corte.

Avaliando a inclusão de complexo enzimático em dietas à base de milho e farelo de soja, com níveis de substituição do milho por tritcale para frangos de corte, Fraihaet *al.* (1997) não observaram diferença significativa ($P>0,05$) na umidade da cama aos 21 e 42 dias em nenhuma das dietas. Resultados diferentes foram encontrados por Pettersson e Aman (1988),

que, em dietas com alimentos ricos em PNA's, observou redução da umidade da cama, com a utilização de complexo enzimático. Além de ser influenciada pela viscosidade da digesta, a umidade da cama também é dependente de fatores ambientais, como umidade temperatura e ventilação.

Tabela 8. Valores médios de umidade da cama (%) de frangos de corte no período de 21 e 42 dias de idade, alimentados com diferentes níveis do complexo enzimático nas dietas.

Umidade cama (%)	Níveis de adição CE (kg/ton)					CV	Valor P	
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400		Linear	Quadrática
21 dias	21,62	21,77	23,07	25,06	20,04	14,04	0,1926	0,2189
42 dias	35,74	36,04	34,17	34,07	39,01	9,74	0,3482	0,0916

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

De acordo com os resultados encontrados, os diferentes níveis do complexo enzimático não influenciaram os parâmetros produtivos de frangos de corte até os 42 dias, o que pode ter ocorrido em função do elevado valor nutricional das rações, e a qualidade e pequena quantidade de fibras presente no milho e farelo de soja.

4. CONCLUSÃO

A inclusão de diferentes níveis do complexo enzimático SSF em rações para frangos de corte não influenciam significativamente o consumo de ração, o ganho em peso, a conversão alimentar, os pesos dos órgãos digestivos, o pH intestinal, o comprimento intestinal e a umidade da cama.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APAJALAHTI, J.; KETTUNEN, A.; GRAHAM, H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, p.223-232, 2004.
- BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BORGES, F.M.O., Avanços nutricionais para otimização de resultados na avicultura. FORUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA., ANAIS... Foz do Iguaçu. Editora Animalworld, p. 185-194, 2005.
- BOZZUTI, S.R.A., 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.
- BRENES, A., W. GUENTER, R. R. MARQUARDT, AND B.A. ROTTER, Effect of β -glucanase/pentosanase enzyme supplementation on the performance of chickens and laying hens fed wheat, barley, naked oats and rye diets. *Can. J. Anim. Sci.* 73:941-951, 1993.
- CARDOSO, D.M, MACIEL, M.P., PASSOS, D.P., SILVA, F.V., REIS, S.T. AIURA, F.S. Effect of the use of enzymatic complex in diets for broilers. **Archivos Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1053-1064, 2011.
- COSTA, F. G. P.; CLEMENTINO, R. H.; JÁCOME, I. M. T. D.; NASCIMENTO, G. A. J.; PEREIRA, W. E. Utilização de Subprodutos de Origem Animal em Dietas para Frangos de Corte com Base no Conceito de Proteínas Bruta e Ideal, no Período de 43 a 49 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2060-2065, 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**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 852-857, 2002.
- FISCHER, G., MAIER, J.C., RUTZ, F., BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 1, p. 402-410, 2002.
- FORTES, B.D.A.; CAFÉ, 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. Brasil**, Goiânia, v.13, n.1, p. 24 - 32, 2012.
- FRANCESCH, M., GERAERT, P.A. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets, **Poultry Science**, v. 88, p. 1915-1924, 2009.
- FRAIHA, M., FURLAN, A.C., MURAKAMI, A.E., MARTINS, E.N., SCAPINELLO, C., MOREIRA, I. Utilização de complexo multienzimático em rações de frangos de corte contendo tritcale. 2. Ensaio de desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n.4, p. 765-772, 1997.

HOOGE, D.M., PIERCEJ.L., MCBRIDE, K.W., RIGOLINP.J., Meta-analysis of Broiler Chicken Trials Using Diets With or Without Allzyme SSF Enzyme Complex. **International Journal Poultry Science**, v. 9, p. 819-823, 2010.

JARONI, D., SCHEIDELER, S.E. BECK, M.M., WYATT, C. The Effect of Dietary Wheat Middlings and Enzyme Supplementation II: Apparent Nutrient Digestibility, Digestive Tract Size, Gut Viscosity, and Gut Morphology in Two Strains of Leghorn Hens, **Poultry Science**, v. 78, p. 1664–1674, 1999.

