

**GABRIEL BORGES SANDT PESSÔA**

**AVALIAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM DIETAS DE  
FRANGOS DE CORTE**

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

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P475a  
2010

Pessôa, Gabriel Borges Sandt, 1984-  
Avaliação de complexo enzimático em dietas de frangos  
de corte / Gabriel Borges Sandt Pessôa. – Viçosa, MG,  
2010.  
viii, 65f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.  
Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Frango de corte – Nutrição. 2. Frango de corte –  
Registros de desempenho. 3. Enzimas. 4. Metabolismo.  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

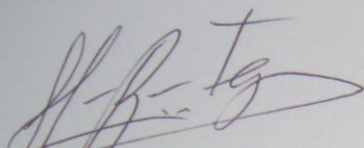
CDD 22. ed. 636.50852

**GABRIEL BORGES SANDT PESSÔA**

**AVALIAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM DIETAS DE  
FRANGOS DE CORTE**

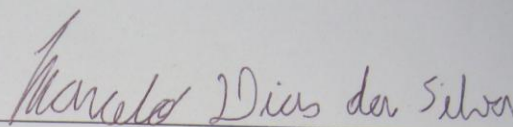
Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para a obtenção do título  
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de Julho de 2010

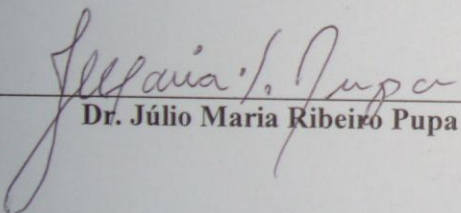


Prof. Horácio Santiago Rostagno

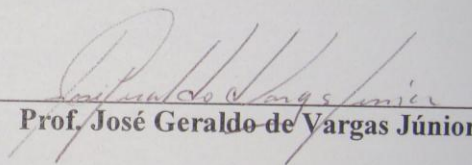
(Coorientador)



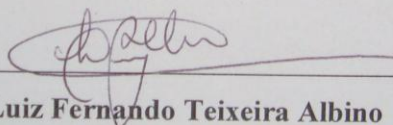
Prof. Marcelo Dias da Silva



Dr. Júlio Maria Ribeiro Pupa



Prof. José Geraldo de Vargas Júnior



Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino

(Orientador)

*A Deus, quem me deu vida e me abençoa todos os dias.*

*Aos meus pais, Eduardo e Isabel, por todo o amor, carinho, apoio e incentivo.*

*São meus exemplos de vida!*

*Aos meus irmãos, Eduardo e Nina Morena, por sempre poder contar com eles quando precisei.*

*À Alice, pelo amor, carinho e compreensão, estando sempre ao meu lado!!*

**Dedico....**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por tudo!

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), particularmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela valiosa orientação, pelos ensinamentos, pelos incentivos, pela amizade e pela confiança em mim e no meu trabalho.

Ao professor Horácio Santiago Rostagno, pelas colaborações, sugestões e conselhos.

Aos funcionários do setor de Avicultura da UFV, principalmente Elísio, José Lino e Adriano, pelo apoio durante a realização dos experimentos e amizade.

Aos colegas Wagner, Rodrigo, Thiago Birro, Fernando, Carla, Rosana, Paulo Roberto, Valdir, Jorge, Sandra, Rodolfo, Claudson, Tiago Gaúcho, Thony, Guilherme e Anastácia, pela ajuda dispensada nos experimentos, pela amizade, companheirismo, saídas e afins!!

Aos amigos Lídson, Silvano e Alfredo, pela amizade e pelos ensinamentos enquanto ainda era estagiário deles.

Aos amigos Mário e Agenor, companheiros de república, pela ótima convivência e conhecimentos trocados.

À Empresa Alltech, em especial Andrea Malaguido, Bianca Martins e Melissa Hannas, pelo apoio nas pesquisas e incentivos.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão deste curso.

## **BIOGRAFIA**

GABRIEL BORGES SANDT PESSÔA, filho de Eduardo Sandt Pessôa e Isabel Christina Borges Pessôa, nasceu em 07 de abril de 1984 na cidade de São Gonçalo, estado do Rio de Janeiro.

Em março de 2003 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, colando grau em julho de 2008.

Em agosto de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese no dia 22 de julho de 2010.

*“Somente aqueles que arriscam ir mais longe sabem  
o quão longe alguém pode ir.”*

**T.S. Elliot**

## CONTEÚDO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1) INTRODUÇÃO .....	1
2) REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 As enzimas .....	3
2.1.1 Histórico .....	3
2.1.2 Características .....	4
2.1.3 Carboidrases .....	7
2.1.4 Fitase .....	9
2.1.5 Proteases .....	11
2.2 Enzimas na alimentação animal .....	12
3) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14

### **CAPÍTULO 1**

#### **Desempenho de frangos de corte no período de 01 a 42 dias de idade alimentados com dietas suplementadas ou não com complexo enzimático .....**

19

1) INTRODUÇÃO .....	19
2) MATERIAL E MÉTODOS .....	21
3) RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
3.1 Período de 01 a 21 dias de idade .....	25
3.2 Período de 21 a 42 dias de idade .....	28
3.3 Período de 01 a 42 dias de idade .....	31
4) RESUMO E CONCLUSÃO .....	35
5) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36

### **CAPÍTULO 2**

#### **Efeito da inclusão do complexo enzimático sobre os valores de energia metabolizável e sobre os balanços de nitrogênio e de fósforo das rações experimentais .....**

41

1) INTRODUÇÃO .....	41
2) MATERIAL E MÉTODOS .....	43
3) RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
3.1 Energia Metabolizável .....	47
3.2 Balanço de Fósforo .....	50
3.3 Balanço de Nitrogênio .....	53
4) RESUMO E CONCLUSÃO .....	57
5) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
6) APÊNCICE .....	60

## RESUMO

PESSÔA, Gabriel Borges Sandt, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2010.  
**Avaliação de complexo enzimático em dietas de frangos de corte.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Horácio Santiago Rostagno e Paulo César Gomes.

Dois experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa a fim de avaliar os efeitos da inclusão do complexo enzimático nas dietas de frangos de corte sobre o desempenho dos animais e sobre os valores de energia metabolizável e os balanços de nitrogênio e de fósforo das dietas. No primeiro experimento foram utilizados 960 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, de 01 a 42 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo 6 tratamentos no esquema fatorial 3 x 2 (três níveis nutricionais suplementados ou não com o complexo enzimático), com oito repetições e 20 aves por unidade experimental. A dieta testemunha, nível nutricional 1, foi formulada para atender as exigências nutricionais das aves de acordo com as Tabelas Brasileiras. As outras dietas (níveis nutricionais 2 e 3) tiveram os níveis de fósforo disponível, de energia metabolizável e de aminoácidos reduzidos em função da valorização de 100% e de 150% da matriz nutricional da enzima. A inclusão do complexo enzimático (200 gramas/ton.) na dieta mostrou-se eficiente, melhorando o desempenho dos frangos de corte, sendo a maior influência sobre o ganho de peso (4%) e a conversão alimentar dos animais (3%). No segundo experimento foi realizado um ensaio de metabolismo utilizando 240 animais distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos iguais ao do primeiro experimento, com 8 repetições e 5 aves por repetição. Houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre as dietas e o complexo enzimático para os parâmetros fósforo ingerido, nitrogênio ingerido, nitrogênio retido e porcentagem de nitrogênio retido. O complexo enzimático influenciou positivamente o valor de energia metabolizável e o balanço de fósforo. O uso do complexo enzimático mostrou-se eficiente, proporcionando melhora de 2,02% no aproveitamento da energia metabolizável aparente corrigida. Também foi eficiente quanto aos balanços de fósforo e nitrogênio, proporcionando aumento de 10,26% na retenção do fósforo, uma redução de 3,30% na excreção e um aumento de 5,30% na retenção do nitrogênio.

## ABSTRACT

PESSÔA, Gabriel Borges Sandt, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, July, 2010. **Avaliation of enzymatic complex in broiler diets.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-advisers: Horácio Santiago Rostagno and Paulo César Gomes.

Two experiments were accomplished in the Aviculture Sector of the Animal Science Department of the Federal University of Viçosa in order to evaluate the performance of broilers fed with diets added with an enzymatic complex and the effect on the values of metabolizable energy and phosphorus and nitrogenous balance of diets supplemented with the enzymatic complex. In the first experiment were used 960 Cobb male broilers from 1 to 42 days old in a complete randomized experimental design, being 6 treatments in a factorial arrangement 3 x 2 (three nutritional levels with or without inclusion of enzyme complex) with eight replicates and 20 broilers/replicate. The reference diet (nutritional level 1) was formulated according the Brazilian Tables to attempt the nutrients needs of poultry. The others diets (nutritional levels 2 and 3) had reductions on the levels of available phosphorus, metabolizable energy and amino acids considering the valorization of 100% and 150% of the enzymatic complex nutritional matrix. The inclusion of the enzymatic complex (200 gram/ton) resulted in better performance of the broilers, mainly for weight gain (4%) and feed:gain ratio (3%). In the second experiment the traditional method of total excreta collection was used with 240 animals, distributed in the same treatments as the first experiment, but with 8 replicates and 5 birds per replicate. There was significant interaction ( $P>0.05$ ) between diet and enzymatic complex for phosphorus intake, nitrogen intake, nitrogen retained and percentage of nitrogen retained. The enzymatic complex positively affects the value of metabolizable energy and the balance of phosphorus. The use of the enzymatic complex was efficient, improving in 2.02% the use of nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. It was also effective on the balances of phosphorus and nitrogen, providing an increase of 10.26% on the phosphorus retention, a 3.30% reduction on nitrogen excretion and increase of 5.30% on the nitrogen retention.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas grandes avanços ocorreram na avicultura, tornando-a um dos segmentos mais desenvolvidos da agropecuária. O êxito na produção avícola é resultado da integração de melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo, sendo a avicultura de corte brasileira um destaque no cenário internacional pela alta produtividade e qualidade de seus produtos.

Segundo Valério *et al* (2003), o desenvolvimento de linhagens com alto potencial genético associado ao contínuo desenvolvimento tecnológico nas áreas de nutrição, ambiência, sanidade e manejo, tem possibilitado maior produção de carne por unidade de área, além da redução no tempo de alojamento das aves. No entanto, para otimizar a produção de carne de qualidade, torna-se necessário, entre outros fatores, adequado e preciso suprimento de nutrientes, obtidos por meio de rações balanceadas, formuladas de acordo com o potencial genético das aves e as condições ambientais de criação.

Atualmente, reduzir o custo de produção e melhorar o rendimento industrial são os principais desafios da avicultura mundial. Com esse intuito, o uso de enzimas exógenas em rações para aves tem sido muito difundido para melhorar a digestibilidade dos nutrientes e a energia das rações.

