UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

**FELIPE SANTOS DALÓLIO**

# FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS ÀS DIETAS CONTENDO COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF (SOLID STATE FERMENTATION)

**DIAMANTINA - MG**
**2014**

FELIPE SANTOS DALÓLIO

# FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS ÀS DIETAS CONTENDO COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF (SOLID STATE FERMENTAION)

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

Orientador: Prof. Joerley Moreira

DIAMANTINA - MG
2014

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Nathália Machado Laponez Maia – CRB6/3002

D148f
2014

Dalólio, Felipe Santos.
Frangos de corte submetidos às dietas contendo complexo enzimático SSF (solid state fermentation) / Felipe Santos Dalólio. – 2014.
43p. : Il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Joerley Moreira.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina MG, 2014.

1. Aves. 2. Desempenho. 3. Enzimas. 4. Qualidade da carne. 5. Rendimento de carcaça. I. Moreira, Joerley. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. III. Título.

**CDD 636.513**

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

FELIPE SANTOS DALÓLIO

**FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS ÀS DIETAS CONTENDO COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF (SOLID STATE FERMENTATION)**

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 26/02/2014

Prof. Joerley Moreira – UFVJM
Orientador

Prof. Heder José D'Avila Lima – UFMT

Prof.ª Cristina Moreira Bonafé – UFVJM

Pesq. Guilherme de Souza Moura – UFVJM

Prof. Marcelo Mattos Pedreira – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2014

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação à minha mãe**,**
Maria das Graças dos Santos, em especial, e a todos
os meus familiares e amigos que, de uma forma
ou de outra, contribuíram significativamente
em minha vida.

# AGRADECIMENTO

Agradeço, em primeiro lugar, ao Universo, por sempre me responder com aquilo que realmente é valioso e me traz algum benefício.
À minha mãe, Maria das Graças dos Santos, pela força e iluminação constantes.
Aos meus familiares, que realmente fazem a diferença na minha vida.
Aos meus amigos, pelo incentivo.
Ao Felipe, João e o Júnior, pela força durante a reta final em Diamantina.
Aos meus colegas de Mestrado e aos colaboradores, em especial ao Diego, pela contribuição na condução e confecção do trabalho.
Ao meu orientador, Joerley Moreira, que, durante toda a caminhada, sempre contribuiu com ensinamentos e exemplos de vida.
À banca examinadora da minha Dissertação, composta por Guilherme de Souza Moura, Héder José D'ávila Lima, Marcelo Mattos Pedreira, Cristina Moreira Bonafé e por meu orientador, Joerley Moreira.
Aos professores do Departamento de Zootecnia, que, de uma forma ou de outra, somaram na minha vida.
À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de executar o trabalho.
Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG, pelo apoio na condução do trabalho.
À CAPES, pela bolsa de Mestrado concedida.

BIOGRAFIA

**FELIPE SANTOS DALÓLIO**, filho de Maria das Graças dos Santos e Alexander Dalólio Campos, nasceu em 8 de fevereiro de 1988, natural de Goiânia- GO. Em agosto de 2006, iniciou o curso de Zootecnia, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, graduando-se em dezembro de 2011. Em março de 2012, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, também pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- MG.

## RESUMO

DALÓLIO, Felipe Santos. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, fevereiro de 2014. p. 43. **Frangos de corte submetidos às dietas contendo complexo enzimático SSF (solid state fermentation).** Orientador: Joerley Moreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

A inclusão de enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja pode melhorar o desempenho produtivo dos frangos de corte. O experimento foi conduzido 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 desempenho, rendimento de carcaça e partes e qualidade da carne de frangos de corte. Foram utilizadas 600 aves, de um dia de idade, fêmeas, da linhagem Cobb 500, distribuídas segundo um delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão de complexo enzimático (0.000; 0.100; 0.200; 0.300 e 0.400 kg/ton), e seis repetições de 20 aves cada. Foram avaliados, em cada fase (1-21, 1-35, 1-42), o ganho de peso, a conversão alimentar e o consumo de ração. O rendimento de carcaça e partes foi avaliado aos 35 e 42 dias de idade e a qualidade da carne foi avaliada nos mesmos períodos, sobre as características de perda de peso por cozimento (PPC), maciez objetiva (MO), capacidade de retenção de água (CRA), pH, luminosidade (L*) e cor (a* e b*). Não foi observado efeito significativo (P> 0,05) para os parâmetros de desempenho aos 21, 35 e 42 dias de idade. Não foi observado efeito significativo (P> 0,05) para rendimento de carcaça e cortes e para a qualidade de carne aos 35 e 42 dias de idade. A inclusão de diferentes níveis de complexo enzimático SSF não afeta o desempenho, rendimento de carcaça e partes e a qualidade da carne dos frangos de corte.



**Palavras-chave:** aves, desempenho, enzimas, qualidade da carne, rendimento de carcaça.

## ABSTRACT

DALÓLIO, Felipe Santos. Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, February 2014. p. 43. **Broiler chickens submitted to diets containing SSF (solid state fermentation) enzyme complex.** Advisor: Joerley Moreira. Dissertation (Master of Animal Science).

The inclusion of enzymes in diets based on corn and soybean meal can improve the productive performance of broiler chickens. The experiment was conducted to evaluate the effect of the inclusion of different levels of an enzyme complex consisting of phytase, protease, xylanase, β - glucanase, cellulase, amylase and pectinase in diets based on corn and soybean meal on performance parameters, carcass yield and parts and meat quality of broilers chickens. There were used 600 birds, one-day-old, females, from the Cobb 500 strain, distributed in a completely randomized design with five inclusion levels of the enzyme complex (0.000, 0.100, 0.200, 0.300 and 0.400 kg/ton) and six replicates of 20 birds each. At each stage (1-21, 1-35, 1-42) were evaluated weight gain, feed conversion and feed intake. The yield of carcass and parties was evaluated at 35 and 42 days of age and quality of the meat was evaluated in the same periods on the characteristics of weight loss by cooking (PPC), objective tenderness (MO), retention capacity water (CRA), pH, lightness (L *) and color (a * and b *). No significant effect ($P > 0.05$) was observed for the performance parameters of 21, 35 and 42 days of age. No significant effect ($P > 0.05$) was observed for carcass yield and cuts and meat quality at 35 and 42 days of age. The inclusion of different levels of the enzyme complex SSF does not affect performance, yield of carcass and parts and the meat quality of broiler chickens.



**Keywords**: birds, performance, enzymes, meat quality and carcass yield.

**SUMÁRIO**

1.INTRODUÇÃO..... 11
2.REVISÃO DE LITERATURA..... 13
2.1. Utilização de milho e farelo de soja na alimentação de frangos de corte..... 13
2.2. Fatores antinutricionais presentes no milho e no farelo de soja (PNA`s e fitato)..... 13
2.2.1 Polissacarídeos não amiláceos..... 14
2.2.2 Ácido Fítico..... 15
2.3. Enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte..... 15
2.3.1 Formas de utilização das enzimas exógenas..... 17
2.3.2 Tipos de complexo enzimático..... 18
3. MATERIAL E MÉTODOS..... 20
3.1. Experimento..... 20
3.2. Alimentação..... 20
3.3. Parâmetros de Desempenho..... 21
3.4. Rendimento de Carcaça e Cortes..... 22
3.5. Parâmetros de qualidade da carne..... 22
3.6. Empenamento..... 24
3.7. Análise Econômica..... 24
3.8. Análise Estatística..... 24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 26
4.1. Temperatura e umidade relativa..... 26
4.2. Análise de desempenho..... 26
4.3. Rendimento de carcaça, cortes, gordura abdominal e qualidade da carne..... 30
4.4. Análise de empenamento..... 35
4.5. Análise de viabilidade econômica..... 35
5. CONCLUSÃO..... 37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 38

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura de corte brasileira, a cada ano que passa, vem melhorando seus índices produtivos de forma significativa no âmbito dos mercados nacional e internacional. Participa ativamente da balança comercial do agronegócio brasileiro, chegando a representar cerca de 1,5% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, segundo relatório da União Brasileira de Avicultura – UBABEF (2013). O avanço dessa atividade deu-se principalmente através da integralização do setor produtivo, após a década de 80, e avanços tecnológicos como um todo. Dentre as melhorias dos mecanismos tecnológicos desse ramo, devemos ressaltar o crescente progresso em melhoramento genético, nutrição, manejo e sanidade, fatores que contribuem diretamente para o crescimento do setor avícola.

Além do advento do desenvolvimento da atividade avícola, ao mesmo tempo em que foram disponibilizadas no mercado linhagens cada vez mais produtivas, observou-se que os animais estão mais dependentes e exigentes de novos avanços tecnológicos, principalmente do ponto de vista nutricional. As rações para frangos de corte no Brasil quase na sua totalidade são formuladas a partir de dois ingredientes básicos: o milho, ótima fonte energética, e o farelo de soja, que contribui com proteínas de alta qualidade e boa disponibilidade de aminoácidos (OPALINSKI *et al.*, 2006). Esses dois alimentos têm digestibilidade elevada quando comparados a outros ingredientes usados na formulação de rações para frangos de corte (OLUKOSI *et al.* 2006). Porém, sabe-se que não há um aproveitamento adequado dos nutrientes oriundos desses alimentos em razão, principalmente, da presença de fatores antinutricionais como PNAs (polissacarídeos não-amiláceos) e o ácido fítico.