JIA, W., SLOMINSKI, B. A., GUENTER, W., HUMPHREYS, A., JONES, O., The Effect of Enzyme Supplementation on Egg Production Parameters and Omega-3 Fatty Acid Deposition in Laying Hens Fed Flaxseed and Canola Seed. **Poultry Science**, v. 87, p. 2005–2014, 2008.

KIDD, M. T., MORGAN, G.W., PRICE, C.J. Enzyme supplementation to cornand soybean meal dietsfor broilers, **Journal Applied Poultry Research**. v. 10, p. 65–70, 2001.

KOCHER, A., CHOCT, M., ROSS, G., BROZ, J., CHUNG, T.K., Effects of Enzyme Combinationson Apparent Metabolizable Energy of Corn–Soybean Meal-Based Diets in Broilers, **Journal Applied Poultry. Research**, v. 12, p. 275–283, 2003.

LIMA, C.F.; HARNICH, F.A.R.; MACARI, M.; PIZAURO JÚNIOR, J.M. Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com suplementação enzimática e probiótica. **ArsVeterinaria**, v.18, p.153-157, 2002

LUDER V.S. Desempenho e Metabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático. 2010. 73p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2011.

MAZKE, N.E., GENTILINI, F.P., GONÇALVES,.F.M. Complexo enzimático em dietas de poedeiras contendo milho e sorgo baixo tanino sobre o desempenho e qualidade dos ovos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., Salvador, 2010, . CD-ROM.

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

MIRZAIE, S.; ZAGHARI, M.; AMINZADEH, S.; SHIVAZAD, M.; MATEOS, G.G. Effects of wheat inclusion and xylanase supplementation of the diet on productive performance, nutrient retention, and endogenous intestinal enzyme activity of laying hens. **Poultry Science**. v. 91, p. 413–425. 2012.

MOURA, G.S.; LANNA, E.A.T.; FILER, K.; FALKOSKI, D.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, M.G.A.; REZENDE, S.T. Effects of enzyme complex SSF (solid state fermentation) in pellet diets for Nile tilapia. **RevistaBrasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p.2139-2143, 2012.

NOVAK C. L. YAKOUT, H. M., REMUS, J., Response to Varying Dietary Energy and Protein With or Without Enzyme Supplementation on Leghorn Performance and Economics. 2. LayingPeriod. **JournalAppliedPoultryResearch**, v. 17, p. 17–33, 2008.

OPALINSKI, M., MAIORKA, A., CUNHA, F., ROCHA, C., BORGES, S.A. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 628-632, 2010.

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

PANG, Y.; APPLGATE, T.J. Effects of dietary Wong and M.D. Lindemann, 1994. The role of feed copper supplementation and copper source on consumption and feed efficiency in copper digesta pH, calcium, zinc and copper complex size stimulated growth. **Journal Animal Science**.v. 72, p. 2385-2394. 2007.

PESSOA, G.B.S., Avaliação de complexo enzimático em dietas de frangos de corte. 2010. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PETTERSON, D. AND P. AMAN. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. **Br. J. Nutr.** 62:139-149, 1989.

PINHEIRO C.C., REGO J.C.C., RAMOS T.A., S. B.K.S. WARPECHOWSKI M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de Corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 984-996, 2008.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático nas rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.909- 917, 2003.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A. G.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA, R. R.; SILVA, L. R. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1272-1279, 2010.

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 de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.171-182, 2003.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA R.F.; LOPES D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO L.S.T.; EUCLIDES R.F. **Tabela Brasileira para Aves e Suínos – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**, 3º Ed. Viçosa. MG Brasil, 252p., 2011.

SANTOS, M.S.V., ESPÍNDOLA, G.B., FUENTES, M.F.F., FREITAS, E.R., CARVALHO, L.E., Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.811-817, 2006.

SAS Institute. SAS (Statistical Analysis System). User's Guide: Statistics. Cary, NC: SAS Institute INC; 2002.

SILVA, E.N., TEIXEIRA, A.S., FIALHO, E.T., BERTECHINI, A.G., SOUZA, P.R.I., Efeitos dos probióticos e antibióticos sobre as vilosidades e pH do trato gastrointestinal de frangos de corte. **Ciência e agrotecnologia**, v.24, p.163-173, dez., 2000.