De acordo com Penz Júnior (1998), alguns autores sugerem que as enzimas exógenas deveriam ser utilizadas somente em situações em que os animais não sejam capazes de sintetizá-las. Entretanto, Wenk (1993) relata que a suplementação de enzimas exógenas pode melhorar a eficiência das enzimas endógenas. É o caso da amilase, cujo substrato é o amido, e que é suplementada às rações visando melhorar a eficiência da degradação do amido. Este efeito pode ser de grande importância especialmente em aves jovens, pois, de acordo com Noy & Sklan (1995), em pintos jovens alimentados com rações à base de milho e farelo de soja, a digestibilidade ileal é baixa, tanto do amido como da gordura.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos e de aves tem sido estudada com o objetivo não somente de aumentar o aproveitamento dos alimentos, promovendo a hidrólise de fatores antinutricionais e de polissacarídeos não-amiláceos (Chesson, 1987; Furlan *et al.*, 1997), mas também de reduzir a viscosidade da digesta (Graham, 1996).

Esse interesse na utilização de enzimas em rações se deve aos custos cada vez maiores das matérias primas tradicionais e a busca por ingredientes alternativos como cevada, aveia, arroz e trigo, entre outros. As enzimas também são consideradas como uma forma de reduzir a contaminação ambiental por nutrientes das excretas, tais como o fósforo, o nitrogênio, o cobre e o zinco. Além disso, existe uma preocupação cada vez maior com a adição de aditivos antimicrobianos nas rações.

A utilização da enzima é também alternativa para o uso de promotores antibióticos, com o objetivo de aumentar a digestibilidade dos alimentos e o desempenho das aves.

Assim, diversas pesquisas estão sendo realizadas visando conhecer o efeito da adição de enzimas exógenas sobre a digestibilidade de nutrientes dos diferentes alimentos constituintes das dietas para aves.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- 1) avaliar os efeitos da adição de complexo enzimático na ração sobre o desempenho de frangos de corte no período de 01 a 42 dias de idade;
- 2) avaliar os efeitos da adição do complexo enzimático sobre os valores de energia metabolizável e sobre os balanços de nitrogênio e de fósforo das rações experimentais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AS ENZIMAS

#### 2.1.1 HISTÓRICO

Os estudos com enzimas datam desde o ano de 1700, quando já se observava a digestão de carnes a partir das secreções do estômago. A partir daí vários pesquisadores, como Payen e Persoz, surgiram fazendo novas descobertas, como a conversão do amido em açúcar pela ação da saliva. Já em 1850, Louis Pauster concluiu que as leveduras eram capazes de catalisar a conversão de açúcares em álcool, ou seja, o processo de fermentação.

Apesar dessas descobertas, somente na segunda metade do século XIX é que o nome “enzima” aparece, sendo criado pelo pesquisador Friedrich Wilhelm Kühne, no ano de 1878, significando “dentro da levedura” (*en = dentro e zyme = levedura*).

Mesmo com esses estudos, somente a partir da II Guerra Mundial é que se expandiram consideravelmente as pesquisas sobre as enzimas, mediante a grande necessidade de produção de antibióticos. A partir daí, esses aditivos começaram a ser estudados visando também produção animal.

A Universidade Estadual de Washington – EUA pesquisou na década de 1950 o uso das enzimas para solucionar problemas na avicultura causados por excesso de umidade na cama. Esse problema se deu principalmente pelo fato de se utilizar como ingredientes da ração alimentos como os cereais centeio, trigo, cevada, triticale e aveia. Estes grãos são ricos em polissacarídeos estruturais, também chamados polissacarídeos não amiláceos (PNA), que tem como característica aumentar a viscosidade da dieta, dificultando a ação de enzimas endógenas e assim a digestão do alimento, o que leva ao aumento da produção de excretas e o excesso de umidade.

Devido à grande utilização desses cereais ricos em PNAs como ingrediente das rações dos animais monogástricos na Europa, na década de 1960 as pesquisas sobre enzimas e a prática de seu uso se consolidaram. Assim, descobriu-se que ingredientes de origem vegetal possuem compostos que se complexam e podem interferir na digestão, absorção e utilização de nutrientes.

Por esse motivo, estes agentes naturais foram denominados de fatores antinutricionais, sendo os mais comumente encontrados os polissacarídeos não amiláceos (Sebastian *et al.*, 1996).

Já na década de 1990, de acordo com Santos (2005), foi proposto a incorporação de enzimas nas rações de monogástricos compostas por grãos e farelos altamente digestíveis como milho, sorgo e farelo de soja, com o intuito de melhorar a utilização destes, além de permitir o uso de ingredientes alternativos.

Desta maneira, foi possível mudar a formulação das rações, baixando os níveis nutricionais e reduzindo os custos de produção sem prejudicar o desempenho dos animais (Wyatt & Bedford, 1998).

### **2.1.2 CARACTERÍSTICAS**

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária, com exceção de um pequeno grupo de moléculas de RNA com propriedades catalíticas, chamadas de ribozimas. Proteínas são moléculas naturais produzidas industrialmente por diversos tipos de fungos, bactérias e leveduras. Os processos de produção são rigidamente controlados, não apresentando qualquer risco para os animais e, principalmente, ao consumo humano, além de possuir boa aceitação no mercado internacional. Essa boa aceitação se dá principalmente por haver inúmeras pesquisas conduzidas sobre enzimas, gerando um grande volume de informações que garantem confiabilidade na sua utilização. As enzimas em condições adequadas (umidade, temperatura, pH, concentração da própria enzima e do substrato) e em contato com o substrato presente no trato digestivo iniciam o(s) processo(s) enzimático(s) de digestão. De forma geral, os principais mecanismos envolvidos são a quebra das paredes celulares, a redução da viscosidade da ração, a degradação de proteínas e dos fatores antinutricionais e a suplementação da “lacuna” endógena, buscando melhor aproveitamento dos nutrientes não aproveitados em rações sem suplementação enzimática.

Quando corretamente empregadas e avaliadas, as enzimas não apresentam desvantagens, sendo o principal objetivo da utilização o aumento da rentabilidade da produção animal, seja ele em função da redução do custo de formulação ou através dos resultados zootécnicos adequados, proporcionados tecnicamente pelo aumento da digestibilidade dos nutrientes, redução dos fatores

antinutricionais e além de efeito consequente de benefícios da saúde intestinal com a redução do substrato para microflora patogênica. Segundo Henn (2002), outro ponto de extrema relevância é a questão ambiental, pois ao melhorar o aproveitamento dos nutrientes da ração, como no caso do fósforo pela presença da enzima fitase, ocorrerá menor excreção desse nutriente nas fezes e urina dos animais, o que terá grande influência na produção animal do futuro. Como efeito será verificado uma menor poluição ambiental.

De acordo com Stillborn (1998), há várias estratégias para reduzir a excreção de fósforo pelos frangos de corte, como utilizar fosfatos altamente disponíveis nos alimentos, formular rações a base de fósforo disponível, evitar supersuplementação de fosfato inorgânico na ração e suplementar as rações com a enzima fitase. Há controvérsias quanto à produção da fitase endógena pelas aves, se realmente existe ou se sua produção é insignificante, sendo que a fitase exógena pode ser produzida pelas bactérias, fungos e leveduras (Henn, 2002).

As enzimas alimentares atuam principalmente provocando a ruptura das paredes celulares das fibras, reduzindo a viscosidade da digesta do intestino proximal, degradando as proteínas, diminuindo os efeitos dos fatores antinutricionais, como os inibidores de proteases, tornando os nutrientes mais disponíveis para o animal e suplementando a produção de enzimas endógenas do animal (Soto-Salanova *et al.*, 1996).

A melhor forma de utilizá-las é adequando especificidade e concentrações de substrato-enzima, conhecendo as diferenças de temperatura e pH, respeitando a maturação fisiológica do animal e, principalmente observando o retorno financeiro na base de unidade produzida. A escolha do melhor tipo de enzima a ser utilizada vai depender do tipo de substrato que se deseja trabalhar (Tabela 1).

Entre as enzimas comercialmente disponíveis, todas seguramente podem proporcionar reduções nos custos das rações. Entretanto as carboidrases são as que possibilitam reduções mais significativas. As rações são formuladas, em sua maioria, à base de milho e soja, sendo que esses ingredientes, principalmente a soja, têm frações energéticas que somente poderão ser aproveitadas pelas aves através do uso de enzimas exógenas. Sendo assim, quanto maior a capacidade de um alimento gerar energia, ao se utilizarem enzimas, mais ele será aproveitado, podendo com isso reduzir seus níveis de inclusão nas rações (Campestrini *et al.*, 2005). Estudos também demonstram a melhoria da digestibilidade das rações e do desempenho das aves com a suplementação de fitase (Nunes *et al.*, 2001; Rutherford *et al.*, 2002; Selle & Ravindran, 2007).

Tabela 1 – Resumo de enzimas utilizadas na ração de aves

Enzima	Substrato	Efeitos
Xilanase	Arabinoxilanos	Redução da viscosidade da ração.
Glucanases	$\beta$ - glucanos	Redução da viscosidade da ração e menor umidade na cama.
Pectinases	Pectinas	Redução da viscosidade da ração.
Celulases	Celulose	Degradação de celulose e liberação de nutrientes.
Proteases	Proteínas	Suplementação das enzimas endógenas; degradação mais eficiente de proteínas.
Amilases	Amido	Suplementação das enzimas endógenas; degradação mais eficiente do amido.
Fitase	Ácido fítico	Melhora a utilização do fósforo dos vegetais. Remoção do ácido fítico.
Galactosidades	Galactosídios	Remoção de galactosídios
Lipases	Lipídios e ác. graxos	Melhora a utilização de gorduras animais e vegetais.

Adaptado de Cleóphas *et al.* (1995)

Devido à grande variedade de ingredientes que podem ser usados nas rações, algumas estratégias nutricionais devem ser consideradas, pois mesmo que existam bases científicas bem estabelecidas que justificam a adição de enzimas exógenas para alguns alimentos, essa informação ainda é escassa para outros tipos de alimentos.

Segundo Soto-Salanova (1996), a primeira estratégia, mais simples e de aplicação prática para aves jovens (1 a 21 dias de idade), é a que se costuma denominar adição “acima do máximo” de uma formulação, que consiste em adicionar o complexo enzimático a uma formulação já existente, que supostamente atenda às exigências nutricionais, com o objetivo de melhorar a eficiência, o desempenho e o custo do frango. A segunda opção é modificar a

formulação alimentar, promovendo redução nos níveis nutricionais, para reduzir-se o custo da ração, o que normalmente resulta em menor desempenho dos frangos. Entretanto, a adição de enzimas exógenas melhora o aproveitamento nutricional do alimento resultando em desempenho normal dos animais. Com isso, a produção é a mesma, porém os custos alimentares são reduzidos, mesmo quando o custo da enzima for incluído.