Por isso, o emprego de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte ganha cada vez mais espaço, tornando-se uma ótima alternativa, pois melhora a digestibilidade dos alimentos, minimizando os efeitos antinutricionais e causando progresso nos índices de produtividade (CHOCT, 2009; HOOGE *et al.*, 2010). Ademais, alguns estudos mostram que a utilização de enzimas estimula a fermentação no ceco, melhorando a hidrólise e absorção de nutrientes nessa região (BEDFORD, 2001; PERSIA *et al.*, 2002). Existem ainda benefícios quanto aos ganhos em lucratividade e rentabilidade do setor em consequência da melhora dos índices

produtivos e a possível redução de custo das rações. Essas vantagens tornam-se muito importantes. Afinal, a avicultura de corte pode vir a depender, quase na sua totalidade, da inclusão de milho e farelo de soja nas rações (MENEGHETTI *et al*., 2013).

A utilização de complexos enzimáticos torna-se eficaz, pois a vasta gama de enzimas presentes nesse tipo de produto permite uma maior ação em diferentes tipos de substratos e ou alimentos utilizados na fabricação de rações. Logo, existe a preocupação de se saber o comportamento adequado de determinados produtos, disponíveis no mercado, principalmente em alimentos de baixa viscosidade, que são mais comumente utilizados no Brasil.

Um dos produtos disponíveis no mercado que tem demonstrado eficácia é o complexo enzimático SSF. Basicamente, esse tipo de aditivo possui como mecanismo de produção de enzimas a utilização de fermentação em extrato sólido através de fungos específicos (ROBSON & NIGAN, 2003). Isso resulta na fabricação de um complexo, de acordo com o substrato utilizado na confecção, com uma combinação específica natural de enzimas e maior espectro de atuação (CHAUYNARONG *et al*., 2008), além de baixo custo final, o que facilita sua adição às rações de frangos de corte.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes e a qualidade da carne em frangos de corte submetidos às dietas de baixa viscosidade, milho e farelo de soja, contendo diferentes níveis de um complexo enzimático SSF (solid state fermentation).

# 2. REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1. Utilização de milho e farelo de soja na alimentação de frangos de corte

No Brasil, o milho e o farelo de soja são os grãos mais utilizados em rações para frangos de corte, e correspondem a cerca de 90% do custo de dietas para aves (TEJEDOR *et al.*, 2001). Isso se deve aos seus valores nutritivos e grande oferta no país (OLUKOSI *et al*., 2007): o milho, ótima fonte energética, e o farelo de soja, que contribui com proteínas de alta qualidade e com boa disponibilidade de aminoácidos (OPALINSKI *et al.*, 2006). Apesar das características benéficas desses dois alimentos, eles apresentam em sua composição alguns fatores antinutricionais que podem vir a prejudicar o desempenho das aves. Dentre eles, destacam-se os polissacarídeos não amiláceos (PNA´s) e o ácido fítico.

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 *et al.*, 2005). Já o farelo de soja, mais do que proteína e aminoácidos, apresenta, além do amido, fibras insolúveis (celulose, hemicelulose e lignina) e solúveis (oligossacarídeos e polissacarídeos) (CHOCT, 2001). Além disso, existe variação na sua composição de acordo com a forma de processamento do grão. A indústria pode produzir três tipos de farelo de soja com base no teor de proteína bruta. Existe o farelo de soja com 44, 46 e 48 g/kg de PB, variando quanto ao teor de casca e mecanismo de extração de óleo (Ministério da Agricultura, 1988).

Dessa forma, pode-se inferir que medidas que visem a melhora da digestibilidade e características nutricionais desses alimentos são muito importantes, pois proporcionam aos animais melhor aproveitamento dos nutrientes oriundos da dieta. De acordo com Fortes *et al.*, 2012, essa maior digestibilidade reflete-se em melhores resultados de desempenho dos frangos de corte.

## 2.2. Fatores antinutricionais presentes no milho e no farelo de soja (PNA´s e fitato)

Existem muitos elementos que afetam a qualidade e composição dos alimentos de origem vegetal fornecidos aos animais monogástricos. Dentre eles têm-se: oxalatos, fitatos, taninos, cianetos, nitritos, nitratos, fibras (insolúveis e solúveis) e inibidores de protease. Apesar dessa gama de fatores indesejáveis, não existe risco para o organismo dos animais, na maioria das vezes, quando se faz o consumo dos vegetais, pois o processamento inibe parcial ou, às vezes, totalmente esses efeitos (BENEVIDES *et al.*, 2011). A soja e o milho passam por uma série de processos industriais para se tornarem de fato ingredientes para a fabricação de rações para a alimentação animal. Porém, esses processos, como tratamento térmico, maceração, trituração, não conseguem eliminar totalmente os fatores indesejáveis (STECH *et al.*, 2010). Dentre eles, encontram-se os polissacarídeos não amiláceos (PNA´s) e o ácido fítico, que são os principais fatores que alteram diretamente a digestibilidade, viscosidade e a assimilação de nutrientes pelos frangos de corte (CHOCT, 2001; SANTOS JR. e*t al.*, 2004).

### 2.2.1 Polissacarídeos não amiláceos

Os PNA´s consistem em substâncias naturais presentes na parede celular dos vegetais e são caracterizados pela união de ligações glicosídicas de um grupo hemiacetal de um açúcar e o grupo hidroxila do outro (MOURINHO, 2006). Em decorrência da natureza das ligações, os PNA´s são resistentes à hidrólise pelo trato gastrintestinal de animais monogástricos e, apesar de não apresentarem toxicidade ao organismo, podem afetar o desempenho dos animais (LECZNIESKI, 2006). São classificados como fibras dietéticas, não digestíveis, podendo ser insolúveis ou solúveis (CHOCT & KHOCER, 2000).

Os dois tipos de fibras presentes nos alimentos causam, de alguma forma, efeitos indesejáveis no organismo das aves. Os PNA´s insolúveis causam principalmente redução do tempo de permanência da digesta, o que conduz a uma diminuição da digestibilidade dos alimentos (MOURINHO, 2006). Entre os insolúveis, o mais prejudicial é a celulose, pois é o principal constituinte da parede celular dos vegetais, podendo prejudicar o aproveitamento de outros nutrientes (ANDRIGUETTO, 2002). Já os solúveis atuam aumentando a viscosidade da digesta, que reduz o aproveitamento de nutrientes pelo intestino através do aumento da viscosidade, o que reduz o contato entre a enzima e o substrato (NAHAS & LEFRANCOIS, 2001).

A porcentagem de PNA's totais do milho e do farelo de soja são 8,10 e 30,30% (BERTECHINI, 2006; TAVERNARI, 2008). A utilização de enzimas exógenas torna-se importante, pois elas hidrolisam os PNA's, que podem ser potencialmente utilizados pelo aumento e o maior aproveitamento da energia presente nos alimentos, melhorando, dessa forma, a digestibilidade dos nutrientes nas rações das aves (BRITO *et al*., 2006; LIMA *et al*., 2007).

### 2.2.2 Ácido Fítico

O ácido fítico está presente em todos os ingredientes de origem vegetal, e funciona como uma reserva de fósforo durante o processo de germinação das sementes. Os fitatos são derivados do ácido fítico ou ácido hexafosfórico mioinositol, com habilidade de formar quelantes com íons divalentes, tais como o cálcio e magnésio. Com isso, dão origem aos complexos solúveis resistentes à ação do trato intestinal, que diminuem a disponibilidade desses minerais e, embora esse seja seu maior efeito, os fitatos também interagem com resíduos básicos das proteínas, participando da inibição de enzimas digestivas como a pepsina, pancreatina e a α-amilase (TORREZAN *et al*., 2010).

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). Jongbloed *et al.* (1992) relataram que o milho e o farelo de soja possuem, respectivamente, 66,0 e 58,0% de fósforo na forma de ácido fítico em sua composição.

A enzima fitase é a responsável por quebrar as ligações dos nutrientes que estão presos ao ácido fítico. O resultado disso é maior disponibilidade de fósforo orgânico e de outros elementos, como cálcio e magnésio, e consequente melhora nutricional da dieta (VIEIRA, 2010). Considerando que as reservas naturais rochosas de fósforo não são renováveis e a possibilidade de haver menor excreção de nutrientes nas fezes dos animais, o seu uso traz benefícios ao meio ambiente (SELLE & RAVINDRAN, 2007).

## 2.3. Enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte

As enzimas são eficientes catalisadores em sistemas biológicos (STRYER, 1995) e sua atividade, de acordo com Acamovic & McCleary (1996), é influenciada por fatores como: pré-tratamento do alimento, pH e comprimento do trato gastrointestinal, grau de hidratação e temperatura. Por causa da especificidade das enzimas, fatores antinutricionais presentes nos alimentos prejudicam sua ação sobre os nutrientes, com consequente piora no desempenho produtivo. É sabido que as enzimas endógenas produzidas por aves e suínos não podem hidrolisar os PNA`s contidos nos cereais (SANTOS *et al.*, 2006). Portanto, é necessário um mecanismo que melhore de forma significativa a assimilação dos nutrientes pelas aves.