SLOMINSKI, B.A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets, **Poultry Science**, v. 90, p. 2013–2023, 2011.

SOUZA, R.M.de; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V.; RODRIGUES, P.B.; CARVALHO, J.C.C.; BRITO, J.A.G. Efeito da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p.584-590, mar./abr., 2008.

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, T. P. C.; SILVA, J. H.; CECCANTINI, M. JUNIOR, P. C. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.37, n.2, p.518-523, 2007.

TORRES D.M., TEIXEIRA A.S., RODRIGUES P.B. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.27, n. 6, p.1404-1408, 2003.

VIVEROS, A., A. BRENES, M. PIZARRO, AND M. CASTANO. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. **Animal Feed Science Technology**. V. 48, 237–251, 1994.

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

YU, B., CHUNG, T.K., Effects of Multiple-Enzyme Mixtures on Growth Performance of Broilers Fed Corn-Soybean Meal Diets. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 178–182, 2004.

WANG, Z. R., QIAO, S.Y., LU, W.Q., LI, D.F. Effects of Enzyme Supplementation on Performance, Nutrient Digestibility, Gastrointestinal Morphology, and Volatile Fatty Acid Profiles in the Hindgut of Broilers Fed Wheat-based Diets, **Poultry Science**, v. 84, p. 875–881, 2005.

3.2. METABOLIZABILIDADE E RETENÇÃO DE NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS À BASE DE MILHO E FARELO SOJA SUPLEMENTADAS COM COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF.

RESUMO – Este trabalho foi realizado com objetivo de avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático, composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta, extrato etéreo, cálcio e fósforo, e sobre retenção de nitrogênio, cálcio e fósforo para frangos de corte. Foram utilizados 200 pintainhas de um dia de idade, da linhagem Cobb 500, criados até 25 dias. As aves foram distribuídas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão do complexo enzimático (0; 0,100; 0,200; 0,300 e 0,400 kg/ton) e quatro repetições de 10 aves por unidade experimental. Não foi observado efeito significativo da inclusão dos diferentes níveis de complexo enzimático nos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta. No entanto, o coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo foi influenciado de forma quadrática e linear decrescente ($P < 0,01$), sendo que a melhor metabolizabilidade ocorreu sem suplementação enzimática. Os coeficientes de metabolizabilidade do cálcio e fósforo foram influenciados de forma quadrática e linear crescente ($P < 0,01$), resultando no aumento da retenção de cálcio em 21,39% e de fósforo em 9,56%, reduzindo a excreção de fósforo pelas aves para o ambiente.

Palavra Chave: aves, enzimas, metabolismo, excreção.

ABSTRACT – This study was conducted to evaluate the effect of different inclusion levels of an enzyme complex consisting of phytase, protease, xylanase, beta-glucanase, cellulase, amylase and pectinase in diets based on corn and soybean meal on metabolizability coefficients of dry matter, crude protein, ether extract, calcium and phosphorus, and on retention of nitrogen, calcium and phosphorus for broilers. 200 chicks were used a day-old Cobb 500, set to 25 days. The birds were distributed according to a completely randomized design with five levels of inclusion of the enzyme complex (0, 0.100, 0.200, 0.300 and 0.400 kg/ ton) and four replicates of 10 birds per experimental unit. There was no significant effect of the inclusion of different levels of enzyme complex coefficients in the metabolization of dry matter and crude protein. However the coefficient of metabolizable, etheral extract was quadratically affected and decreased linearly ($P < 0.01$), and the best metabolization occurred without enzyme supplementation. The coefficients metabolization of calcium and phosphorus were affected quadratically and linearly increasing ($P < 0.01$) , resulting in increased calcium retention in 21.39 % and 9.56% phosphorus, reducing phosphorus excretion the birds to the environment.

Keyword: poultry, enzymes, metabolism, excretion.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores de carne de frangos de corte, sendo o maior fornecedor deste produto no mercado mundial (UBABEF, 2013). O grande êxito do Brasil na produção de frangos de corte deve-se à alta capacidade de produção das aves, nutrição adequada e baixos custos de produção.