Os principais objetivos com a suplementação de enzimas na alimentação são:

- melhorar a disponibilidade de nutrientes;
- quebrar fatores antinutricionais presentes na ração;
- aumentar o valor nutricional de ingredientes (pode aumentar o uso do ingrediente ou reduzir o custo da ração);
- proporcionar o emprego de alimentos de menor qualidade nutricional;
- melhorar a formulação das rações, pois há menor variação da qualidade nutricional dos ingredientes e menor erro na estimativa do conteúdo em nutrientes;
- cobrir parte do papel dos antibióticos promotores de crescimento.

As enzimas são eficientes catalisadores em sistemas biológicos (Stryer, 1995) e sua atividade é influenciada por fatores como: pré-tratamento do alimento, pH e comprimento do trato gastrointestinal, grau de hidratação e temperatura do corpo do animal, susceptibilidade da enzima exógena ao ataque da enzima endógena, concentração do produto em razão da hidrólise da enzima, atividade/concentração da enzima endógena e tipo de ingrediente utilizado na ração (Acamovic & McCleary, 1996).

De forma geral, as enzimas facilitam a digestão e melhoram a saúde intestinal dos animais. Os benefícios podem ser observados no ganho de peso, rendimento de carcaça e ainda na possibilidade de se reduzir o uso de ingredientes caros para a formulação de ração.

### **2.1.3 CARBOIDRASES**

As aves não têm enzimas endógenas com a capacidade de digerir celulose, arabinosilanos,  $\beta$ -glucanas ou outras substâncias pécicas. Por causa disso, muitas pesquisas têm

sido feitas visando a possibilidade de romper esses polímeros para que o conteúdo encapsulado no interior das células seja disponibilizado.

As carboidrases já vêm sendo estudadas há vários anos, mas tiveram seu uso bastante amplificado nos últimos anos e ganham cada vez mais força, por atuarem no aumento da disponibilização de energia, principal componente do custo dietético e de suma importância para um desempenho adequado.

A grande importância das carboidrases se dá devido ao fato da maior parte da dieta dos frangos ser composta por alimentos de origem vegetais, que são ricos em carboidratos. Dentro do grupo dos carboidratos existem os polissacarídeos não amiláceos (PNAs), principais constituintes da parede celular (Choct, 1997). Os PNAs consistem em polímeros de monossacarídeos ou açúcares simples unidos por uma ligação específica chamada ligação glicosídica, que é formada entre o grupo hemiacetal de um açúcar e o grupo hidroxila do outro (Mourinho, 2006). Devido à natureza dessas ligações, os PNAs são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos animais monogástricos. Estes compostos não causam sintomas de toxicidade, mas apresentam propriedades antinutritivas que podem afetar o desempenho dos animais (Leczneski, 2006). Na tabela 2 são apresentados alguns alimentos com sua respectiva porcentagem de PNAs.

Tabela 2 – Composição de diferentes alimentos em polissacarídeos não amiláceos (% da matéria seca)

Alimento	Celulose	Arabinose	Xilose	Manose	Galactose	β-Glucano
Cevada	4,3	2,8	5,3	0,3	0,2	4,2
Milho	2,2	2,0	2,7	0,3	0,5	0,1
Sorgo	2,2	2,0	0,9	0,9	0,2	0,2
Trigo	2,0	3,1	4,8	0,3	0,4	0,8
F. Canola	5,9	4,3	1,7	0,4	1,8	-
F. Soja	6,2	2,3	1,8	0,9	3,5	-
Aveia	8,2	1,8	8,0	0,3	0,7	2,8

Adaptado de Choct *et al.*, (1996).

Dependendo da solubilidade dos seus constituintes, os PNAs são classificados em solúveis e insolúveis. Os PNAs insolúveis são as celuloses, as ligninas e algumas hemiceluloses. Os PNAs solúveis são compostos por pectinas, gomas e principalmente pela hemicelulose. A hemicelulose, por sua vez, é constituída por arabinosilanos,  $\beta$ -Glucanos, D-xilanos, D-mananos e xiloglucanos, entre outros (Tavernari *et al.*, 2008).

As propriedades antinutricionais dos PNAs estão principalmente nos PNAs solúveis, que são capazes de se ligarem a grande quantidade de água aumentando, dessa forma, a viscosidade do fluido (Rosa & Utthpatel, 2007), interferindo na difusão dos nutrientes e das enzimas digestivas e suas interações com a mucosa intestinal. Esse aumento da viscosidade do quimo intestinal causa prejuízos ao desempenho produtivo, pois diminuem a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato digestivo (Guenter, 1993).

Segundo Souza (2005), de modo geral, a viscosidade da digesta reduz o contato entre os nutrientes e as secreções digestivas, a difusão e o transporte da digesta, das enzimas endógenas, e dos sais biliares e dos movimentos peristálticos; e aumenta o tempo de retenção da digesta, favorecendo a proliferação de bactérias no trato digestório.

As carboidrases formam a maioria das enzimas usadas na nutrição animal, sendo que o efeito positivo destas enzimas pode ser medido em termos de melhoria no desempenho dos animais, como ganho de peso e conversão alimentar. No entanto, a intensidade destes efeitos depende da espécie e idade dos animais e do tipo de dieta, taxa de inclusão de carboidratos complexos ou concentração e solubilidade destas moléculas (Cousins, 1999).

#### **2.1.4 FITASE**

A maioria das rações para frangos é composta por ingredientes de origem vegetal, que mesmo apresentando elevados valores de fósforo total, somente cerca de 30% deste nutriente está na forma disponível, sendo o restante apresentado na forma de fitato ou ácido fítico.

O que explica sua elevada presença nos alimentos vegetais é o fato de o ácido fítico funcionar como uma reserva fosfórica durante o processo de germinação das sementes. Ele é uma molécula polianiónica com potencial para quelatar nutrientes positivamente carregados, o que caracteriza sua propriedade antinutricional, comprometendo a utilização de proteínas,

energia, cálcio e minerais traço (Selle & Ravindran, 2007). Fitato é o sal formado pelo ácido fítico quando este se liga a íons de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Zn}^{++}$ , entre outros. Esses minerais e determinados nutrientes, uma vez ligados à molécula de ácido fítico, tornam-se indisponíveis ao animal, ou seja, não são solubilizados.

Os fitatos também são conhecidos por impedir a ação várias enzimas digestivas endógenas, como a pepsina, a amilase ou tripsina. Segundo Cousins (1999), provavelmente esses efeitos são devido à natureza inespecífica dos complexos fitato-proteína ou uma inibição devido ao efeito quelante dos íons Ca necessários para a atividade dessas enzimas endógenas.

Devido a esses fatores antinutricionais dos alimentos vegetais para as aves, há necessidade de suplementar o fósforo das rações com uma fonte inorgânica e determinar o teor de fósforo real nas dietas, evitando-se fornecer quantidades acima das exigências e reduzir a excreção desse mineral (Henn, 2002). De acordo com Stillborn (1998), há várias maneiras de reduzir a excreção de fósforo pelos frangos de corte, como utilizar fosfatos altamente disponíveis na dieta, formular dietas baseadas no fósforo disponível, evitar supersuplementação de fosfato inorgânico nas dietas e também suplementar as dietas com a enzima fitase.

A enzima fitase não é produzida pelas aves ou, se produzida, é em uma quantidade insignificante, enquanto que a fitase exógena pode ser produzida por bactérias, fungos e leveduras (Henn, 2002). Por causa dessa falta de fitase endógena, há a necessidade de se realizar sua suplementação na dieta.

O modo de ação da fitase consiste no mecanismo de transferência do grupo fosfato do substrato para a enzima e da enzima para água. O fitato a ser hidrolisado produz cinco classes de produtos intermediários (mioinositol penta, tetra, tri, bi e monofosfato) e libera o fosfato inorgânico juntamente com o nutriente preso à sua estrutura para possível absorção. Ou seja, a fitase catalisa o fitato disponibilizando fósforo e outros elementos outrora indisponíveis como cálcio, magnésio, zinco, ferro e moléculas orgânicas, como aminoácidos (Roland *et al.*, 2006).

Segundo Henn (2002), a fitase industrial é produzida através da recombinação gênica dos fungos *Aspergillus niger* e *Aspergillus ficum*. O produto é um pó e apresenta-se misturado ao farelo de trigo, utilizado como veículo, o que lhe dá a cor marrom claro. Apresenta uma atividade de 5000 unidades de fitase ativa (UFA/g). Sendo que UFA é definida como uma quantidade de enzima que libera  $1\mu\text{mol}$  de ortofosfato por minuto de uma solução a  $0,0051\text{ mol/l}$  de fitato de sódio a uma temperatura de  $37\text{ }^\circ\text{C}$  e pH 5,5.

A utilização de fitase pode resultar não só em benefícios para a produção animal, mas também em economia das fontes inorgânicas de fósforo ao se considerar que esse elemento é um mineral não-renovável na natureza e que de acordo com projeções, as fontes inorgânicas de fósforo iriam esgotar em menos de 100 anos se continuar sua utilização extensiva na produção agropecuária. Além disso, é válido esclarecer que o custo de incorporação das fitases deve, ao menos, compensar o preço dos suplementos de fósforo inorgânico e diminuir o custo da ração uma vez que o fósforo representa cerca de 3% desse custo; além do mais, contribuiria para evitar a contaminação ambiental, que é uma das maiores preocupações da atualidade (Vieira, 2001).

### **2.1.5 PROTEASE**

As proteases estão incluídas no conjunto de enzimas exógenas que são utilizadas com a finalidade de suplementar as enzimas endógenas, visto que as aves têm a capacidade de sintetizar protease. Essa suplementação é satisfatória devido ao fato da proteína ser o ingrediente de maior custo em dietas de aves. Além disso, o aumento do custo do farelo de soja, utilizado como fonte protéica, tem levado a uma busca por maneiras de aperfeiçoar seu valor nutricional, sendo a inclusão de proteases exógenas na dieta uma via para melhorar o valor nutricional através da hidrólise de certos tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo. A soja contribui com a maior parte da proteína em dietas avícolas, mesmo contendo quantidades elevadas de substâncias pecticas na estrutura de sua parede celular (Torres *et al.*, 2003).

Segundo Wyatt & Bedford (1998), as proteases agem neutralizando os efeitos dos fatores antinutricionais do farelo de soja e aumentam a digestibilidade da proteína. Este efeito está mais relacionado à redução da perda de aminoácidos endógenos do que a uma melhor digestão dos aminoácidos da dieta.

Isso pode ser explicado porque com a inclusão de enzimas exógenas, se reduz a síntese das enzimas endógenas e em consequência disso o organismo teria à disposição maior quantidade de aminoácidos para a síntese protéica.

De acordo com Wang *et al.* (2006), as proteases são recomendadas para a adição às dietas de frangos de corte, pois melhora o desempenho e rendimento de carcaça, sendo seus efeitos

mais pronunciados quando as dietas são formuladas com baixos níveis de aminoácidos essenciais ou de proteína total, de forma a minimizar as excreções de nitrogênio.