O uso de enzimas exógenas na alimentação animal começou desde a década de 1940 e vem demonstrando sua eficácia como aditivo melhorador de desempenho. Seu uso teve início com alimentos de alta viscosidade e elevada quantidade de PNA´s como trigo, aveia e cevada, porém seu uso em dietas com alimentos de baixa viscosidade, como o milho e a soja, vem demonstrando melhor utilização do amido e da proteína pelos animais (FIALHO, 2003).

Existem três tipos básicos de enzimas que são utilizadas na alimentação de frangos de corte, levando em conta sua viscosidade: enzimas para alimentos de baixa viscosidade, para alimentos de alta viscosidade e as enzimas utilizadas para degradar o ácido fítico (ZANELLA, 2001). Porém, há uma classificação mais completa das enzimas exógenas em relação ao seu tipo de atuação quanto ao tipo de substrato e forma de apresentação. Quanto ao tipo de substrato temos lipases, carboidrases e proteases (FIREMAN & FIREMAN, 1998). As lipases degradarão os lipídeos da dieta, as caboidrases atuarão sobre os diversos tipos de carboidratos, enquanto as proteases degradarão as proteínas dos alimentos. Em relação à sua forma de apresentação, elas podem ser líquidas, em pó ou granuladas, modificando de acordo com o estado de fase da ração.

A complementação das dietas de frangos de corte com enzimas exógenas traz efeitos benéficos, tanto do ponto de vista nutricional, como também econômico e ambiental. Existe ainda um aspecto importante, que deve ser citado e refere-se ao seu efeito sobre a saúde intestinal dos animais: considerado um produto alternativo ao uso de antibióticos e anticoccidianos (JUNQUEIRA & DUARTE, 2005), embora os mecanismos que causam essa melhora sejam pouco elucidados.

Porém, existem divergências de resultados e estudos quando se aborda a inclusão desse tipo de aditivo em rações para frangos em relação ao desempenho dos animais, viabilidade econômica da utilização em rações, e alteração nos padrões de rendimento e qualidade da carne.

Portanto, a utilização de complexos enzimáticos em dietas para frangos de corte tornou-se uma alternativa para aumentar o aproveitamento dos alimentos na ração, porque reduz os fatores antinutricionais dos grãos de vegetais, melhorando o aproveitamento dos nutrientes e, consequentemente, o valor nutricional dos alimentos, principalmente os de baixa qualidade (FERNANDES & MALAGUIDO, 2004; PUCCI *et al*., 2010), além de possibilitar redução nos custos com alimentação, melhorando a rentabilidade, fato observado por Toledo *et al.* (2007), que identificaram redução dos custos ao se utilizar complexos enzimáticos em dietas com baixa densidade nutricional.

De maneira geral, existem muitos benefícios ao se suplementar com enzimas exógenas as rações para frangos de corte; seu impacto no desempenho produtivo, saúde intestinal dos animais, rentabilidade do setor avícola e alterações no rendimento e qualidade dos produtos de origem animal devem ser pesquisados para se ter mais exatidão das consequências desse tipo de aditivo.

### 2.3.1 Formas de utilização das enzimas exógenas

Em razão de vários fatores alterarem o funcionamento ótimo das enzimas, e de elas serem substratos dependentes, o seu uso vai variar de acordo com a espécie animal, a idade dos animais, os alimentos que serão utilizados na confecção das rações e a forma de processamento dos alimentos (FIREMAN & FIREMAN, 1998). Fica, então, evidente que o uso de um grupo de enzimas seria mais eficiente para a melhora dos resultados esperados que o fornecimento delas de forma isolada.

Para facilitar a inserção de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte, surgiu a utilização de complexos enzimáticos, que nada mais são do que um conjunto de enzimas que atuam em diversos tipos de nutrientes, melhorando o aproveitamento pelos animais. Utilizar enzimas exógenas, na forma de complexo, favorece a melhora da digestibilidade dos alimentos, reduzindo a viscosidade da digesta

no trato gastrintestinal e aumentando a degradação de PNA´s oriundos dos ingredientes das rações (MALEKIAN *et al.*, 2013). Com isso, ocorre maior liberação de nutrientes e energia prontamente disponível, além de maior disponibilidade de minerais que antes estavam complexados, ocasionando fezes mais secas, menor excreção de poluentes ao meio ambiente, principalmente nitrogênio e fósforo (TOLEDO *et al.* 2007).

Cardoso *et al*. (2010) afirmam que as enzimas exógenas vêm sendo utilizadas na alimentação como eficiente mecanismo de degradação dos polissacarídeos estruturais, melhorando a qualidade nutricional da ração. Ainda pode existir redução do aporte nutricional da dieta com possíveis vantagens econômicas. Segundo Lima *et al*. (2007), o uso de enzimas exógenas é uma alternativa para reduzir custos das rações, que ata a rentabilidade da avicultura.

Existem duas formas básicas de fornecimento de enzimas exógenas na alimentação animal para abordagens econômicas (WYATT e BEDFORD, 1998): a utilização na forma *"over the top",* mais simples e mais difundida, que consiste na utilização de complexos enzimáticos na formulação padrão, sem, contudo, alterar os níveis nutricionais. A outra alternativa seria reduzir os níveis nutricionais da dieta, adicionando enzimas, buscando um desempenho de uma dieta padrão. Nesse último mecanismo, as enzimas iriam recuperar a energia potencial disponível nos alimentos, mas que antes estava complexada na parede celular dos vegetais.

### 2.3.2 Tipos de complexo enzimático

Os complexos enzimáticos disponíveis no mercado são produzidos industrialmente por meio de culturas de microrganismos e são derivados da fermentação fúngica, bacteriana e de leveduras. Os complexos multienzimáticos produzidos são provenientes, geralmente, de bactérias do gênero *Bacillus* sp ou de fungos do gênero *Aspergillus* sp (FIREMAN e FIREMAN, 1998). Assim, os microrganismos são a principal fonte de enzimas exógenas. Para se ter um exemplo, tem-se que as β-glucanases são produzidas a partir de *Bacillus circulans, Bacillus subtilis e Penicillium emersonii.*, as galactosidases são obtidas a partir da fermentação do *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae e Trichoderma reesei* e as proteases são sintetizadas a partir do *Bacillus Subtilis* (BORGES, 1997).

Dentre os tipos de complexos utilizados em rações para animais, o uso do complexo enzimático SSF (solid state fermentation) vem ganhando destaque. Isso ocorre por causa da sua qualidade, ser utilizado em pó e, principalmente, por seu custo benefício ao se realizar a suplementação das dietas (ROBISON & NIGAN, 2003). Esse tipo de complexo caracteriza-se por ter como processo de fabricação de enzimas a produção direta sobre um substrato sólido, cereais ou derivados de cereais, por exemplo, pelo crescimento de fungos específicos. A combinação do tipo de substrato envolvido na fabricação do complexo proporciona a produção de enzimas mais específicas à matéria-prima utilizada na ração (ROBISON & NIGAN, 2003). Uma das grandes vantagens desse método é que, ao invés de produzir apenas uma enzima, o processo SSF permite ao fungo produzir um complexo natural de enzimas específico para os substratos encontrados nos diferentes alimentos (MOURA, 2011), aumentando, assim, o espectro de ação do complexo enzimático**.**

## 3.MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Experimento

O 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, Minas Gerais, Brasil, por 42 dias, no período de 17 de abril a 30 de maio de 2013.

Seiscentas aves, fêmeas, com um dia de idade, da linhagem Cobb 500, vacinadas no incubatório contra a doença de Marek, foram alojadas em um galpão de alvenaria com piso cimentado e telhas de fibrocimento, a 1384 m de altitude, distribuídas em 30 boxes de 1,62 x 1,55 m, perfazendo 2,5 m² cada, com 20 aves por unidade experimental. Cada box 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 9 h e 15 h, com uso de termo higrômetro THDL – 400 Instrutherm.

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão do complexo enzimático SSF e seis repetições de 20 aves cada. Os tratamentos consistiam em: (T1) ração basal, sem inclusão de complexo enzimático; (T2) ração basal + 100g/ton de complexo enzimático; (T3) ração basal + 200g/ton de complexo enzimático; (T4) ração basal + 300g/ton de complexo enzimático e (T5) ração basal + 400g/ton de complexo enzimático. É importante salientar que o tratamento 3, 200g/ton, segue a recomendação do fabricante do produto comercial em uso e é composto por sete enzimas distintas, sendo elas: fitase, protease, xilanase, β-glucanase, celulase, amilase e pectinase.

### 3.2. Alimentação

A ração e a água foram fornecidas *ad libitum* às aves durante todo o período experimental. Foi utilizado um programa de alimentação com três fases de criação, sendo inicial (1 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 35 dias de idade) e terminação (36 a 42 dias de idade). As rações isonutritivas à base de milho e farelo de soja foram formuladas seguindo as recomendações de Rostagno *et al.* (2011), sendo oferecidas às

aves na forma farelada, diferindo apenas quanto aos níveis de complexo enzimático utilizado, em substituição aos níveis de inerte (Tabela 1).