A maior parte das rações para frangos de corte no país são compostas por milho e farelo de soja, alimentos com alta qualidade nutricional e compatíveis com a maior capacidade produtiva das linhagens modernas de frangos de corte, o que permite ótimos índices produtivos (TEJEDOR *et al.*, 2001). Apesar disso, o milho e o farelo de soja possuem PNA's e fitatos, que prejudicam a digestibilidade dos nutrientes e indisponibilizam nitrogênio, cálcio e o fósforo, podendo prejudicar o desempenho das aves e aumentar a excreção de resíduos poluentes (FORTES *et al.*, 2012).

Pesquisas recentes têm evidenciado efeitos benéficos da suplementação de enzimas exógenas nas dietas avícolas, aumentando a digestibilidade da matéria seca, da gordura e da proteína (MARQUARDT *et al.*, 1996; OLIVEIRA *et al.*, 2007), além de favorecer a absorção de minerais (BERTECHINI, 2006). De acordo com Chauynaronget *al.* (2008), a composição equilibrada de enzimas em complexos enzimáticos resulta em maior disponibilidade para o organismo animal da energia, proteína, aminoácidos, cálcio e fósforo.

A utilização de enzimas exógenas tem sido indicada para melhorar o valor nutricional das dietas à base de milho e farelo de soja, através da degradação dos fatores antinutricionais destes grãos (ZANELLA *et al.*, 1999). Deste modo, melhora-se a digestibilidade dos ingredientes da ração e diminui a poluição ambiental causada por nutrientes, como P, N, Zn e Cu excretados nas fezes (CAMPESTRINI *et al.*, 2005; JUNQUEIRA *et al.* 2007).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis do complexo enzimático SSF, em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), do extrato etéreo (CMEE) da proteína bruta (CMPB), do cálcio (CMCa) e do fósforo (CMP), e sobre a retenção de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e fósforo (P) das rações de frangos de corte na fase inicial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento com frangos de corte Cobb, do 15° ao 25° dia de vida, adotando o método de coleta total de excretas, no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no Campus JK, na cidade de Diamantina, MG, Brasil, no período de 01 a 11 de maio de 2013.

As aves foram criadas do 1° ao 14° dia de idade, em galpão convencional de alvenaria, distribuídas em boxes equipados com comedouro, bebedouro, fonte de aquecimento (lâmpada 250 W) e cama de maravalha, recebendo ração e água ad libitum. No 15°, as aves foram transferidas para gaiolas metabólicas, com comedouro, bebedouro e bandejas metálicas forradas por plásticos, de modo a facilitar a coleta das excretas individuais para cada parcela. Estas aves permaneceram até o 25° dia de ensaio, totalizando 10 dias de período experimental, sendo 5 dias de adaptação das aves às gaiolas e às dietas, seguido de 5 dias de coleta total das excretas.

Foram utilizadas 200 pintainhas de corte, fêmeas, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de 455,6 g, distribuídos segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão de complexo enzimático SSF, quatro repetições e 10 aves por unidade experimental. Os cinco níveis de complexo enzimático foram: (T1) ração basal, sem inclusão do complexo enzimático; (T2) Ração basal + 100 g/ton de ração do complexo enzimático; (T3) Ração basal + 200 g/ton de ração do complexo enzimático; (T4) Ração basal + 300 g/ton de ração do complexo enzimático; (T5) Ração basal + 400 g/ton de ração do complexo enzimático. O complexo enzimático utilizado SSF é composto por sete diferentes enzimas: fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Foi utilizado programa de alimentação de acordo com as recomendações de Rostagno *et al.* (2011). As rações fareladas foram isonutritivas à base de milho e farelo de soja, com valores nutricionais idênticos para cinco dietas utilizadas, diferindo apenas quanto aos níveis do complexo enzimático utilizado, em substituição aos níveis de inerte usados (Tabela 1).

As dietas foram pesadas ao início e no final do período de coleta para quantificar o consumo por unidade experimental. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 hs), evitando desperdício, fermentação das excretas e perda de nutrientes. Após as coletas diárias, as excretas eram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer.

Tabela 1. Composição das rações experimentais.