As proteases, assim como a fitase, são bastante importantes também na questão da poluição ambiental. Com a suplementação da protease é possível reduzir a quantidade de proteína bruta da dieta dos animais e melhorar o aproveitamento da proteína existente. Conseqüentemente, o teor de nitrogênio presente nas excretas das aves também é reduzido, contribuindo assim com a diminuição da poluição ambiental.

## **2.2 ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Segundo a Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em vigência, aditivos destinados à alimentação animal são quaisquer substâncias, micro-organismos ou produtos formulados, adicionados intencionalmente aos produtos, que não são utilizadas normalmente como ingrediente, tenham ou não valor nutritivo e que melhorem as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhorem o desempenho dos animais sadios e atendam às necessidades nutricionais ou tenham efeito anticoccidiano (MAPA, 2009). Sendo assim, as enzimas exógenas são classificadas como aditivos zootécnicos.

O uso de enzimas em dietas é uma realidade e vários autores têm mostrado seus benefícios, tanto na melhora da digestibilidade de nutrientes quanto na melhora do desempenho dos animais. Segundo Penz Júnior (1998), a suplementação de enzimas exógenas pode aumentar a eficiência de ação das enzimas endógenas, reduzindo a quantidade de resíduos nutricionais que chegam ao intestino grosso e diminuindo a possibilidade de ação dos microrganismos naquela área do aparelho digestivo.

Muitos ingredientes vegetais usualmente utilizados nas rações das aves apresentam valores de digestibilidade muito inferiores, quando administrados às aves em comparação com animais com superior capacidade fermentativa, caso dos suínos. Um efeito adicional apresentado pelo uso das enzimas é a redução do tamanho do trato gastrointestinal, o que aumenta a partição dos nutrientes em tecidos comestíveis. Seu uso também altera a fermentação microbiana,

afetando a disponibilidade de nutrientes e o status sanitário dos animais (Marquardt & Bedford, 2001).

Outro aspecto que melhora o bem estar das aves com a utilização de enzimas é o fato de que como elas reduzem os níveis de excreção de alguns nutrientes, reduzem também a quantidade de amônia produzida nas instalações das aves, reduzindo o odor proveniente da mesma.

Dessa maneira a adição de enzimas na dieta de aves proporciona diversos benefícios, tanto para o produtor, com a redução de custos (Campestrini *et al.*, 2005) como ao meio ambiente (Torres *et al.*, 2003), pela redução dos níveis de elementos poluidores.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOMOVIC, T.; McCLEARY, B.V. Optimizing the response. *Feed Mix*, v.4, n.4, p.14-19, 1996.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Rev. Eletrônica Nutritime*, v.2, n.6, p.254-267. 2005.
- CHESSON, A. Supplementary enzymes to improve the utilization of pig and poultry diets. In: HARESING, W., COLE, P.J.A. (Eds.). *Recent advance in animal nutrition*, Butterworths. p.71-89. 1987.
- CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. *Feed Milling International*. June: 13-26. 1997.
- CHOCT, M. *et al.* Increase small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science**. v.37, p.609-612, 1996.
- CLEÓPHAS, G.M.L.; Van HARTINGSVELDT, W.; SOMERS, W.A.C. *et al.* Enzymes can play an important role in poultry nutrition. **World Poultry**, v.11, n.4, p.12 – 15. 1995.
- COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. *In: Simpósio Internacional ACAV-EMBRAPA sobre nutrição de aves*, 1. 1999. Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. 129p. p.115 – 129.
- FURLAN, A.C., FRAIHA, M., MURAKAMI, A.E. *et al.* Utilização de complexo multienzimático em rações de frangos de corte contendo triticales. Ensaio de digestibilidade. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.26, n.4, p.759-764. 1997.

- GRAHAM, H. Mode de action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, Campinas. *Anais...* CBNA, 1996. p.60-69. 1996.
- GUENTER, M. Impact of feed enzymes on nutrient utilization of ingredient in growing poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.2, n.1, p. 82-84, 1993.
- HENN, J. D. Aditivos enzimáticos em dietas de suínos e aves. Porto Alegre: UFRGS, 2002. Seminário apresentado na disciplina de Bioquímica do Tecido Animal. Disponível em: <[http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/aditiv\\_enzimas.pdf](http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/aditiv_enzimas.pdf)> Acessado em 22 de junho de 2010.
- LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: V Seminário Internacional de Aves e Suínos, 2006, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2006, p.34-46.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009. Sistema de Legislação Agrícola Federal. Brasília. MAPA, 2009. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?jsessionid=7b52b81d3d226b2a1e22fa9551cb0fe39446573d21da33892b256e7ad55b123c.e3uQb3aPbNeQe34Tah8OahqPa3f0?operacao=visualizar&id=20138>. Acessado em 22 de junho de 2010.
- MARQUARDT, R.R.; BEDFORD, M.R. Future horizons, p.389-398. In: Bedford M.R. & Partridge G.G. (ed.). **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxford, CAB Publishing. 2001.
- MOURINHO, F.L. Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche. 55p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

- NOY, I., SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, Champaign, v.74, p.366-373, 1995.
- NUNES R.V., BUTERI C.B., NUNES C.G.V. *et al.* Fatores Antinutricionais dos Ingredientes Destinados à Alimentação Animal. *In: Anais do Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal*. Campinas, CBNA, p.235-272. 2001.
- PENZ JÚNIOR, A.M. Enzimas em rações de aves e suínos. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, p.165-178, 1998.
- ROLAND, D.A. *et al.* 2006. Comparison of Nathuphos and Phyzyme as Phytase Sources for Commercial Layers Fed Corn-Soy Diet. Poultry Science Association.
- ROSA, A.P.; UTPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. *In: VIII Simpósio Brasil Sul de Avicultura*, 2007, Chapecó, SC. **Anais...** Chapecó, 2007, p.102-115.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- RUTHERFURD S.M., CHUNG T.K. & MOUGHAN P.J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. **Brit. Poultry Sci.** n.44, p.598-606. 2002.
- SANTOS, F.R. Efeito da suplementação com fitase sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte. 2005. 99 p. Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, 2005.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium,

- phosphorus, cooper and zinc in broilers chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.729 – 736. 1996.
- SELLE, P.H.; RAVIDRAN, V. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition: Review. **An. Feed Sci. Technol.**
- SOTO-SALANOVA, M.F. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn-soy diets for poultry and swine. *In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES*. Campinas, 1996. Proceedings... Campinas: CBNA, 1996. p.13.
- SOTO-SALANOVA, M.F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H. *et al.* Uso de enzimas em rações de milho e soja para frangos de corte. *In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA*, 1996, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, p.71-76, 1996.
- SOUZA, R.M. Uso de complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal de Lavras). 2005.
- STILLBORN, H. Nutrition influences animal waste output: feed industry details some solutions. *Feddstuffs*, v.70, n.18, p.20-47. 1998.
- STRYER, L. *Bioquímica*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 1000p.
- TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.D. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.5, n.5, p.673-689. 2008.
- TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. *et al.* Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. *Ciênc. Agrotec.* v.27, n.6, p.1404-1408. 2003.

VALÉRIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.32, n.2, p.372-382. Abril 2003.

VIEIRA, R. S. A. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.25, n.6, p.1413-1422, nov./dez., 2001.

WANG, J.J.; GARLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.15, p.544-550. 2006.

WENK, C. What are the benefits of carbohydrases in the nutrition of monogastric farm animals? *In: SYMPOSIUM KARTAUSE ITTINGEN*, 1993, Switzerland. **Enzymes in animal nutrition**: proceedings. Switzerland. [s.n.], p.41-48. 1993.

WYATT, C.L.; BEDFORD, M. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas a base de milho: recentes processos no desenvolvimento e aplicação prática. *In: Seminário Técnico FINNFEEDS*, 1998. Curitiba. **Anais...** Curitiba: FINNFEEDS, p.2-12. 1998.

## CAPÍTULO 1

### DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE 01 A 42 DIAS DE IDADE ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS OU NÃO COM COMPLEXO ENZIMÁTICO

#### 1. INTRODUÇÃO

Desde o período comercial da avicultura, entre os anos 1930 e 1960, a criação de aves deixou de ser *hobby* e se tornou atividade visando o lucro. A partir daí, vários fatores contribuíram com o desenvolvimento da avicultura brasileira, como a criação de vacinas e das primeiras fábricas de ração, a importação de equipamentos e de animais de várias linhagens e a visita de técnicos brasileiros a criações no exterior (Albino & Tavernari, 2008). A partir de 1970, no período superindustrial, o Brasil inicia as primeiras exportações de carne de frango, se tornando no ano de 2004 o líder mundial em exportações e mantendo esse lugar até hoje.

O fato de o Brasil ser o maior exportador de carnes de frangos se dá principalmente devido ao baixo custo de produção, o que gera produto com preços competitivos no mercado mundial. Para se manter nesse lugar privilegiado, várias pesquisas têm sido feitas com o intuito de achar alternativas para manter esse baixo custo de produção, mesmo com o aumento do preço de matérias-primas, ou conseguir até reduzir ainda mais esses custos.

Dentre essas alternativas estão as enzimas exógenas, que tem sido bastante utilizadas para melhorar a digestibilidade dos nutrientes. A suplementação de enzimas na alimentação é de grande importância, pois melhora a saúde intestinal dos animais e a digestão dos alimentos. Os benefícios podem ser observados no ganho de peso e na conversão alimentar e ainda na possibilidade de se reduzir o uso de ingredientes que encarecem a ração.

Assim, objetivou-se avaliar, com esse trabalho, o desempenho de frangos de corte machos, nos períodos de 1 a 21, de 21 a 42, e de 1 a 42 dias de idade, alimentados com dietas

suplementadas com complexo enzimático produzido a partir do fungo *Aspergillus niger* e composto pelas enzimas fitase, protease, xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. Foram utilizados 960 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, durante o período de 01 a 42 dias de idade, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo 6 tratamentos (tabela 1) no esquema fatorial 3 x 2 (três níveis nutricionais suplementados ou não com complexo enzimático (C.E.)), com oito repetições e 20 aves por unidade experimental.

Tabela 1 – Características das dietas dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Dieta
T1	Nível Nutricional 1 (Tabelas Brasileiras).
T2	Nível Nutricional 1 + 200ppm de C.E.
T3	Nível Nutricional 2 (redução valorizando 100% a matriz nutricional do C.E.)
T4	Nível Nutricional 2 + 200ppm de C.E.
T5	Nível Nutricional 3 (redução valorizando 150% a matriz nutricional do C.E.)
T6	Nível Nutricional 3 + 200ppm de C.E.

Todas as dietas utilizadas (tabelas 3 e 4) foram feitas a base de milho e de farelo de soja, sendo que a ração testemunha (nível nutricional 1 - NN1) foi formulada para atender as exigências nutricionais das aves de acordo com Rostagno *et al* (2005). As outras dietas (NN2 e NN3) tiveram reduções nos níveis de fósforo disponível (0,10 e 0,15%), de energia metabolizável (75 e 112 kcal/kg) e de aminoácidos (2 e 3%) a partir da valorização de 100% e de 150% da matriz nutricional do complexo enzimático (tabela 2), fornecida pela empresa fabricante. O complexo enzimático foi adicionado “*on top*” na quantidade de 200g/ton de ração.