**Tabela 1**. Composição das rações básicas.

| Ingredientes % | Fases da Criação | | |
|---|---|---|---|
| | Inicial | Crescimento | Final |
| Milho | 612,656 | 641,812 | 668,141 |
| Farelo de soja | 334,231 | 302,657 | 266,293 |
| DL – Metionina (99%) | 2,894 | 2,091 | 1,595 |
| Fosfato bicálcico | 14,903 | 11,563 | 2,045 |
| Calcário | 9,259 | 8,165 | 0,000 |
| Suplemento vitamínico[1] | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Suplemento mineral [2] | 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| L – Treonina (98%) | 0,738 | 0,050 | 0,000 |
| L –Lisina HCl (78%) | 2,450 | 1,360 | 1,042 |
| Sal | 4,561 | 4,436 | 4,186 |
| Óleo de soja | 16,908 | 26,367 | 31,698 |
| Complexo enzimático[3] | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Inerte4 | 0,400 | 0,400 | 0,400 |
| Total | 1.000,0 | 1.000,0 | 1.000,0 |
| | Composição calculada | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3000 | 3100 | 3150 |
| Proteína Bruta (g/kg) | 204,000 | 190,000 | 175,000 |
| Fibra Bruta (g/kg) | 27,400 | 26,300 | 25,000 |
| Lisina Digestível (g/kg) | 11,650 | 10,050 | 8,920 |
| Metionina Digestível (g/kg) | 5,594 | 4,676 | 4,030 |
| Metionina + Cistina Digestível (g/kg) | 8,390 | 7,330 | 6,510 |
| Cálcio (g/kg) | 8,090 | 6,830 | 7,590 |
| Fósforo disponível (g/kg) | 3,860 | 3,190 | 2,640 |
| Treonina Digestível (g/kg) | 7,570 | 6,530 | 5,985 |
| Sódio (g/kg) | 2,000 | 1,950 | 1,850 |

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

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

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

4 Areia fina e lavada.

### 3.3. Parâmetros de Desempenho

O desempenho das aves foi avaliado considerando os períodos de 1 a 21; 1 a 35; e 1 a 42 dias. As rações fornecidas aos animais foram pesadas no início e ao final de cada período. Foram avaliados o ganho em peso, consumo de ração, conversão alimentar (consumo de ração / ganho em peso) e viabilidade (VB% = 100 – mortalidade).

### 3.4. Rendimento de Carcaça e Cortes

Aos 35 e 42 dias de idade, foram amostradas duas aves de cada parcela experimental, selecionadas por peso corporal médio da parcela (± 5%).

Após 8 horas de jejum, foram acondicionadas em caixas e transportadas à Sala de Abate Experimental (DZO/UFVJM), iluminada por luz artificial azul, procedimento este de acordo com as normas de bem-estar animal. Após pesagem na plataforma de abate, as aves foram insensibilizadas por deslocamento cervical e submetidas imediatamente à sangria, seguida por intervalo de três minutos. O experimento com suas respectivas funções para avaliação dos animais foi avaliado, em 2013, pelo Comitê de Ética da UFVJM.

Foi feita a evisceração e realizada a pesagem do trato gastrintestinal, pés, cabeça + pescoço, gordura abdominal e carcaça. O pré-resfriamento ocorreu em água hiperclorada (5 ppm de cloro) a 15°C por 20 minutos e, em seguida, as carcaças foram resfriadas em câmara fria regulada a 0°C (±1), para cálculo de rendimento.

O rendimento de carcaça eviscerada sem cabeça, pescoço e pés foi calculado em relação ao peso corporal antes do abate (peso de plataforma), sendo: % RC = (peso carcaça x 100 / peso corporal). O rendimento de peito, coxa + sobrecoxa, asa, dorso, cabeça mais pescoço e patas foi calculado em função do peso da carcaça: % RP = (peso da parte x 100 / peso da carcaça). O rendimento da gordura abdominal foi calculado em função do peso corporal das aves.

Foram avaliados o rendimento de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa, asa, dorso, cabeça + pescoço, patas e gordura abdominal.

### 3.5. Parâmetros de Qualidade da Carne

Para avaliação da qualidade da carne, utilizaram-se os peitos dos frangos, previamente resfriados sem pele e osso, oriundos dos animais abatidos, os quais foram

analisados no Setor de Ciências e Tecnologia dos Produtos de Origem Animal (CTPOA/DZO).

Para tal, foram mensurados os valores de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e análise de luminosidade e coloração da carne.

O pH foi aferido em temperatura ambiente, 25ºC, por intermédio de um pHmetro (Tecnopon, modelo mPA210) acoplado ao eletrodo de penetração (Hanna, modelo Hl 8314) e introduzido diretamente no músculo Pectoralis major. Para a medida de CRA, foi pesada amostra de carne com peso médio de cinco gramas, a qual foi colocada entre dois papéis filtro (12,5 cm de diâmetro) e entre duas placas de vidro (12 x 12 x 1 cm). Sobre essa placa colocou-se um peso de 10 kg para promover pressão, por um período de cinco minutos. Para o cálculo da capacidade de retenção de água, levou-se em consideração a diferença entre peso inicial e peso final das amostras.

Para a determinação da perda de peso por cozimento foi retirado o filé do peito do frango, o qual foi pesado e embalado em papel alumínio e, posteriormente, colocado em uma chapa com aquecimento a 180°C. O aquecimento foi monitorado por um termômetro, até atingir a temperatura interna de 85°C. Após esse procedimento, a amostra ficou em temperatura ambiente para ser resfriada. Para obtenção do cálculo da perda de peso por cozimento, levou-se em consideração o peso do filé natural e a perda de peso pós-cozimento, da seguinte forma:

% PPC = (PFPC x 100 / PFN), em que:

PPC = perda de peso por cozimento;

PFPC = peso do filé pós-cozimento;

PFN = peso do filé natural.

A análise da maciez objetiva foi realizada por meio de um texturômetro *Stable Micro Systems* TAXT 2 PLUS acoplado com um probe *blade set* V Wanner Bratzler, sendo considerado o pico de força máximo gerado durante a análise. O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5 kg e a velocidade de descida e corte do dispositivo foi de 200 mm $min^{-1}$. Para as análises foram usadas amostras remanescentes da análise da perda de peso por cozimento, nas quais foram retiradas subamostras em forma de paralelepípedo 1 x 1 x2 cm (altura, largura e comprimento), as quais foram dispostas com a fibra orientada no sentido perpendicular à probe.

A análise de coloração da carne foi realizada de acordo com procedimento descrito por Olivo (2004). Assim, a análise de cor foi baseada no sistema CIELAB (L*,

a*, b*), utilizando-se um calorímetro Minolta, modelo CR 400, o qual fornece três variáveis, de acordo com o Diagrama de Hunter. O valor L*, situado no eixo vertical do diagrama, mede a luminosidade ou a percentagem de refletância, variando de 0 (branco) para 100 (preto). Assim, podem-se determinar objetivamente as características pálida, normal ou escura. O valor de a*, situado no eixo horizontal, mede a variação entre a cor vermelha e a verde. Já o valor de b* mede a variação entre o amarelo e o azul. A razão entre a* e b* pode ser utilizada para estimar o teor de mioglobina, com uma descrição melhor do aspecto da carne em estudo.

### 3.6. Empenamento

A avaliação do empenamento foi feita com a utilização dos padrões de escore, de acordo com MOREIRA *et al*.(2003), em todas as aves em cada parcela experimental, aos 28 e aos 35 dias de idade. A avaliação foi realizada no dorso e na coxa das aves, sendo consideradas as notas de 1 a 10, de acordo com o empenamento apresentado pela ave nas duas regiões do corpo.

### 3.7. Análise de custo das rações experimentais

Para a avaliação econômica, calculou-se o custo das dietas baseado nos preços dos ingredientes no município de Diamantina – MG, tomando como base a inclusão de cada um nas dietas experimentais. Mensurou-se também o fator de produção ou índice de eficiência produtiva, através da seguinte equação: IEP = (ganho médio diário (Kg) x viabilidade (%) / conversão alimentar) x 100).

Após o cálculo desses parâmetros, comparou-se o preço das dietas e os diferentes fatores de produção entre os tratamentos. Após essa comparação extrapolou-se, tomando como base o custo das dietas, o custo com alimentação e produção de 1000 toneladas de peso vivo de frango, submetidas a todos os tratamentos, segundo Toledo *et al.* (2007).

### 3.8. Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o procedimento GLM do programa SAS (SAS, 2002), os quais foram submetidos à análise de regressão ao nível de 5% de significância.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Temperatura e umidade relativa

As médias de temperatura e umidade relativa internas do galpão foram de 21,05ºC e 64,48%, respectivamente, durante todo o período experimental. De acordo com Baêta e Souza (1997), a faixa ótima de temperatura para criação de frangos de corte em galpões convencionais é de 18 a 28ºC, com umidade relativa variando de 50 a 70%. Portanto, as aves foram mantidas na zona de conforto ambiental para poderem expressar o seu máximo potencial produtivo.

### 4.2. Análise de desempenho

Ao se analisar a fase pré-inicial de vida das aves, 1 a 7 dias, pôde-se verificar efeito significativo (P< 0,05) na melhora da conversão alimentar, apesar de não ter ocorrido a mesma consequência sobre os outros parâmetros de desempenho estudados.