Ingredientes (g/kg)	Tratamentos				
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400
Milho	612,7	612,7	612,7	612,7	612,7
Farelo de Soja	334,2	334,2	334,2	334,2	334,2
DL- Metionina	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Fosfato bicalcico	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9
Calcário	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Suplemento Vitamínico ¹	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Suplemento Mineral ²	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
L-Treonina	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
L-Lisina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Sal	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Óleo de Soja	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
Complexo enzimático ³	0	0,1	0,2	0,3	0,4
Inerte ⁴	0,4	0,3	0,2	0,1	0
Total	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0
Composição calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína Bruta, (g/kg)	204,0	204,0	204,0	204,0	204,0
Fibra Bruta, (g/kg)	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
Lisina digestível,(g/kg)	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65
Metionina digestível,(g/kg)	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59
Met + Cist digestível,(g/kg)	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39
Cálcio (g/kg)	8,09	8,09	8,09	8,09	8,09
P disponível,(g/kg)	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86
Treonina Digestível,(g/kg)	7,57	7,57	7,57	7,57	7,57
Sódio,(g/kg)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

¹Níveis de garantia por kg do produto (Mín): Ácido Fólico 750 mg, Ácido Pantotênico 12 g, B.H.T 1.000 mg, Biotina 25 mg, Niacina 35 g, Vitamina A 8.000.000 UI, Vitamina B1 1.500mg, Vitamina B12 12.000mg, Vitamina B2 5.000mg, Vitamina B6 2.800mg, Vitamina D3 2.000.000UI, Vitamina E 15.000 UI, Vitamina K3 1.800mg.

² Níveis de garantia por kg do produto (Mín): Cobre 20 g, Ferro 96 g, Iodo 1.400 mg, Manganês 156 g, Selênio 360 mg, Zinco 110 g.

³Allzyme SSF- Alltech Ind.: Níveis mínimos de atividade enzimática: fitase 300 UF/g protease 700 UI; xilanase 100 UI/g; β -glucanase 200 UI/g; celulase 40 UI/g; α -amilase 30 UA/g e pectinase 4000 UI/g.

⁴ Areia fina e lavada.

Para a realização das análises laboratoriais, as excretas foram descongeladas em temperatura ambiente e homogeneizadas para retirada de uma amostra de 300 g. As amostras foram pré-secas a 55°C, por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, a fim de obter a matéria seca ao ar. Logo após, foram moídas em moinhos com 1 mm de *mash*, juntamente com as amostras de rações experimentais preparadas para análise de nitrogênio, extrato etéreo, fósforo e cálcio. As análises químicas das excretas e rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (DZO/UFVJM), de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Uma vez obtidos os resultados, foram calculados a retenção de N, Ca e P, e os CMMS, CMPB, CMEE, CMCa e CMP, por meio das seguintes equações:

$$\text{CMMS} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada} \times 100}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{CMPB} = \frac{\text{PB ingerida} - \text{PB excretada} \times 100}{\text{PB ingerida}}$$

$$\text{CMEE} = \frac{\text{EE ingerido} - \text{EE excretado} \times 100}{\text{EE ingerido}}$$

$$\text{CMCa} = \frac{\text{Ca ingerido} - \text{Ca excretado} \times 100}{\text{Ca ingerido}}$$

$$\text{CMP} = \frac{\text{P ingerido} - \text{P excretado} \times 100}{\text{P ingerido}}$$

Os resultados experimentais de CMMS, CMPB, CMEE, CMCa, CMP e de retenção de N, Ca e P foram submetidos a análise de regressão, ao nível de 5 % de significância, utilizando o programa SAS (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) no CMMS e CMPB (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Luder (2011), que não encontraram benefícios da inclusão de 0,200 kg/ton do complexo enzimático utilizado neste experimento (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase) no CMMS e no CMPB, em dietas com farelo de arroz para frangos de corte. Adeola *et al.* (2008), também não encontraram efeito da suplementação enzimática (pentosanase, α -galactosidase, e amilase) na digestibilidade da matéria seca e do nitrogênio em patos.

Os níveis do complexo enzimático influenciaram de forma linear decrescente e quadrática ($P<0,01$) o CMEE (Tabela 2), segundo as equações: $CMEE = 85,820 - 5,265CE$ ($R^2=0,35$) e $CMEE = 86,516 - 19,201CE + 34,840CE^2$ ($R^2=0,39$), o maior valor de CMEE encontrado foi sem suplementação enzimática, sendo que o nível de 0,275 kg/ton do complexo enzimático foi o que causou a maior redução no CMEE. Pucciet *al.* (2010) verificaram valores inferiores de CMEE quando foi suplementado complexo enzimático (amilase, celulase e protease) em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte na fase inicial. Porém, Zanella *et al.* (1999) e Pinheiro *et al.* (2008) relataram ausência de efeito da suplementação enzimática na digestibilidade da gordura em rações à base de milho e soja.