Tabela 2 – Matriz Nutricional do complexo enzimático – Níveis de Redução

Valorização	Fósforo Disponível	Energia Metabolizável	Aminoácidos
100%	0,10%	75 kcal/kg	2,00%
150%	0,15%	112,5 kcal/kg	3,00%

As aves foram sexadas e pesadas com um dia de idade, tendo peso inicial médio de 42,5g, sendo então distribuídas nas unidades experimentais. Utilizou-se galpão de alvenaria dividido em boxes de 1,0m x 1,5m, providos de comedouros tubulares e de bebedouros tipo *nipple*, sendo fornecidos água e ração à vontade durante todo o período experimental.

O galpão possui piso de concreto e cobertura com telhas de amianto. Foi realizado o registro diário da temperatura interna do galpão, usando termômetros de máxima e mínima. Na fase de 1 a 21 dias, as temperaturas máxima e mínima foram  $31,55 \pm 2,99$  °C e  $22,84 \pm 2,24$  °C, enquanto que na fase de 21 a 42 dias a máxima foi de  $29,47 \pm 2,89$  °C e a mínima de  $21,76 \pm 1,52$  °C.

As aves foram pesadas no início do experimento, aos 21 dias e aos 42 dias de idade, juntamente com a ração fornecida, para determinação do consumo de ração (kg/ave) e do ganho de peso (kg/ave). Posteriormente calculou-se a conversão alimentar.

Os resultados experimentais obtidos em cada fase de criação (1 a 21 e 21 a 42 dias) e na fase total (1 a 42 dias) foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Student-Newmann-Keul's, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa SAEG (UFV, 2000). Para análise estatística da fase 21 a 42 dias, foi utilizado o peso inicial das aves nessa fase como covariável, excluindo assim o efeito da primeira fase.

Tabela 3 – Composição centesimal e nutricional das dietas controle e experimental da fase inicial  
(1 a 21 dias de idade)

Ingredientes	NN1	NN2	NN3
Milho	54,895	58,596	60,391
Farelo de Soja (46%)	38,000	36,400	35,609
Óleo de Soja	3,000	1,140	0,231
Fosfato Bicálcico	1,830	1,283	1,014
Calcário	0,900	1,210	1,385
Sal	0,490	0,490	0,490
DL-Metionina, 99%	0,240	0,226	0,219
L-Lisina HCl, 99%	0,100	0,110	0,115
L-Treonina, 98%	0,010	0,010	0,009
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100
<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico	0,120	0,120	0,120
<sup>2</sup> Suplemento Mineral	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano	0,055	0,055	0,055
<sup>3</sup> BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,200	0,200	0,200
Total	100,000	100,000	100,000
	Valores Calculados		
Proteína Bruta (%)	21,984	21,565	21,355
Energia Metabolizavel (kcal/kg)	3000	2925	2888
Cálcio, %	0,902	0,884	0,884
Fósforo disponível, %	0,451	0,350	0,300
Na, %	0,213	0,213	0,214
K, %	0,849	0,830	0,821
Cl, %	0,377	0,380	0,382
Lisina Total, %	1,263	1,236	1,222
Lisina digestível %	1,163	1,137	1,125
Metionina digestível %	0,544	0,527	0,519
Met. + Cis. digestível %	0,839	0,819	0,810
Treonina digestível %	0,755	0,739	0,731
Triptofano digestível %	0,246	0,239	0,236
Arginina digestível %	1,414	1,376	1,357
Valina digestível %	0,925	0,908	0,899
Glicina+Serina Total, %	2,000	1,960	1,940

<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico contendo por kg de produto: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2,0 g; Vit. B2 - 6,0 g; Vit. B6 - 4,0 g; Vit. B12 - 0,015 g; Ác. Pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K3 - 3,0 g; Ác. Fólico - 1,0 g; Ác. Nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250,0 mg; Excipiente - 1000 g;

<sup>2</sup> Suplemento Mineral contendo por kg de produto: Ferro - 100,0 g; Cobalto - 2,0 g; Cobre - 20,0 g; Manganês - 160,0 g; Zinco - 100,0 g; Iodo - 2,0 g; Excipiente - 500 g;

<sup>3</sup> Butil hidroxi tolueno 99%.

Tabela 4 – Composição centesimal e nutricional das rações controle e experimental das fases de crescimento e terminação (21 a 42 dias de idade)

Ingredientes	NN1	NN2	NN3
Milho	60,287	63,746	65,411
Farelo de Soja (46%)	31,570	30,098	29,330
Óleo de Soja	4,250	2,260	1,553
Fosfato Bicálcico	1,650	1,113	0,843
Calcário	0,850	1,198	1,374
Sal	0,470	0,469	0,469
DL-Metionina, 99%	0,240	0,214	0,209
L-Lisina HCl, 99%	0,100	0,163	0,171
L-Treonina, 98%	0,010	0,025	0,026
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100
<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico	0,100	0,100	0,100
<sup>2</sup> Suplemento Mineral	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano	0,055	0,055	0,055
<sup>3</sup> BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,200	0,200	0,200
<b>Total</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
<b>Valores Calculados</b>			
Proteína Bruta (%)	19,415	19,033	18,820
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3150	3075	3038
Cálcio, %	0,824	0,824	0,824
Fósforo disponível, %	0,410	0,311	0,261
Na, %	0,205	0,205	0,205
K, %	0,746	0,729	0,720
Cl, %	0,356	0,359	0,361
Lisina Total, %	1,139	1,115	1,104
Lisina digestível %	1,050	1,029	1,019
Metionina digestível %	0,505	0,487	0,480
Met. + Cis. digestível %	0,775	0,755	0,747
Treonina digestível %	0,684	0,669	0,663
Triptofano digestível %	0,213	0,207	0,203
Arginina digestível %	1,227	1,193	1,174
Valina digestível %	0,820	0,804	0,795
Glicina+Serina Total, %	1,768	1,732	1,712

<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico contendo por kg de produto: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2,0 g; Vit. B2 - 6,0 g; Vit. B6 - 4,0 g; Vit. B12 - 0,015 g; Ác. Pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K3 - 3,0 g; Ác. Fólico - 1,0 g; Ác. Nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250,0 mg; Excipiente - 1000 g;

<sup>2</sup> Suplemento Mineral contendo por kg de produto: Ferro - 100,0 g; Cobalto - 2,0 g; Cobre - 20,0 g; Manganês - 160,0 g; Zinco - 100,0 g; Iodo - 2,0 g; Excipiente - 500 g;

<sup>3</sup> Butil hidroxi tolueno 99%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 FASE DE 1 A 21 DIAS

Em todos os parâmetros analisados, como mostra a tabela 5, pode-se observar que não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis nutricionais e a suplementação do complexo enzimático, porém estes influenciaram positivamente o ganho de peso e a conversão alimentar. Nessa fase, o consumo de ração não foi influenciado ( $P>0,05$ ) nem pela dieta nem pelo efeito da adição do complexo enzimático.

Os frangos alimentados com a dieta do nível nutricional 1 (NN1) apresentaram melhor desempenho quando comparados com aqueles que receberam as dietas dos níveis nutricionais 2 e 3 (NN 2 e NN 3). A suplementação com o complexo enzimático proporcionou aumento de 3,80% no ganho de peso e melhoria de 3,50% na conversão alimentar das aves, em todos os tratamentos.

A melhora no desempenho de frangos de corte com dietas suplementadas com enzimas foram também observados por Fraiha *et al.* (1997); Schang *et al.* (1997); Cousins (1999) e Zanella *et al.* (1999a), que pode ter relação direta com a melhora da digestibilidade da proteína bruta, da fibra, redução dos fatores antinutricionais e melhora na utilização da energia, como observado por Charlton (1996); Hew *et al.* (1998); Danicke *et al.* (2000) e Choct (2002).

Brito (2003), avaliando a adição de complexo multienzimático dentro de diferentes tipos de processamento de soja, observou aumento médio no ganho de peso de 3,80% nas aves alimentadas com dietas suplementadas. Já a conversão alimentar dos animais melhorou em média 4,35% quando recebiam as dietas com o complexo multienzimático, enquanto que o consumo das aves foi semelhante.

Segundo Zanella *et al.* (1999b), a inclusão de enzimas exógenas reduz a produção endógena de amilase em 23,39% e de tripsina pancreática em 35,80%. Essa economia na produção de enzimas endógenas poderia favorecer a síntese protéica.

Tabela 5 – Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com o complexo enzimático na fase de 01 a 21 dias de idade

Ganho de Peso (g/ave)				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	820,74	797,38	766,39	794,84 <sup>b</sup>
(+)	837,75	828,26	808,33	824,78 <sup>a</sup>
Média	829,25 <sup>A</sup>	812,82 <sup>AB</sup>	787,36 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima 0,006*	Nível Nutricional 0,007*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 4,45
Consumo de ração (g/ave)				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	1173,80	1187,43	1162,77	1174,67
(+)	1189,15	1183,59	1167,82	1180,19
Média	1181,48	1185,51	1165,30	
ANOVA	Enzima ns	Nível Nutricional ns	C.E.*N.N. ns	CV(%) 2,89
Conversão Alimentar				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	1,430	1,493	1,519	1,481 <sup>a</sup>
(+)	1,419	1,429	1,444	1,431 <sup>b</sup>
Média	1,425 <sup>B</sup>	1,462 <sup>A</sup>	1,482 <sup>A</sup>	
ANOVA	Enzima 0,001*	Nível Nutricional 0,008*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 3,45

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

<sup>1</sup> Complexo enzimático: (+) com adição e (-) sem adição.

Iwahashi (2009), suplementando dietas de codornas em crescimento (1 a 14 dias de idade) com as enzimas xilanase e  $\beta$ -glucanase não observou diferenças (P>0,05) nos parâmetros peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar. Porém, essa suplementação com o complexo enzimático permitiu a redução na dieta de até 120 kcal/kg na EM e de 4% nos aminoácidos lisina, metionina+cistina e treonina sem acarretar em prejuízo no desempenho. Resultados estes semelhantes aos observados em frangos de corte por West *et al.* (2007) e

Toledo *et al.* (2007) ao suplementarem dietas superestimadas em aminoácidos e energia metabolizável à base de milho e farelo de soja com o mesmo complexo enzimático. Os autores observaram que a suplementação compensou a redução nos teores de aminoácidos, proteína bruta e energia das dietas do controle negativo, mantendo os parâmetros de desempenho semelhantes aos observados nos animais do controle positivo.

Mesmo não havendo interação entre complexo enzimático e nível nutricional, foi realizado o teste de média comparando todos os tratamentos entre si (tabela 6).