**Tabela 1**. Valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático nas dietas, no período de 1 a 7 dias.

| | Níveis de Adição CE (kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variável | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| GP (g/ave) | 138 | 137 | 139 | 140 | 138 | 3,20 | 0,4891 |
| CR (g/ave) | 156 | 154 | 152 | 155 | 152 | 2,77 | 0,2676 |
| CA (g/g) | 1,13 | 1,12 | 1,10 | 1,11 | 1,10 | 2,21 | 0,0233 |
| VB (%) | 100,00 | 97,50 | 97,54 | 98,50 | 99,16 | 2,98 | 0,8584 |

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

Sakomoura *et al*. (2004) identificaram efeito (P< 0,05) da idade dos frangos de corte sobre o desenvolvimento do pâncreas e aproveitamento da energia. Esse fato pode ajudar a explicar melhora na conversão alimentar, pois os animais, recebendo complexo enzimático, terão melhor aporte enzimático, com consequente melhora na

digestibilidade dos alimentos e aproveitamento dos nutrientes. A equação linear proposta foi a seguinte: CA = 1,134 – 0,008CE ($R^2$ = 0,17).

A inclusão de diferentes níveis de complexo enzimático na ração de frangos de corte não influenciou significativamente (P> 0,05) os parâmetros de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade dos animais na fase de 1 a 21 dias de idade (Tabela 2).

**Tabela 2**. Valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático nas dietas, no período de 1 a 21 dias.

| | Níveis de Adição CE (kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variável | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| GP (g/ave) | 857 | 865 | 889 | 875 | 875 | 3,23 | 0,2664 |
| CR (g/ave) | 1203 | 1209 | 1209 | 1217 | 1209 | 3,86 | 0,7414 |
| CA (g/g) | 1,40 | 1,40 | 1,36 | 1,39 | 1,38 | 2,05 | 0,2573 |
| VB (%) | 97,50 | 95,84 | 94,50 | 95,34 | 97,50 | 5,32 | 0,5614 |

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

Semelhantes resultados foram encontrados por Juanpere *et al*. (2005), Santos *et al*. (2006) e Pinheiro *et al*. (2008) que, ao suplementarem com complexo enzimático (carboidrases e proteases) dietas para frangos de corte na fase inicial, não encontraram efeito significativo sobre o desempenho das aves criadas durante o mesmo período desse experimento. Já Leite *et al.* (2008), Carvalho *et al.* (2009), Pucci *et al*. (2010) observaram melhora significativa (P< 0,05) na conversão alimentar de frangos de corte na fase inicial, de 1 a 21 dias de criação, alimentados com dieta farelada à base de milho e farelo de soja e suplementados com complexo enzimático (amilase, celulase e protease).

Leite *et al.* (2011) também observaram diminuição (P< 0,05) na conversão alimentar de frangos de corte na fase inicial, alimentados com dietas à base de sorgo e farelo de soja e suplementados com complexo enzimático (amilase, pectinase, pentosanase, protease, fitase, β-glucanase). Garcia *et al.* (2000) e Brum e Coldebella *et al.* (2005) observaram efeito no consumo de ração ao suplementarem com enzimas

exógenas a ração de frangos de corte na fase inicial. Apesar de não ter ocorrido significância nos índices de desempenho, houve uma tendência de uma possível melhora percentual de ganho de peso e conversão alimentar, de 3,60 e 2,86%, respectivamente, até o nível de 0,200 kg/ton de inclusão, que, por sua vez, é o nível recomendado pelo fabricante. A suplementação com níveis maiores que o indicado evidencia desperdício na inclusão e ausência de substratos suficientes para o funcionamento adequado do complexo na fase inicial de vida dos animais.

Ao contrário, Dourado *et al.* (2009) utilizou um complexo enzimático (amilase, xilanase e protease) para frangos de corte na fase inicial, e observou aumento no consumo de ração (P< 0,05), com piora em ganho de peso e conversão alimentar.

Pode-se verificar também que não ocorreu efeito significativo (P> 0,05) para os parâmetros de desempenho dos frangos de corte, ao se observar a fase de 1 a 35 dias de idade (Tabela3).

**Tabela 3**. Valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático nas dietas, no período de 1 a 35 dias.

| Variável | Níveis de Adição CE (kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| GP (g/ave) | 2082 | 2068 | 2119 | 2115 | 2093 | 2,47 | 0,4033 |
| CR (g/ave) | 3176 | 3161 | 3191 | 3185 | 3165 | 3,68 | 0,9899 |
| CA (g/g) | 1,52 | 1,53 | 1,50 | 1,50 | 1,51 | 3,09 | 0,8812 |
| VB (%) | 95,00 | 91,67 | 91,78 | 91,06 | 95,00 | 7,34 | 0,7486 |

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

Resultados semelhantes foram observados por Pereira *et al.* (2010), ao utilizarem complexo enzimático (amilase, xilanase e protease), com ausência de efeito no ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração na fase de 1 a 35 dias de idade. Também Ledur (2011), ao utilizar complexo enzimático SSF em rações à base de milho e farelo de soja, com inclusão de 10% de farelo de arroz, não observou efeito (P> 0,05) sobre o desempenho de frangos de corte até os 38 dias de idade das aves.

Porém Leite *et al.* (2012), utilizando enzimas exógenas na ração à base de milheto e farelo de soja em comparação com o sorgo, observaram efeito benéfico (P< 0,05) da inclusão do complexo sobre a conversão alimentar, na fase pré – inicial, no ganho de peso e no peso vivo dos animais no período de 1 a 35 dias de idade, mas não foi verificado efeito no período total de criação. Vale ressaltar neste trabalho que, tanto o milheto como o sorgo possuem quantidade de PNAs semelhantes ao do milho (MALATHI e DEVEGOWDA, 2001).

Os frangos de corte nessa fase estão em franco desenvolvimento e já estão com o seus sistemas de digestão e absorção completos. Portanto, há um tempo maior de contato entre a enzima e o alimento que pode vir a ocasionar melhora no desempenho. De Basílio *et al*. (2011), ao utilizarem esse raciocínio, encontraram redução no consumo de ração e melhora na conversão alimentar (P< 0,01) para frangos de corte na fase de crescimento, de 1 a 35 dias de idade, ao testar tempo de permanência de contato do complexo enzimático SSF e a ração fornecida aos animais. Neste trabalho não foi observado efeito (P> 0,05) quanto ao peso final dos animais.

Analisando a fase total de criação, no período de 1 a 42 dias, não foi verificado efeito significativo (P> 0,05) para os parâmetros de desempenho (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático nas dietas, no período de 1 a 42 dias.

| Variável | Níveis de Adição CE (kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| GP (g/ave) | 2691 | 2650 | 2737 | 2676 | 2652 | 3,58 | 0,6876 |
| CR (g/ave) | 4324 | 4332 | 4476 | 4367 | 4386 | 3,95 | 0,5160 |
| CA (g/g) | 1,61 | 1,63 | 1,63 | 1,63 | 1,65 | 3,74 | 0,2639 |
| VB (%) | 91,67 | 90,00 | 90,20 | 88,57 | 94,17 | 8,64 | 0,7802 |

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

Resultados semelhantes foram encontrados por Zakaria *et al*. (2010), Leite *et al*. (2011) e Njeru *et al*. (2013). Ocorre que, após principalmente a fase pré – inicial de vida das aves, os mecanismos de ação enzimática já estão estabelecidos. Logo, existe um melhor

aproveitamento posterior dos nutrientes, após a primeira semana de vida das aves. Isso ocorre quando os frangos de corte são alimentados com rações atendendo às suas exigências ótimas com suplementação enzimática, o que torna difícil quantificar o efeito direto da enzima sobre o desempenho. Além disso, o milho e o farelo de soja não contribuem tanto para o aumento da viscosidade da dieta para animais com o trato gastrointestinal em boas condições fisiológicas (OLUKOSI *et al.*, 2007). Ainda Moura *et al.* (2012) acrescentam que há um excedente de nutrientes em dietas fornecidas *ad libitum*, podendo os dados ficarem mascarados e não ser identificado efeito sobre o desempenho. Portanto, na fase inicial de vida dos animais, o complexo enzimático SSF teve influência em alterar positivamente a conversão alimentar. Baseados nisso, Costa *et al.* (2010) e Bagaheri *et al.* (2011) observaram efeito significativo positivo ($P < 0,05$) sobre os parâmetros de desempenho na fase inicial de vida dos animais e ausência desse efeito ao se analisar o período total de criação, fato também observado neste trabalho ao comparar a fase pré-inicial de vida dos animais com o período total de criação.

Em contraste com os dados apresentados na Tabela 4, Bentea *et al.* (2010), ao utilizarem complexo SSF 200 g/ton + selênio, observaram efeito significativo positivo no ganho de peso e conversão alimentar ($P < 0,05$) e incremento de até 19,07% no ganho de peso total e de 15,35% de melhora na conversão alimentar, analisando o período total de criação. Apesar de neste trabalho não ter ocorrido efeito significativo no desempenho dos animais, foram identificados incrementos percentuais de 1,71 e 1,23%, no ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente, levando em consideração o período de 1 a 42 de idade das aves. É importante ressaltar que os progressos para uma cadeia produtiva como um todo podem não ser significativos e chegarem a ser percentuais, o que traz, ao final do ciclo, talvez, ganhos em rentabilidade.