Apesar de não observado no presente trabalho, os resultados benéficos da suplementação enzimática na metabolizabilidade dos nutrientes em dietas à base de milho e farelo de soja foram relatados por diversos autores. Tejedoret *al.* (2001) e Leite *et al.* (2008) relataram melhora no CMMS, CMPB e CMEE das rações com adição de enzimas, em relação as rações não suplementadas. Da mesma forma, Zanella *et al.* (1999), Rodrigues *et al.* (2003) e Zhou *et al.* (2009) observaram que a adição de complexo enzimático melhorou a digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta em frangos de corte.

Tabela 2. Valores médios dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca CMMS), do extrato etéreo (CMEE) da proteína bruta (CMPB), do cálcio (CMCa) e do fósforo (CMP), para frangos de corte, alimentados com diferentes níveis de complexo enzimático nas dietas.

Coeficiente	Níveis de adição CE (kg/ton)					CV	Valor P	
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400		Linear	Quadrática
CMMS (%)	76,62	77,62	75,04	76,35	76,56	1,676	0,5539	0,5923
CMPB (%)	60,93	64,83	62,30	65,02	64,01	3,685	0,1322	0,2269
CMEE (%)	86,41	85,33	83,58	84,16	84,36	1,113	0,0075	0,0014
CMCa (%)	51,40	52,03	56,95	56,68	56,94	6,376	0,0123	0,0251
CMP (%)	66,35	69,04	71,46	71,76	72,49	2,771	0,0002	0,0004

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

O CMP foi influenciado de forma linear crescente e quadrática ($P<0,01$) pelos níveis de inclusão do complexo enzimático, segundo as equações: $CMP = 67,141 + 15,522CE$ ($R^2=0,58$) e $CMP = 66,359 + 32,517CE - 44,080CE^2$ ($R^2=0,65$). O melhor nível de CE foi estimado em 0,369 kg/ton, permitindo melhora de até 8,31% no CMP. Da mesma maneira o CMCa foi influenciado de forma linear crescente ($P<0,01$) e quadrática ($P<0,05$) pelos níveis de inclusão do complexo enzimático, segundo as equações: $CMCa = 51,653 + 15,597CE$ ($R^2=0,32$) e $CMCa = 50,823 + 32,205CE - 41,518CE^2$ ($R^2=0,35$), atingindo aumento de até 9,93%, com o melhor nível de CE estimado em 0,388 kg/ton. Resultados similares foram encontrados por Tejedoret *al.* (2001), que verificaram benefícios de 8,26% no CMP e de 11,43% no CMCa, com a suplementação enzimática (fitase + complexo amilase, celulase e protease), em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte. Em contra partida, Santos (2005) não encontrou benefícios da inclusão da fitase no CMCa e CMP das dietas com níveis nutricionais adequados.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram em grande parte os encontrados por Barbosa *et al.* (2008) que, suplementando complexo enzimático (amilase, protease e xilanase), em dietas à base de milho e farelo de soja com níveis nutricionais normais, não encontraram efeito da suplementação enzimática no CMMS, CMPB e CMCa. No entanto, a adição do CE aumentou significativamente o CMP em 15,41%. Viana *et al.* (2009) não verificaram efeito da suplementação enzimática (β -glucanases, xilanases, pectinases, proteases e fitase) na digestibilidade da matéria seca e balanço de nitrogênio de dietas à base de milho e farelo de soja com galinhas poedeiras, mas relataram melhora no aproveitamento do cálcio e fósforo.

A enzima fitase, no complexo enzimático, mostrou-se eficiente na maior metabolizabilidade do cálcio e fósforo neste trabalho, porém o aumento da metabolizabilidade do P e Ca não foram suficientes para melhorar o CMMS, que expressa a metabolizabilidade dos nutrientes. Neste experimento, este resultado está ligado a ausência de resultados benéficos no CMPB e CMEE.