Tabela 6 – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte com 1 a 21 dias de idade

Tratamento	Nível Nutricional	Complexo Enzimático <sup>1</sup>	GP (kg/ave)	CR (kg/ave)	CA
1	NN 1	–	0,820 <sup>a</sup>	1,173	1,430 <sup>c</sup>
2	NN 1	+	0,837 <sup>a</sup>	1,189	1,419 <sup>c</sup>
3	NN 2	–	0,797 <sup>ab</sup>	1,187	1,493 <sup>ab</sup>
4	NN 2	+	0,828 <sup>a</sup>	1,183	1,429 <sup>bc</sup>
5	NN 3	–	0,766 <sup>b</sup>	1,162	1,519 <sup>a</sup>
6	NN 3	+	0,808 <sup>ab</sup>	1,167	1,444 <sup>bc</sup>
ANOVA		Tratamento	0,004*	ns	<0,001*
		CV (%)	4,45	2,89	3,45

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>1</sup> (–) sem complexo enzimático; (+) com complexo enzimático.

Assim pode-se observar a eficiência da inclusão do complexo enzimático. O consumo de ração não foi diferente (P>0,05) entre os tratamentos, enquanto que o ganho de peso e a conversão alimentar foram estatisticamente diferentes (P<0,05). Pode-se observar que os animais submetidos ao NN1 obtiveram maior ganho de peso, porém esse ganho foi semelhante estatisticamente aos dos animais dos níveis nutricionais 2 e 3 (NN2 e NN3) suplementados com o complexo enzimático. Esse efeito é também observado na conversão alimentar.

Santos *et al.* (2006), também não relataram diferenças significativas (P>0,05) para o consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar quando alimentaram frangos de corte com dietas a base de sorgo e de farelo de soja suplementadas com protease,

amilase e xilanase. Estes resultados estão de acordo com os de Costa (1996), que utilizando dietas à base de milho e de farelo de soja, suplementadas com carbohidrase e protease, também não observou diferenças significativas para essas variáveis.

Pode-se notar que os resultados encontrados na literatura são bastante controversos. Como a resposta dos animais aos complexos enzimáticos depende do nível utilizado nas dietas, bem como dos tipos de enzimas presentes, torna-se difícil estabelecer uma comparação de resultados obtidos por diferentes autores.

### **3.2 FASE DE 21 A 42 DIAS**

Não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre o complexo enzimático e os níveis nutricionais, porém ambos influenciaram individualmente nos parâmetros de desempenho dos frangos de corte (Tabela 7). O peso inicial nessa fase não afetou estatisticamente ( $P>0,05$ ) os parâmetros avaliados.

O ganho de peso foi influenciado tanto pelos níveis nutricionais quanto pela inclusão do complexo enzimático, sendo que as aves submetidas ao NN1 tiveram ganho de peso superior ao das aves dos outros níveis nutricionais. Os animais dos tratamentos que receberam a suplementação do complexo enzimático tiveram ganho de peso 3,75% maior que os animais alimentados sem a suplementação.

Já a conversão alimentar foi estatisticamente diferente ( $P<0,05$ ) somente em relação à suplementação do complexo enzimático, sendo 2,4% melhor para os frangos que receberam a dieta suplementada. O nível nutricional não influenciou ( $P>0,05$ ) a conversão alimentar dos animais, ou seja, os valores foram iguais estatisticamente. Porém nota-se que a conversão alimentar piorou conforme se reduz os níveis nutricionais das dietas.

Ao contrário da conversão alimentar, o consumo de ração foi influenciado ( $P<0,05$ ) somente pelos níveis nutricionais. A redução do nível de energia das dietas geralmente ocasiona aumento do consumo de ração e piora da conversão alimentar, provavelmente porque, com a redução do nível de energia nas dietas, as aves aumentam o consumo para manter o nível diário

de ingestão de energia (Leeson, 1999). Todavia, neste estudo, observou-se que as aves alimentadas com o NN1 apresentaram maior consumo em relação aos outros.

Tabela 7 – Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com o complexo enzimático na fase de 21 a 42 dias de idade

Ganho de Peso				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	1,535	1,437	1,435	1,469 <sup>b</sup>
(+)	1,577	1,501	1,489	1,522 <sup>a</sup>
Média	1,556 <sup>A</sup>	1,469 <sup>B</sup>	1,462 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima <0,001*	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 3,17
Consumo de Ração				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	2,810	2,669	2,698	2,726
(+)	2,820	2,740	2,718	2,760
Média	2,815 <sup>A</sup>	2,705 <sup>B</sup>	2,708 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima ns	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 2,97
Conversão Alimentar				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	1,832	1,861	1,880	1,858 <sup>b</sup>
(+)	1,790	1,825	1,826	1,814 <sup>a</sup>
Média	1,811	1,843	1,853	
ANOVA	Enzima 0,02*	Nível Nutricional ns	C.E.*N.N. ns	CV(%) 3,58

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

<sup>1</sup> (-) sem complexo enzimático; (+) com complexo enzimático.

Na tabela 8 encontra-se a comparação das médias dos tratamentos nessa fase de 21 a 42 dias de idade.

Tabela 8 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 21 a 42 dias de idade

Tratamento	Nível Nutricional	Complexo Enzimático <sup>1</sup>	GP (kg/ave)	CR (kg/ave)	CA
1	NN 1	–	1,535 <sup>ab</sup>	2,810 <sup>ab</sup>	1,832
2	NN 1	+	1,577 <sup>a</sup>	2,820 <sup>a</sup>	1,790
3	NN 2	–	1,437 <sup>c</sup>	2,669 <sup>c</sup>	1,861
4	NN 2	+	1,501 <sup>b</sup>	2,740 <sup>abc</sup>	1,825
5	NN 3	–	1,435 <sup>c</sup>	2,698 <sup>bc</sup>	1,880
6	NN 3	+	1,489 <sup>b</sup>	2,718 <sup>abc</sup>	1,826
ANOVA		Tratamento	<0,001*	0,002*	ns
		CV (%)	3,17	2,97	3,58

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>1</sup> (–) sem complexo enzimático; (+) com complexo enzimático.

Mesmo não havendo interação significativa entre os níveis nutricionais e a inclusão do complexo enzimático, foi realizado esse teste para facilitar a observação das diferenças entre os tratamentos. Como se pode observar, o consumo de ração e o ganho de peso dos animais do NN3 suplementados com o complexo enzimático foram estatisticamente iguais ao consumo de ração e o ganho de peso dos animais do NN1, demonstrando o efeito positivo da adição do complexo enzimático.

### 3.3 FASE DE 1 A 42 DIAS

Na fase total do experimento não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis nutricionais e o complexo enzimático, no entanto eles influenciaram independentemente nos parâmetros de desempenho (Tabela 9).

Tabela 9 – Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com o complexo enzimático na fase de 1 a 42 dias de idade

Ganho de Peso				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	2,471	2,343	2,306	2,373 <sup>b</sup>
(+)	2,534	2,450	2,413	2,466 <sup>a</sup>
Média	2,503 <sup>A</sup>	2,397 <sup>B</sup>	2,360 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima <0,001*	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 2,39
Consumo de Ração				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	4,178	4,045	4,056	4,093
(+)	4,208	4,127	4,082	4,139
Média	4,193 <sup>A</sup>	4,086 <sup>B</sup>	4,069 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima ns	Nível Nutricional 0,001*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 2,38
Conversão Alimentar				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	1,691	1,726	1,759	1,725 <sup>a</sup>
(+)	1,661	1,685	1,692	1,679 <sup>b</sup>
Média	1,676 <sup>A</sup>	1,706 <sup>AB</sup>	1,726 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima 0,001*	Nível Nutricional 0,017*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 2,78

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de SNK ( $P<0,05$ ).

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $P<0,05$ ).

<sup>1</sup> (-) sem complexo enzimático; (+) com complexo enzimático.

Os frangos alimentados com as dietas do NN1 apresentaram melhor desempenho quando comparados com aqueles que receberam dietas dos níveis nutricionais 2 e 3, o que já era esperado. A suplementação com o complexo enzimático proporcionou aumento de 3,92% no ganho de peso dos animais, concordando com resultados encontrados por Mendes *et al.* (1981), Soto-Salanova (1996), Schang (1996) e Figueiredo *et al.* (1998), que também constataram maior ganho de peso em aves tratadas com complexo multienzimático, aos 42 dias de idade.

O consumo de ração não foi afetado estatisticamente ( $P>0,05$ ) pelo complexo enzimático, resultado este que concorda com os obtidos por Lima *et al.* (1998), Costa (1996) e Figueiredo *et al.* (1998). Novamente o nível nutricional teve efeito ( $P<0,05$ ) sobre o consumo de ração dos animais, sendo o NN1 o que propiciou o maior consumo.

Mesmo os animais do NN1 tendo maior consumo de ração, apresentaram conversão alimentar igual à dos animais do NN2 e melhor que os animais do NN3. Isso se dá devido ao maior ganho de peso apresentado por eles. O complexo enzimático também influenciou ( $P<0,05$ ) na conversão alimentar, promovendo uma melhoria de 2,74% nas aves que receberam o complexo enzimático. Essa melhora é explicada principalmente devido ao maior ganho de peso apresentado pelos animais desses tratamentos.

Não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis nutricionais e o complexo enzimático, no entanto, na tabela 10, está demonstrada a comparação entre as médias dos parâmetros de desempenho dos tratamentos. Pode-se observar que as aves que receberam dietas com níveis nutricionais reduzidos e suplementadas com o complexo enzimático (NN2+C.E. e NN3+C.E.) obtiveram resultados de desempenho semelhantes ao dos animais do tratamento controle, demonstrando a eficiência do complexo enzimático.

É interessante ressaltar que os ingredientes milho e farelo de soja são considerados de padrão excelente em termos de consistência na resposta sobre o desempenho dos animais. No entanto, a possibilidade de melhorar a digestibilidade desse tipo de dieta pela suplementação enzimática das rações resultou em diversos estudos (Zanella *et al.*, 1999b; Garcia *et al.*, 2000; Café *et al.*, 2002; Brito, 2003; Cowieson & Adeoula, 2005; West *et al.*, 2007; Rutherford *et al.*, 2007; Viana, 2009).

Isso se dá porque a composição desses ingredientes nem sempre é a que esperamos, sendo um dos efeitos benéficos da suplementação enzimática a capacidade de diminuir a variabilidade existente entre esses ingredientes.

Douglas *et al.* (2000) e D'alfonso (2005) observaram diferenças no desempenho de frangos de corte ao avaliarem amostras de farelo de soja (n=12) e milho (n=93) de diferentes locais, e concluíram que a suplementação enzimática das dietas nesses casos reduziu as diferenças nutricionais entre as amostras de ambos os ingredientes.

Isso nos mostra que, mesmo utilizando os ingredientes que já conhecemos e que se destacam na fabricação das rações, devemos sempre observar a qualidade desses alimentos e buscar meios para sempre melhorar a utilização destes, como por exemplo, o uso de enzimas exógenas.