### 4.3. Rendimento de Carcaça, Cortes, Gordura abdominal e Qualidade da Carne

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) da inclusão de diferentes níveis de complexo enzimático SSF sobre os parâmetros de rendimento de carcaça e partes de frangos de corte com 35 dias de idade (Tabela 5).

**Tabela 5**. Valores médios de rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de asas (RA), rendimento de coxa + sobrecoxa (RCS), rendimento de dorso

(RD), rendimento de cabeça + pescoço (RCP), rendimento de patas (RP) e rendimento de gordura (RG) de frangos de corte, com 35 dias, alimentados com diferentes níveis de complexo enzimático.

| Variável | Níveis de adição CE (kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| RC | 73,54 | 74,32 | 74,17 | 74,04 | 73,6 | 1,39 | 0,9344 |
| RP | 38,61 | 38,07 | 38,12 | 38,71 | 38,67 | 3,70 | 0,6733 |
| RA | 10,47 | 10,34 | 10,18 | 10,32 | 10,43 | 4,49 | 0,8695 |
| RCS | 27,04 | 26,57 | 26,60 | 26,88 | 26,53 | 2,49 | 0,4168 |
| RD | 22,55 | 22,07 | 22,60 | 22,50 | 22,78 | 5,49 | 0,5599 |
| RCP | 7,25 | 6,59 | 6,67 | 7,15 | 6,85 | 12,30 | 0,8290 |
| RPA | 4,30 | 4,09 | 4,09 | 4,14 | 4,23 | 4,37 | 0,6994 |
| RG | 1,88 | 1,62 | 1,41 | 1,70 | 1,67 | 27,33 | 0,5648 |

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

Silveira *et al.* (2010), ao estudarem o efeito da peletização em dietas contendo complexo enzimático SSF, verificaram efeito (P< 0,05), através de análise de contrastes, para rendimento de coxa e sobrecoxa de animais aos 21 dias de idade; já para rendimento de peito não foi observada significância. Ao suplementar com 0,200 kg/ton de complexo enzimático a dieta, percebeu-se uma redução percentual de 25% em relação à dieta controle, apesar de não ter ocorrido diferença estatística significativa.

Não houve efeito significativo (P> 0,05) da inclusão de complexo enzimático SSF na ração para frangos de corte aos 35 dias de idade, nos parâmetros de qualidade e coloração da carne (Tabela 6). Esse fato também foi observado por Silveira *et al*. (2010).

**Tabela 6**. Valores médios de perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), potencial hidrogeniônico (pH), luminosidade (L*), tendência de cor para o vermelho (a*) e tendência de cor para o amarelo (b*) da carne de peito de frangos de corte com 35 dias, alimentados com diferentes níveis de complexo enzimático.

| Variável | Níveis de adição CE(kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| PPC (%) | 29,29 | 28,76 | 29,51 | 29,32 | 29,23 | 10,99 | 0,9137 |
| FC (jgf g- | 2,53 | 2,65 | 2,97 | 2,26 | 2,77 | 25,75 | 0,9200 |

| 1) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CRA (%) | 45,61 | 42,24 | 46,13 | 43,35 | 44,68 | 10,40 | 0,9009 |
| pH | 5,92 | 5,87 | 5,88 | 5,83 | 5,85 | 1,63 | 0,1585 |
| L* | 48,11 | 48,43 | 50,47 | 49,3 | 51,21 | 5,95 | 0,0658 |
| a* | 3,84 | 3,08 | 3,77 | 3,16 | 3,76 | 20,21 | 0,9364 |
| b* | 5,03 | 5,32 | 5,73 | 5,32 | 5,39 | 22,92 | 0,6409 |

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

A carne de frango possui como atributos intrínsecos principais: aparência, textura, suculência, sabor e a funcionalidade (PETRACCI; BAÉZA, 2011). Segundo Selani *et al.* (2010), a coloração da carne é o item mais importante que afeta a aceitabilidade do consumidor. E Sousa *et al.*(2007) afirmam que o pH está diretamente associado a todos os fatores que afetam a qualidade da carne, apesar desse efeito ser complexo. Essa complexidade se dá através das muitas reações associadas ao fator heme, que por sua vez, é dependente do pH (FLETCHER *et. al.*,2002). Apesar de os fatores que alteram a qualidade da carne de frango serem afetados de diversas maneiras, não foi identificada essa associação neste trabalho.

A inclusão de complexo enzimático SSF não influenciou (P> 0,05) o rendimento de carcaça e partes de frangos de corte com 42 dias de idade, exceto para rendimento de peito e de asas (P< 0,05)(Tabela 7).

**Tabela 7**. Valores médios de rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de asas (RA), rendimento de coxa + sobrecoxa (RCS), rendimento de dorso (RD), rendimento de cabeça + pescoço (RCP), rendimento de patas (RP) e rendimento de gordura (RG) de frangos de corte, com 42 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático.

| Variável | Níveis de adição CE(kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| RC | 74,06 | 73,25 | 73,21 | 72,70 | 75,36 | 2,53 | 0,2838 |
| RP | 40,05 | 40,11 | 40,41 | 39,73 | 38,24 | 3,83 | 0,0417 |
| RA | 9,73 | 10,44 | 10,22 | 10,84 | 10,43 | 5,28 | 0,0228 |
| RCS | 26,46 | 26,74 | 26,85 | 27,21 | 27,50 | 6,75 | 0,3225 |
| RD | 21,74 | 20,83 | 20,53 | 21,15 | 20,14 | 6,51 | 0,1460 |
| RCP | 6,90 | 8,20 | 8,17 | 8,37 | 7,60 | 13,72 | 0,2334 |
| RP | 3,81 | 3,97 | 3,94 | 4,12 | 3,95 | 6,53 | 0,2593 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RG | 1,76 | 1,67 | 1,64 | 1,98 | 1,58 | 26,60 | 0,8591 |

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

Figueiredo *et al*. (1998), Zanella *et al.* (1999) e Cardoso *et al*. (2011) também não verificaram diferenças (P> 0,05) sobre o rendimento de carcaça e partes de frangos de corte aos 42 dias. Para gordura abdominal na carcaça de frangos de corte aos 42 dias, Café *et al*. (2002), Torres *et al*. (2003) e Souza *et al*. (2008) encontraram efeito significativo (P< 0,05), que aumentaram, assim, o teor na carcaça final. Kessler *et al*. (2000) afirmam que a maneira mais eficaz de se evitar o excesso de gordura na carcaça é a aproximação da relação energia:proteína. Esse fato pode ser explicado pelo aumento da digestibilidade dos alimentos até o nível recomendado de adição do complexo, o que superestima os valores de energia da ração. Logo, com o excedente de energia, existe a possibilidade de maior acúmulo de gordura abdominal na carcaça dos animais, fato não identificado neste trabalho.

Furlan *et al*. (1997) e Nagata *et al.* (2011) verificaram efeito positivo (P< 0,05) para rendimento de carcaça de frangos de corte, com 42 dias de idade. Hajati *et al.* (2010) observaram, além de aumento no rendimento de carcaça, diminuição de vísceras (P< 0,05) em frangos de corte com 44 dias de idade. Já Santos *et al*. (2006) observaram diminuição no rendimento de carcaça e aumento de peso de moela (P< 0,05) em frangos de corte suplementados com complexo enzimático.

Verificou-se, neste trabalho, efeito significativo (P< 0,05) para rendimento de peito e rendimento de asas para frangos de corte aos 42 dias, suplementados com complexo enzimático SSF. A equação surgida após a significância do rendimento de peito foi a seguinte: RP = 40,355 – 4,057CE ($r^2$ = 0,15), evidenciando que existe pouca explicação do efeito direto da inclusão de complexo enzimático SSF sobre o rendimento de peito. O mesmo resultado foi encontrado por Soto e Salanova *et al*. (1996), que encontraram efeito (P< 0,05) da suplementação enzimática, em dietas à base de milho e farelo de soja, sobre o aumento do músculo do peito de frangos de corte com 42 dias. Já a equação que foi estimada a partir da significância da regressão para rendimento de asas foi a seguinte: RA = 9,953 + 1,729CE ($r^2$ = 0,18), quando podemos observar que pouca variação no rendimento de asas pode ser explicada pela suplementação com complexo enzimático SSF. Essa variação pode ter ocorrido, talvez, em razão de erro inerente ao corte específico que foi realizado, o qual foi feito pelos colaboradores da atividade, que podem não ter demonstrado padronização e precisão suficientes.

O maior desenvolvimento percentual, em média 2,15% em relação aos demais tratamentos, do peito, com o nível enzimático recomendado pelo fabricante (0,200 kg/ton), pode ter ocorrido pelo fato desse nível proporcionar melhor digestibilidade para os ingredientes e, assim, elevar a quantidade de nutrientes disponíveis para crescimento do peito, uma vez que esse corte representa em torno de 40% do rendimento de carcaça total. Para os demais níveis acima do recomendado para o complexo enzimático pode não ter havido resposta pela falta de substrato disponível depois que se adicionou maior quantidade de enzimas do que o recomendado, sem reduzir na matriz nutricional energia e/ou proteína na dieta e, também, pelo baixo teor de fibra presente em dietas de baixa viscosidade (SOTO E SALANOVA *et al.*, 1996). Dessa forma, em rações com suplementação enzimática fornecida na forma "over the top", com suplementação de níveis de enzima sem redução na energia metabolizável total, verifica-se que a enzima não provoca efeitos benéficos acima do nível recomendado, em razão da qualidade dos alimentos utilizados na formulação e ao total atendimento das exigências nutricionais dos animais.