De acordo com Garcia *et al.*, (2000) e Leite *et al.* (2011), a falta de resultados benéficos na digestibilidade das rações por alguns complexos enzimáticos, deve-se a ausência das enzimas galactosidases, já que a maior parte dos fatores antinutricionais do farelo de soja (rafinose e estaquiose) são degradadas por estas enzimas, responsáveis pela melhora do aproveitamento de dietas à base de milho e farelo de soja. Pinheiro *et al.* (2008) não observaram efeito benéfico da suplementação enzimática (α -galactosidase, celulase, amilase, protease) no CMMS, CMPB e EMA em dietas à base de milho e farelo de soja, com baixa fibra em frangos de corte. Porém, os autores observaram benefício das enzimas em todos estes parâmetros, com dietas de alto teor de fibra, o qual é explicado pela maior quantidade de substratos para ação enzimática.

Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) dos níveis de adição do complexo enzimático na retenção de nitrogênio (Tabela 3). A falta de efeito benéfico da suplementação enzimática no aproveitamento da proteína também foi observado por Novak *et al.* 2008, que não verificaram efeito da inclusão do complexo enzimático (amilase, protease e xilanase) na digestibilidade da proteína bruta e balanço de nitrogênio das dietas à base de milho e farelo de soja, com dois níveis de energia metabolizável e proteína bruta para poedeiras.

Tabela 3. Valores médios de retenção de nitrogênio, cálcio e fósforo (g/ave) para frangos de corte, alimentados com diferentes níveis do complexo enzimático nas dietas.

Item	Níveis de adição CE (kg/ton)					CV	Valor P	
	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400		Linear	Quadrática
N retido	14,17	15,66	14,73	16,05	15,12	7,514	0,2482	0,2759
Ca retido	2,50	2,82	3,23	3,00	3,21	8,765	0,0021	0,0028
P retido	1,96	2,20	2,30	2,30	2,36	6,675	0,0020	0,0025

CV=coeficiente de variação (%); Valor P = Nível de significância da análise de regressão.

A quantidade de Ca retido pelos frangos de corte foi influenciada significativamente ($P < 0,01$), segundo as equações: $CaRET = 2,6291 + 1,6132CE$ ($R^2=0,42$), $CaRET = 2,5073 + 4,0500CE - 6,0920CE^2$ ($R^2=0,50$). O nível de 0,332 kg/ton melhorou em 21,39% na retenção

de cálcio (Tabela 3). Os resultados observados estão de acordo com os encontrados por Scheideler *et al.* (2005), que verificaram melhora de 15,0% na retenção de cálcio por galinhas poedeiras alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja, em função da suplementação de complexo enzimático (amilase, protease e xilanase).

Os valores de P, retido pelos frangos de corte, foram influenciados significativamente ($P < 0,05$), segundo as equações: $PRET = 2,0355 + 0,9375CE$ ($R^2=0,46$), $PRET = 1,9742 + 2,2689CE - 3,4534CE^2$ ($R^2=0,55$), sendo que o nível de 0,329 kg/ton permite a melhora de 9,56% na retenção de fósforo (Tabela 3). Estes resultados estão de acordo com Cowieson *et al.* (2006) que, analisando níveis da inclusão de fitase (150, 300, 600, 1,200, 2,400, e 24,000 U/kg) em dietas controle negativo à base de milho e farelo de soja, verificaram que o benefício na metabolizabilidade do fósforo acompanhou os níveis crescentes de fitase.

Os resultados encontrados demonstraram que a enzima fitase, presente no complexo enzimático, foi eficiente em disponibilizar o fósforo que estava em forma de fitato. Resultados benéficos da suplementação do mesmo complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase) também foram encontrados por Pessoa *et al.* (2010), que relataram melhora na retenção de 10,26% deste nutriente em função da ação enzimática. Estes resultados corroboram os descritos por Juanpere *et al.* (2005), que verificaram a melhora na retenção de fósforo devido a enzima fitase. Quando incluída junto a β -glucanase, melhoram o aproveitamento do cálcio pelos frangos de corte em dietas à base de milho.

De acordo com os resultados encontrados os diferentes níveis do complexo enzimático, não influenciaram a metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta, o que pode ter ocorrido em função da qualidade e quantidade de substrato presente na ração experimental à base de milho e farelo de soja (2,74% de fibra bruta). No entanto, benefícios na metabolizabilidade do cálcio e fósforo foram verificados, resultando na melhor retenção destes minerais, reduzindo a excreção de fósforo pelas aves para o ambiente.