Tabela 10 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase total de criação (1 a 42 dias)

Tratamento	Nível Nutricional	Complexo Enzimático <sup>1</sup>	CR	GP	CA
1	NN 1	–	4,178 <sup>ab</sup>	2,471 <sup>b</sup>	1,691 <sup>b</sup>
2	NN 1	+	4,208 <sup>a</sup>	2,534 <sup>a</sup>	1,661 <sup>b</sup>
3	NN 2	–	4,045 <sup>b</sup>	2,343 <sup>c</sup>	1,726 <sup>a</sup>
4	NN 2	+	4,127 <sup>ab</sup>	2,450 <sup>b</sup>	1,685 <sup>b</sup>
5	NN 3	–	4,056 <sup>b</sup>	2,306 <sup>c</sup>	1,759 <sup>a</sup>
6	NN 3	+	4,082 <sup>ab</sup>	2,413 <sup>b</sup>	1,692 <sup>b</sup>
ANOVA		Tratamento	0,001*	<0,001*	0,017*
		CV (%)	2,38	2,39	2,78

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>1</sup> (–) sem complexo enzimático; (+) com complexo enzimático.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de se avaliar o desempenho de frangos de corte machos, no período de 1 a 42 dias de idade, alimentados com dietas suplementadas com um complexo enzimático. Foram utilizados 960 animais, da linhagem Cobb, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos no esquema fatorial 3 x 2 (três níveis nutricionais suplementados ou não com o complexo enzimático), oito repetições e 20 aves por repetição. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 x 1,5 metros com cama de maravalha. Os tratamentos utilizados foram: T1= nível nutricional 1; T2 = nível nutricional 1 + C.E.; T3 = nível nutricional 2; T4 = nível nutricional 2 + C.E.; T5 = nível nutricional 3 e T6 = nível nutricional 3 + C.E. As dietas do nível nutricional 1 foram formuladas seguindo as recomendações das Tabelas Brasileiras, enquanto que as dietas dos níveis nutricionais 2 e 3 foram calculadas reduzindo os níveis de energia metabolizável (75 e 112kcal/kg), aminoácidos (2 e 3%) e fósforo disponível (0,10 e 0,15%). Os parâmetros analisados foram consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar dos tratamentos nos períodos de 1 a 21, 21 a 42 e 1 a 42 dias de idade.

A adição do complexo enzimático, composto de protease, amilase, celulase, pectinase, xilanase,  $\beta$ -glucanase e fitase, nas dietas de frangos de corte melhorou o desempenho dos animais em todas as fases de criação, sendo seu efeito mais pronunciado no ganho de peso (+3,92%) e sobre a conversão alimentar (-2,74%) dos animais do período de 1 a 42 dias.

Os níveis nutricionais também influenciaram no desempenho dos animais, sendo o nível nutricional 1 o que resultou maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. Produção e Manejo de Frangos de Corte. Série Didática, Editora UFV. 88p. 2008.
- BRITO, C.O. Adição de complexo multienzimático em dietas com diferentes sojas extrusadas para pintos de corte. Tese (Mestrado em Nutrição de Monogástricos). 62p. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.
- CAFÉ, M.; BORGES, C.A.; FRITTS, C.A. *et al.* Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal – based diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, p.29-33. 2002.
- CHARLTON, P. Expanding enzyme applications: higher amino acid and energy values for vegetable proteins. *In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY - PROCEEDINGS OF ALLTECH'S 12TH ANNUAL SYMPOSIUM*, 1996, Loughborough, Leics, UK. **Anais...** Loughborough, Leics, UK: Nottingham University Press, 1996. p.317. 1996.
- CHOCT, M. Non- starch polysaccharides: effect on nutritive value *In: Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value* *In: MACNAB, J.M. e BOORMAN, K.N. (eds.) factors influencing nutritive value*. CAB Internacional. 2002. p.221-235. 2002.
- COSTA, F. G. P. Efeito da adição de enzimas nas rações de frango de corte. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). 56p. Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1996.
- COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. *In: I Simpósio internacional ACAV-EMBRAPA sobre nutrição de aves*, 1999, Concórdia. **Anais..** Concórdia: CNPAS, 1999. p.118-132. 1999.
- COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, proteases and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, n.12, p.1860-1867. 2005.

- DANICKE, S.; JEROCH, H.; BOTTCHEER, W. *et al.* Interactions between dietary fat type and enzyme supplementation in broiler diets with high pentosan contents: effects on precaecal and total tract digestibility of fatty acids, metabolizability of gross energy, digesta viscosity and weights of small intestine. **Animal Feed Science and Technology**, v.84, p.279 -294, 2000.
- D'ALFONSO, T.H. Sources of variance of energy digestibility in corn-soy poultry diets and the effect on performance: starch, protein, oil and fiber. **Krmiva**, v.47, n.2, p.83-86. 2005.
- DOUGLAS, M.W.; PARSONS, C.M.; BEDFORD, M.R. Effect of various soybean meal sources and avizyme on chick growth performance and ileal digestible energy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.74-80. 2000.
- 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 TECNOLOGIAS AVÍCOLAS*, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.36. 1998.
- FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.402-410. 2002.
- FRAIHA, M.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E. *et al.* Utilização de complexo multienzimático em rações de frango de corte contendo triticales. 2º ensaio de desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.765-772, 1997.
- GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. 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.

- HEW, L.I.; RAVINDRAN, V.; MOLLAH, Y. *et al.* Influence of exogenous xylanase supplementation on apparent metabolizable energy and amino acid digestibility in wheat for broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, n.2, p.83-92, 1998.
- IWAHASHI, A.S. Utilização de complexo enzimático em dietas para codornas de corte. Maringá, PR. Tese (Mestrado em Zootecnia). 55p. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2009.
- LEESON, S. Enzimas para aves. *In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves*, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.173-185, 1999.
- LIMA, A. C. F. de.; PIZAURO JUNIOR, J. M.; RAMBOUSEK, M. J.; HARNICH, F. A. R.; MACARI, M. Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com suplementação enzimática ou probiótica. *In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS*, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.5. 1998.
- MENDES, A. A.; PATRÍCIO, I. S.; PEZZATO, A. C. Efeito da adição de enzimas em rações para frangos de corte – amilase, protease, celulase. São Paulo: UNESP, 1981. p.467-476. 1981.
- PEREIRA, P.W.Z. Avaliação de complexo enzimático e betaína natural nas rações de frangos de corte criados em aviário comercial. Piracicaba, SP. Tese (Mestrado em Agronomia). 64p. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005.

- RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOUGHAN, P.J. The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.665-672. 2007.
- 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.
- SCHANG, M. J. O uso da enzima vegpro<sup>®</sup> em dietas para frangos em crescimento. *In*: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 6., 1996, Curitiba **Anais...** Curitiba: ALLTECH, 1996. p.71-77.
- SCHANG, M. J.; AZCONA, J.O.; ARIAS, J.E. The performance of broilers fed with diets containing allzyme vegpro<sup>®</sup>. *In*: BIOTECHNOLOGY IN FEED INDUSTRY. ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 13, 1997, Nicholasville, Kentucky. **Anais...** Nicholasville, Kentucky. p.95-100. 1997.
- SOTO-SALANOVA, M. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn-soy diets for poultry and swine. *In*: SIMPÓSIO LATINO - AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** Curitiba: ALLTECH, 1996. p. 31-32.
- TOLEDO, G.S.P.; FRANCO, S.G.; FEDALTO, L.M. *et al.* Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.518-523. 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 2000.
- VIANA, M.T.S. Efeito da suplementação de enzimas sobre o desempenho e o metabolismo de galinhas poedeiras. Viçosa, MG. Tese (Doutorado em Zootecnia), 117p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

WEST, M.L.; CORZO, A.; DOZIER, W.A. III. *et al.* Assessment of dietary rovabio excel<sup>®</sup> in practical united states broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**. v.16, p. 313-321. 2007.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; PIZAURO, J. A. *et al.* Efeito da adição de enzimas exógenas na dieta sobre a atividade enzimática da amilase e tripsina pancreática em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1999a, Campinas. **Anais...** Campinas, SP. p.45. 1999a.

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

## **CAPÍTULO 2**

### **EFEITO DA INCLUSÃO DO COMPLEXO ENZIMÁTICO SOBRE OS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E SOBRE OS BALANÇOS DE NITROGÊNIO E DE FÓSFORO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS.**

#### **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor de frangos de corte do mundo, tendo gerado 10,9 milhões de toneladas de carne no ano de 2009 (UBA, 2009), sendo uma grande parte dessa produção exportada. Porém, junto com isso surge o alto volume de resíduos provenientes dessa produção, e a preocupação com a questão da poluição ambiental.

Durante o ano de 2009, foram produzidos 27,82 milhões de toneladas de ração (Sindirações, 2010) para alimentar esses frangos, sendo que a qualidade dos ingredientes utilizados nessas rações avícolas pode afetar o aproveitamento dos nutrientes e consequentemente afetar o seu desempenho e aumentar a excreção de resíduos poluentes. Por exemplo, maiores teores de casca nos farelos de soja resultam em maiores níveis de fibra, incluindo celulose, hemiceluloses e pectina (Warpechowski, 2005). Como as rações de aves e de suínos são formuladas principalmente com milho e farelo de soja (alimentos de origem vegetal), existe grande presença de fitato que indisponibiliza parte do fósforo total e de outros minerais como cálcio, cobre e zinco das dietas.

Segundo Schwarz (1994), os frangos de corte excretam cerca de 55% do nitrogênio e do fósforo ingerido. Traduzindo em números, um frango de corte abatido com um peso médio de 2,50 kg terá excretado em torno de 100 g de nitrogênio e 10 g de fósforo durante sua vida (Ludke & Ludke, 2003). Assim, a maior parte do nitrogênio e do fósforo ingerido é excretada, contribuindo para aumentar a poluição ambiental.

Um dos principais destinos deste material era seu uso como fonte de nutrientes em rações animais, mais especificamente para bovinos. Com a proibição desta atividade, a principal

utilização dos dejetos avícolas se faz como fertilizantes na agricultura, o que pode levar à contaminação dos lençóis freáticos, pela lixiviação dos minerais presentes nas excretas. Uma maneira de se reduzir esse impacto ambiental é através da manipulação da dieta, fornecendo dietas melhor balanceadas e utilizando aditivos e ingredientes de alta biodisponibilidade com intuito de melhorar a eficiência de utilização pelos animais dos nutrientes contidos nos alimentos

Com esta finalidade, o uso de enzimas exógenas tem sido alvo de vários estudos, destacando-se a utilização da fitase que possibilita a liberação do fósforo fítico e de outros nutrientes. Isto pode reduzir a suplementação com fósforo inorgânico, reduzindo custo e melhorando a utilização do fósforo presente nos alimentos, além de reduzir o fósforo excretado. Laurentiz *et al.* (2007), avaliando níveis reduzidos de fósforo disponível em casa fase de criação e a suplementação da enzima fitase (100g/ton) em dietas de frangos de corte observaram que, quando se reduziu o fósforo disponível em todas as fases de criação (inicial, crescimento e final), ocorreu uma redução nos teores de proteína bruta, fósforo, zinco, manganês e cobre presentes na cama dos frangos.