Não houve efeito significativo (P> 0,05) na qualidade da carne de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático SSF (Tabela 8).

**Tabela 8**. Valores médios de perda de peso por cozimento (PPC), maciez objetiva (MO), capacidade de retenção de água (CRA), potencial hidrogeniônico (pH), luminosidade (L*), tendência de cor para o vermelho (a*) e tendência para o amarelo (b*) da carne de peito de frangos de corte com 42 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático.

| Variável | Níveis de adição CE(kg/ton) | | | | | CV | Valor P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,100 | 0,200 | 0,300 | 0,400 | | |
| PPC(%) | 30,54 | 26,40 | 29,54 | 31,48 | 26,03 | 16,79 | 0,5510 |
| MO(jgf g-1) | 3,16 | 3,07 | 3,33 | 2,45 | 3,20 | 18,61 | 0,4969 |
| CRA(%) | 44,98 | 47,13 | 44,2 | 48,01 | 46,71 | 10,51 | 0,4850 |
| pH | 5,72 | 5,67 | 5,68 | 5,69 | 5,71 | 0,93 | 0,8317 |
| L* | 49,79 | 49,37 | 50,40 | 49,6 | 48,22 | 5,23 | 0,3751 |
| a* | 3,16 | 3,07 | 3,33 | 2,45 | 3,20 | 21,78 | 0,3226 |
| b* | 7,66 | 6,72 | 7,67 | 7,22 | 7,82 | 15,10 | 0,5782 |

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

Segundo Werner *et al*. (2009), a adição de enzimas não afeta os parâmetros de qualidade da carne que, por sua vez, estão inter-relacionados com a cor e pH, que são prejudicados principalmente pela perda de exsudato e coques de temperatura. Zakaria *et al*. (2010), trabalhando com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexo enzimático SSF, também não observaram efeito (P> 0,05) quanto aos parâmetros de pH, PPC, CRA, cor e luminosidade de carne de frangos aos 42 dias de idade. Ainda, Santos *et al*. (2006) não observaram efeito significativo (P> 0,05) para pigmentação da perna em frangos de corte com 42 dias de idade suplementados com complexo enzimático (xilanase, protease e amilase).

### 4.4. Análise de Empenamento

A avaliação do empenamento das aves mostrou que não houve efeito dos diferentes níveis enzimáticos sobre o empenamento das aves aos 28 e 35 dias de idade (P≥0,05) (Tabela 9).

**Tabela 9**. Escores de empenamento (dorso e coxa) de frangos de corte, fêmeas, alimentados com diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático na dieta aos 28 e 35 dias de idade.

| | Coxa | | Dorso | |
|---|---|---|---|---|
| Tratamento | 28 dias | 35 dias | 28 dias | 35 dias |
| Níveis de CE (kg/ton) | | | | |
| 0,000 | 5,9870 | 6,2412 | 5,6584 | 8,1542 |
| 0,100 | 6,5625 | 6,5690 | 6,2693 | 8,3741 |
| 0,200 | 6,0289 | 7,5602 | 6,8896 | 8,9852 |
| 0,300 | 6,8788 | 6,0418 | 6,2554 | 8,6551 |
| 0,400 | 6,9501 | 6,8450 | 6,8754 | 8,8823 |
| CV (%) | 10,23 | 8,12 | 7,89 | 7,62 |

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem pelo teste de Tukey.

A ausência de variação no empenamento das aves é explicada pelo fato de terem sido utilizadas somente fêmeas no experimento e também por não ter ocorrido restrição alimentar durante o período de criação.

### 4.5. Análise de viabilidade econômica

Não houve diferença significativa (P> 0,05) no índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de adição de complexo enzimático nas rações.

**Tabela 10.** Índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte, fêmeas, aos 35 e 42 dias de idade submetidos a diferentes níveis de inclusão de complexo enzimático.

| Níveis de CE (kg/ton) | IEP 35 | IEP 42 |
|---|---|---|
| 0,000 | 371,75 | 362,56 |
| 0,100 | 353,89 | 341,28 |
| 0,200 | 370,38 | 353,27 |
| 0,300 | 364,33 | 346,21 |
| 0,400 | 376,19 | 360,40 |
| CV (%) | 10,53 | 9,56 |

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem pelo teste de Tukey.

Esses resultados vão ao encontro daqueles observados por Fernandes *et al.* (2010), Pereira *et al*. (2010), Silveira *et al*. (2010), que não observaram diferença significativa para o índice de eficiência produtiva em frangos de corte, aos 42 dias, alimentados com rações contendo complexo enzimático, reduzindo ou não os níveis energéticos da dieta padrão. Entretanto, Torres *et al*. (2003), avaliando a influência de enzimas sobre o desempenho de frangos de corte, verificaram que os níveis mais baixos de proteína e de energia, suplementados com enzimas, proporcionaram aos frangos um desempenho similar àqueles alimentados com dietas com níveis normais de proteína e energia. Isso demonstra que a inclusão de enzimas nas dietas possibilita uma redução dos níveis nutricionais sem afetar o desempenho de frangos de corte, reduzindo, consequentemente, os custos, fato este não observado neste trabalho.

Mesmo não havendo efeito significativo no índice de eficiência produtiva, percebe-se que, ao se extrapolar a produção de frangos de corte para 1000 T de peso vivo, levando-se em conta o custo alimentar, a dieta controle, na qual não se adicionou o complexo SSF, demonstrou ser até 4,27% mais economicamente viável do que o tratamento 5, quando se buscou a inclusão de 0,400 kg/ton de complexo enzimático.

**Tabela 11.** Custo da dieta e custo alimentar para produzir 1000 T de frangos vivos.

| Níveis de CE (kg/ton) | Custo Dieta R$/ $T^{-1}$ | Custo Alimentar R$/$T^{-1}$ | Custo Alimentar 1000 R$/$T^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| 0,000 | 700,10 | 1.103,30 | 1.103.300,00 |
| 0,100 | 703,00 | 1.131,00 | 1.131.000,00 |
| 0,200 | 705,90 | 1,136,30 | 1.136.300,00 |
| 0,300 | 708,80 | 1.147,80 | 1.147.800,00 |
| 0,400 | 708,40 | 1.152,50 | 1.152.500,00 |

Toledo *et al.* 2007, reduzindo energia e suplementando dietas com complexo enzimático (β-glucanase, xilanase, celulase, pectinase e protease) para frangos de corte, encontraram melhora de até 7,02% no custo para se produzir 1000 T de frango vivo, ao se comparar com dieta padrão.

## 5. CONCLUSÃO

A inclusão de diferentes níveis do complexo enzimático SSF em rações, à base de milho e farelo de soja, para frangos de corte, no nível recomendado pelo fabricante, influenciou o rendimento de peito e de asas aos 42 dias, apesar de não influenciar significativamente o desempenho produtivo, os rendimentos de carcaça e demais cortes e a qualidade da carne. Também não houve influência na eficiência produtiva em relação ao custo das dietas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ACOMOVIC, T.; MC CLEARY, B.V. Optimising the response. Feed mix, v.4, n.4, p. 14-19, 1996.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.;et al. **Nutrição Animal.** São Paulo: Nobel, v.1, 2002, 396p.

BAÊTA, F.C.; SOUZAC.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG; Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.

BAGHERI, H.; MANAFI, M.; YAZDANI, M. Effect of polyzyme in broilers fed with corn (Zea mays L.) bran-based diets. In: Bagheri, H. (Ed). **Poultry Feed Nutrition.** Advances in environmental bioloby. Islamic Azadd University, Islamshahr, Iran, 2011.

BEDFORD, M.R.; APAJALATHI, J. Microbiotal interactions in the response to exogenous enzyme utilization. In: Bedford, M. R. (Ed.) **Enzymes in Farm Animal Nutrition.** UK: Wallingford, 2001, p. 299-314.

BENEVIDES, C.M.J.; SOUZA, M.V.; SOUZA, R.D.B.; LOPES, M.V. Fatores Antinutricionais: Revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional,** Campinas, 18(2): 67-79, 2011.

BENTEA, M.; SARA, A.; PANTÃ, L.; CLAPA, L. The Effects of Enzymatic Complex Allzyme SSF and Organic Selenium on some Growth anh Consumption Indices of Broiler Turkey. **Animal Science and Biotechnologies,** 43(1), p.9-14, 2010.

BERTECHINI, A.G. Nutrição de Monogástricos. Editora UFLA, Lavras, 301p, 2006.

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.

BRUM, P.R.; LIMA, G.J.M.M.; COLDEBELLA, A. et al. Efeito da suplementação de enzimas à base de milho e farelo de soja sobre os valores de energia metabolizável e o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005 (CD-ROM).

CAFÉ, M. BORGES, C.A.; FRITS, C.A. *et al*. Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal-based diets. **Journal of Applied Poultry Rsearch,** v.11, p. 29-33, 2002.

CARDOSO, D.M; LARA, L.J.C.; MIRANDA, D.J.A., et al.. Uso de enzimas exógenas na avicultura: uma visão crítica. **B. Indústr. Anim.,** N. Odesse, v.67, n.2, p.191-198 jul./dez., 2010.