4. CONCLUSÃO

A inclusão do complexo enzimático SSF em frangos de corte não beneficiam a metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e a retenção de nitrogênio, mas melhora a metabolizabilidade do fósforo e cálcio, sendo recomendados os níveis de 0,329 e 0,332 kg/ton, respectivamente, para maior retenção destes minerais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O., SHAFER D. J., NYACHOTI C. M. Nutrient and Energy Utilization in Enzyme-Supplemented Starter and Grower Diets for White Pekin Ducks. 2008 **Poultry Science**, v. 87, p. 255–26, 2008.
- BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. Editora UFLA, Lavras, 301p, 2006.
- CHAUYNARONG, N., IJI, P.A., ISARIYODOM, S., MIKKELSEN L. The influence of an exogenous microbial enzyme supplement on feed consumption, body growth and follicular development of pre-lay pullets on maize- soy diets. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, p. 257-262, 2008.
- COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 293–305, 2005.
- FORTES, B.D.A.; CAFÉ, 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. Brasil**, Goiânia, v.13, n.1, p. 24 - 32, 2012.
- GARCIA, E.R.M., MURAKAMI, A.E., BRANCO A.F., FURLAN, A.C., MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p 1414-1426, 2000.
- JUANPERE, J., PÉREZ-VENDRELL, A.M., ANGULO, A., BRUFAU, J. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutrient digestibility in broilers. **Poultry Science**, v. 84, p. 571–580, 2005.
- LEITE, J.L.B., RODRIGUES, P.B., FIALHO, E.T., FREITAS, R.T.F., NAGATA, A.G., CANTARELLI, V.S. Efeito da adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento de energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias idade. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1292-1298, 2008.
- LEITE, J.L.B., LEANDRO, N.S. M., STRINGHINI, J.H, CAFÉ, M.B., GOMES, N.A., FILH, M.R.J. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milheto e complexo enzimático. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p.280-286, mar. 2011.
- LUDER V.S. Desempenho e Metabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático. 2010. 73p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2011.

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

NOVAK C. L. YAKOUT, H. M., REMUS, J., Response to Varying Dietary Energy and Protein With or Without Enzyme Supplementation on Leghorn Performance and Economics. 2. Laying Period. **Journal Applied Poultry Research**, v. 17, p. 17–33, 2008.

OLIVEIRA, J.P., ARAÚJO, L.F., JUNQUEIRA O.M., ARAÚJO, C.S.S., LAURENTIZ, A.C., ANTUNES, M.T. Farelo de girassol com suplementação enzimática para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, p.45, 2007.

PESSOA, G.B.S., ALBINO, L.F.T., ARAÚJO, W.A.G., JÚNIOR, V.R., ROSTAGNO, H.S., MAIA, R.C., Efeito do complexo enzimático Allzyme® SSF nos valores de energia metabolizável e no balanço de fósforo em dietas de frangos de corte. In: 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia Salvador, BA, Anais... 2010.

PINHEIRO C.C., REGO J.C.C., RAMOS T.A., S. B.K.S. WARPECHOWSKI M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de Corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 984-996, 2008.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A. G.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA, R. R.; SILVA, L. R. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1272-1279, 2010.

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 de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.171-182, 2003.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA R.F.; LOPES D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO L.S.T.; EUCLIDES R.F. **Tabela Brasileira para Aves e Suínos – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**, 3º Ed. Viçosa. MG Brasil, 252p., 2011.

SANTOS, F.R. Efeito da suplementação com fitase sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte. 2005. 93p., Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

SAS Institute. SAS (Statistical Analysis System). User's Guide: Statistics. Cary, NC: SAS Institute INC; 2002.

SCHEIDELER, S. E., M. M. BECK, A. ABUDABOS, AND C. L. WYATT. Multiple-enzyme (Avizyme) supplementation of corn-soy-based layer diets. **Journal Applied Poultry Research**, v. 14, p. 77–86, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 235p., 2002.

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

UBABEF (União Brasileira de Avicultura). Relatório Anual 2013. Disponível em <http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/41c30a0f46702351b561675f70fae077.pdf>.

VIANA, M.T.S., ALBINO, F.L.T., ROSTAGNO, H.S., SILVA, E.A., MESSIAS, R.K.G., PEREIRA, J.P.L., Efeito do uso de enzimas sobre o desempenho e metabolismo de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1068-1073, 2009.

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

ZHOU Y., JIANG Z., LV, D., WANG, T. Wang Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels. **Poultry Science**, v. 88, p. 316–322, 2009.