CARDOSO, D.M., MACIEL, M.P., PASSOS, D.P., et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Arch. Zootec.** 60 (232): 1053-1064, 2011.

CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; et al. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia,** v.26, n.6, p. 1289-1296, 2002.

CHAUYNARONG, N.; IJI, P.A.; ISARIYODON, N.; MIKKELSEN, L. The influence of an exogenous microbiotal 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, n.3, p. 257-262, 2008.

CHOCT, M. KOCHER, A. Non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. Feed Milling International. June, p.13-26, 2000.

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

CHOCT, M. Managing gut health trough nutrition. **British Poultry Science,** v.50, n.1, p. 9-15, 2009.

COSTA, F.G.P.; SANTOS, T.T; SUIDA, D. et al. Use of xylanase anh phytase with fat (linoleic acid) levels diferente in broiler feeds from 1 to 21 days. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 2010, Georgia. **Proceedings…** Georgia: POULTRY SCIENTIFIC, 2010e. (CD-ROM)>

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.

DE BASÍLIO, V. GERIG, C.F. The effect of contact time between na exogenous enzyme and broiler starter feed. **XXII Latin American Poultry Congress,** Maracy, Venezuela, 2011.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; BARBOSA, N.A.A. et al. Corn and soybean meal metabolizable energy with the addition os exogenous enzymes for poultry. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** v.11, p.51-55, 2009.

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.

FERNANDES, J.I.M; OUTUTUMI, L.K.; FERREIRA, P.W., et al. Efeito da adição de enzimas em dietas à base de milho e soja para frangos de corte. **Arq. Ciên. Vet. Zool. UNIPAR,** Umuarama, v.13, n.1, p 25-31, jan/jun. 2010.

FIALHO, E.T. Alimentos alternativos para suínos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2003, Itapetininga. **Anais...** Itapetininga: Editora Gráfica Universitária, 2003.p.35-98.

FIGUEIREDO, A.N.; ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K., et al. Efeito da adição de enzimas em dietas à base de milho e tipos de soja sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGI AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1998.p. 36.

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

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, 58(2):131-145, 2002.

FORTES, B.D.A.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H., et al. 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.

FURLAN, A.C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A.E. Utilização de complex enzimático em dietas de frangos de corte contendo triticale, ensaio de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.26, n.5, p. 759-764, 1997.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E., BRANCO A.F., et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farela 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.

HAJATI, H. 2010. Effects of enzyme supplementation on performance, carcass characteristics, carcass composition and some blood parameters of broiler chicken. **Amer. J. Anim**. **Vet. Sci**. 5:221-227.

HOOGE, D.M., PIERCE J.L., MC BRIDE, K.W., RIGOLINP P.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.

JONGBLOED, A.W., MROZ, Z., KEMME, P.A. The effect of supplementary *Aspergillus niger* 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 Animal Science**, v. 70, n. 4, p. 1159-1168, 1992.

JUANPERE, J.; PÉREZ-VENDRELL, A.M.; ÂNGULO, A.; BUFAU, J. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutriente digestibility in broilers. **Poultry Science,** v. 84, p. 571-580, 2005.

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.

KESSLER, A.M.; SNIZER JUNIOR, P.N.; BRUGALLI, I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: Conferência APINCO 2000 de Ciência e tecnologia avícolas, 23 a 25 de maio, 2000, Campinas. **Anais...,** v.2. São Paulo: FACTA, 2000.p. 107-133.

LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: V Seminário Internacional de Aves e Suínos - AveSui 2006. 2006. Florianópolis. Anais... Florianópolis. 2006.

LEDUR, V.S. Desempenho e matabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático. 2011. 73p. Dissertação de Mestrado em Zootecnia- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LEITE, J.L.B.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T. et al. 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 de 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., et al. 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.

LEITE, P.R.S.C.; LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, J.H., et al. Microbiota intestinal e desempenho de frangos alimentados com rações elaboradas com sorgo ou milheto e complexo enzimático. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** v.64, n.6, p.1673-1681, 2012.

LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A., et al. 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 polysaccharide digestibility of feed ingredientes 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.

MENEGHETTI, C. p.96. Associação de enzimas em rações para frangos de corte. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Compêndio brasileiro de alimentação animal.** Brasília: 1998, p. 20.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A., et al. Avaliação de Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne do Peito em Frangos de Linhagens de Conformação Versus Convencionais. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, n. 6, p. 1663-1673, 2003.

MOURA, G.S. p. 80. Uso do complexo enzimático solid state fermentation (SSF) em rações para tilápia do Nilo. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

MOURA, G.S.; LANNA, E.A.T.; FILER, K., et al. Effects of enzyme complex SSF (solid state fermentation) in pellet diets for Nile tilapia. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.41, n.10, p. 2139-2143, 2012.

MOURINHO, F.L. Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem complexo enzimático na alimentação de leitões na fase de creche.. 2006. 55p. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2006.

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R., et al.Carcass characteristics of broilers at 42 days receiving diets with phytase in diferrente energy and crude protein levels. **Ciência Agrotecnológica,** Lavras, v.35, n.3, p. 575-581, maio/jun., 2011.

NAHAS, J. & LEFRANCOIS, M.R. Effects of feeding locally grown whole barley with or whithout enzyme addtion and whole wheat on broiler performance and carcasstraits. **Poultry Science,** Champagin, v.80, n.2, p. 195-202, Feb. 2001.

NJERU, H.K. Effects of enzyme complex (Alizyme SSF) and yeast metabolites (Diamond V XPC) on performance, immune responses, gastrointestinal morphology and intestinal microbiota in broiler chicken (Gallus domesticus). Tese de Doutorado. In: University Nairobi, 68 p, Agosto, 2013.

OLIVO, R. Atualidades na Qualidade da Carne de Aves. FACTA – Fundação APINCO de Ciências e tecnologia Avícolas. Santos SP, 04 a 07 de maio. p. 143-151, 2004.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-Related Influence of a cocktail of Xylanase, Amylase, and Protease or Phytase Individually or in Combination in Broilers. Poultry Science, v. 86, p. 77–86, 2007.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.,et al. 2006. Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archiv. Vet. Sci.,** 11: 31-35.

PEREIRA, P.W.Z.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C., et al. Avaliação de complexo enzimático e betaína natural em rações para frangos de corte criados em aviário comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia.,** v.39, n.10, p.2230-2236, 2010.

PERSIA, M.E; DEHORITY, B.A. & LILBUM, M.S., 2002. The effects of enzyme supplementation of corn and wheat based diets on nutrient digestion and cecal microbial populations in tukeys. **J. Appl. Poultry Scien.** 86:225-231.

PETRACCI, M. & BAEZA. **Harmonization of methodologies for the assessment of poultry meat quality features** pg: 137 -151, 2011.

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., et al. 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. 1271-1279, 2010.

ROBISON, T.; NIGAN, P. Biorector design for protein enrichment of agricultural residues by solid state fermentation. **Biochemical Engineering Journal,** v.13, p. 107-203, 2003.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L., et al. **Tabela Brasileira para Aves e Suínos – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais,** 3ª Ed. Viçosa. MG. Brasil, 252 p., 2011.

SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F, et al. 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.

SANTOS JR., A.A, FERKET, P.R., GRIMES, J.L et al 2004. Dietary pentosanase suplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. **Int. J. Poultry Scie.** 3(1):33-45.

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

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

SELANI, M. M. Extrato de bagaço de uva como antioxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2010.

SILVEIRA, M.H.D; ROSSI, P.; RUTZ, F., et al. Efeito da peletização em dietas contendo complexo enzimático para frangos de corte. **Cien. Anim. Bras.,** Goiânia, v. 11, n.2, p.326-333, abr./jun. 2010.

SOTO-SALANOVA, M.F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H. *et al*. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 96 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, 1996. P. 71-76.

SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para Avaliação de qualidade da carne de frango. In: V Seminário Internacional de Aves e Suínos – AveSui 2006, avicultura. Florianópolis: 2006. Disponível em: < www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoesecod publicação=793> .

SOUZA, R.M. de; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V., et al. 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.

STECH, M.R; CARNEIRO, D.J.; CARVALHO, M.R.B, 2010. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences,** v.32, n.3, p.255-262, 2010.

STRYER, L. Bioquímica. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 1000p.

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

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

TORREZAN R, FRAZIER RA, CRISTIANINI M. Efeito do tratamento sob alta pressão isostática sobre os teores de fitato e inibidor de tripsina de soja. B CEPPA. 2010;28(2):179-86.

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

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

ZANELLA, I.; SAKOMURA, 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.

ZAKARIA, H.; JALAL, M.; ISHMAIS, M. The influence of supplemental multi-enzymes feed additive on the performance, carcass characteristics, and meat quality traits or broiler chickens. **International Journal of Poultry Science,** v.9, p. 126-133, 2010.

WERNER, C.; S. JANISCH, U. KUMBET and M. WICKE, 2009. Comparative study of the quality of broiler and turkey meat. **Br. Poult. Sci.**, 50: 318-324.

WYATT, C.L.; BEDFORD, M.R. Uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicação prática. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998. Curitiba. **Anais...** Curitiba: FINNFEEDS, 1998, p.2-12.