A utilização de enzimas em dietas para aves e para suínos além de melhorar o desempenho e aumentar a disponibilidade e digestibilidade de nutrientes, contribui também para a redução da contaminação do meio ambiente, principalmente por nitrogênio e fósforo, que são considerados os dois principais nutrientes eutrofizadores, visto que na avicultura a produção destes é considerável.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio biológico no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos em crescimento, no período de 15 a 25 dias de idade, sendo cinco dias para adaptação às gaiolas, às rações experimentais e ao manejo e cinco dias para coleta total de excretas.

Os pintos foram inicialmente alojados em um galpão de alvenaria, divididos em círculos de proteção com piso coberto de maravalha, e receberam ração inicial para pintos de corte e água à vontade. No 14º dia de idade, eles foram pesados individualmente para se realizar a distribuição experimental e então transferidos para as baterias de gaiolas, onde foi realizado o ensaio biológico.

As aves receberam luz natural e artificial durante 24 horas por dia. Para maior conforto dos animais também foram utilizadas luzes de aquecimento. Ração experimental e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Foram utilizados 240 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo seis tratamentos (tabela 1) no esquema fatorial 3 x 2 (três níveis nutricionais com ou sem inclusão do complexo enzimático (C.E.)), com oito repetições e cinco aves por unidade experimental.

Tabela 1 – Características das rações dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Dietas
T1	Nível Nutricional 1 (Tabelas Brasileiras).
T2	Nível Nutricional 1 + 200ppm do C.E.
T3	Nível Nutricional 2 (redução valorizando 100% a matriz nutricional do C.E.)
T4	Nível Nutricional 2 + 200 ppm do C.E.
T5	Nível Nutricional 3 (redução valorizando 150% a matriz nutricional do C.E.)
T6	Nível Nutricional 3 + 200 ppm do C.E.

As dietas utilizadas (tabela 3) foram feitas a base de milho e farelo de soja, sendo que a ração testemunha (nível nutricional 1) foi formulada para atender as exigências nutricionais das aves de acordo com Rostagno *et al.* (2005). As outras dietas (níveis nutricionais 2 e 3) tiveram reduções nos níveis de fósforo disponível, de energia metabolizável e de aminoácidos a partir da valorização de 100% e 150% da matriz nutricional do complexo enzimático (tabela 2), fornecida pela empresa fabricante.

O complexo enzimático é composto pelas enzimas fitase, protease, amilase, celulase, xilanase, pectinase e  $\beta$ -glucanase, sendo usados 200 g/ton de ração, de acordo com as recomendações do fabricante.

Tabela 2 – Matriz Nutricional do complexo enzimático – Níveis de Redução

Valorização	Fósforo Disponível	Energia Metabolizável	Aminoácidos
100%	0,10%	75 kcal/kg	2,00%
150%	0,15%	112,5 kcal/kg	3,00%

Durante o experimento, as temperaturas máxima medida foi de  $30,95 \pm 2,32$  °C e mínima de  $23,5 \pm 2,84$  °C.

As excretas de todas as unidades experimentais foram coletadas duas vezes ao dia, com intervalo de 12 horas, em bandejas cobertas com plástico e acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas e armazenadas em freezer até o final do experimento. Ao final do período experimental, as excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas para retirada de amostras (300 g), que foram colocadas em estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas para pré-secagem.

Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho de bola e imediatamente preparadas para as análises de matéria seca, de proteína bruta, de energia bruta e de fósforo. As análises químicas das excretas e das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Foi utilizado o método de Kjeldahl, descrito por Silva (1990), para determinação do nitrogênio das rações e das excretas. Com base nos resultados do balanço de nitrogênio e da energia bruta das rações e das excretas, determinada na bomba calorimétrica, foram calculados os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), utilizando a equação descrita por Matterson *et al.* (1965).

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias analisada pelo teste de Student-Newman-Keul's (SNK) a 5% de probabilidade, usando o programa estatístico SAEG (UFV, 2000).

Tabela 3 – Composição centesimal e nutricional das dietas controle e experimental

Ingredientes	NN1	NN2	NN3
Milho	54,895	58,596	60,391
Farelo de Soja (46%)	38,000	36,400	35,609
Óleo de Soja	3,000	1,140	0,231
Fosfato Bicálcico	1,830	1,283	1,014
Calcário	0,900	1,210	1,385
Sal	0,490	0,490	0,490
DL-Metionina, 99%	0,240	0,226	0,219
L-Lisina HCl, 99%	0,100	0,110	0,115
L-Treonina, 98%	0,010	0,010	0,009
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100
<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico	0,120	0,120	0,120
<sup>2</sup> Suplemento Mineral	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano	0,055	0,055	0,055
<sup>3</sup> BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,200	0,200	0,200
Total	100,000	100,000	100,000
Valores Calculados			
Proteína Bruta (%)	21,984	21,565	21,355
Energia Metabolizavel (kcal/kg)	3000	2925	2888
Cálcio, %	0,902	0,884	0,884
Fósforo disponível, %	0,451	0,350	0,300
Na, %	0,213	0,213	0,214
K, %	0,849	0,830	0,821
Cl, %	0,377	0,380	0,382
Lisina Total, %	1,263	1,236	1,222
Lisina digestível %	1,163	1,137	1,125
Metionina digestível %	0,544	0,527	0,519
Met. + Cis. digestível %	0,839	0,819	0,810
Treonina digestível %	0,755	0,739	0,731
Triptofano digestível %	0,246	0,239	0,236
Arginina digestível %	1,414	1,376	1,357
Valina digestível %	0,925	0,908	0,899
Glicina+Serina Total, %	2,000	1,960	1,940

<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico contendo por kg de produto: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2,0 g; Vit. B2 - 6,0 g; Vit. B6 - 4,0 g; Vit. B12 - 0,015 g; Ác. Pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K3 - 3,0 g; Ác. Fólico - 1,0 g; Ác. Nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250,0 mg; Excipiente - 1000 g;

<sup>2</sup> Suplemento Mineral contendo por kg de produto: Ferro - 100,0 g; Cobalto - 2,0 g; Cobre - 20,0 g; Manganês - 160,0 g; Zinco - 100,0 g; Iodo - 2,0 g; Excipiente - 500 g;

<sup>3</sup> Butil hidroxi tolueno 99%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ENERGIA METABOLIZÁVEL

Não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis nutricionais e o complexo enzimático, porém estes influenciaram positivamente os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).

Os resultados da tabela 4 mostram que a adição do complexo enzimático foi significativo ( $P<0,05$ ) para valores de EMA e EMAn das dietas, com base na matéria seca. A inclusão do complexo proporcionou aumento de 68,51 kcal/kg no valor de EMA e de 65,83 kcal/kg no valor da EMAn das dietas. Esse aumento pode ser explicado pela presença de enzimas capazes de disponibilizar parte dos polissacarídeos não amiláceos presentes nos ingredientes, principalmente no farelo de soja, que é rico em oligossacarídeos.

Pugh & Charlton (1995), utilizando um complexo multienzimático composto de celulase, protease e xilanase (1 kg/ton) em dietas a base de farelo de soja (48% PB), para frangos de corte, observaram aumento de 7,2% no valor de energia metabolizável.

Também Brito (2003), avaliando a suplementação de um complexo multienzimático em dietas a base de diferentes sojas extrusadas para pintos de corte, constatou que as dietas suplementadas apresentaram valores de EMA (2,69%) e de EMAn (2,80%) superiores quando comparados com as dietas sem inclusão de enzima.

Observando a tabela 4 pode-se ver o efeito dos níveis nutricionais ( $P<0,05$ ) sobre as energias (EMA e EMAn), sendo o nível nutricional 1 o que proporcionou os maiores valores. Isso já era esperado e pode ser explicado pelo fato do nível nutricional 1 ser o único com os níveis recomendados de energia metabolizável na dieta.

De acordo com Leeson & Summers (2001), é necessário corrigir os valores estimados de energia pelo balanço de nitrogênio, pois durante um ensaio de metabolismo é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento. O valor de EMA foi superior a EMAn, segundo Nery *et al.* (2007) essa característica é normal quando os valores de energia metabolizável são determinados em aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior

retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido protéico, que é mais acentuada quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas.

Tabela 4 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das dietas com e sem complexo enzimático

EMA (kcal/kg)				
Complexo Enzimático	NN 1	NN 2	NN 3	Média
(-)	3385,66	3315,34	3329,05	3343,35 <sup>b</sup>
(+)	3463,72	3393,57	3378,28	3411,86 <sup>a</sup>
Média	3424,69 <sup>A</sup>	3354,46 <sup>B</sup>	3353,67 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima 0,009*	Nível Nutricional 0,041*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 2,60
EMAn (kcal/kg)				
Complexo Enzimático	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	3291,42	3230,05	3235,80	3252,42 <sup>b</sup>
(+)	3372,97	3299,58	3282,19	3318,25 <sup>a</sup>
Média	3332,20 <sup>A</sup>	3264,81 <sup>B</sup>	3259,00 <sup>B</sup>	
ANOVA	Enzima 0,009*	Nível Nutricional 0,03*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 2,54

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

<sup>1</sup> (-) sem complexo enzimático; (+) com complexo enzimático.

Na tabela 5 está demonstrado o teste entre médias dos tratamentos, que foi realizado para melhor visualizar os resultados. Mesmo não havendo interação significativa (P>0,05) entre nível nutricional e complexo enzimático, pode-se notar que no tratamento onde houve maior redução da energia e a suplementação do complexo enzimático (tratamento 6), os níveis de EMA e EMAn foram equivalentes estatisticamente aos níveis das energias do tratamento controle (tratamento 1).

Tabela 5 – Energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) das dietas de frangos de corte

Tratamento	Nível Nutricional	Complexo Enzimático <sup>1</sup>	EMA(kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
1	NN 1	–	3385,66 <sup>AB</sup>	3291,42 <sup>AB</sup>
2	NN 1	+	3463,72 <sup>A</sup>	3372,97 <sup>A</sup>
3	NN 2	–	3315,34 <sup>B</sup>	3230,05 <sup>B</sup>
4	NN 2	+	3393,57 <sup>AB</sup>	3299,58 <sup>AB</sup>
5	NN 3	–	3329,05 <sup>B</sup>	3235,80 <sup>B</sup>
6	NN 3	+	3378,28 <sup>AB</sup>	3282,19 <sup>AB</sup>
ANOVA		Tratamento	0,025*	0,018*
		CV (%)	2,60	2,54

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>1</sup> (–) sem complexo enzimático; (+) com complexo enzimático.

A suplementação enzimática pode ser usada com o objetivo de aumentar os níveis energéticos das rações ou para incrementar a utilização dos nutrientes pelos animais. Ny *et al.* (1998) buscando reduzir o custo da ração para poedeiras fez uso de duas dietas; uma com 2.870 kcal/kg e 17,5 PB% a base de milho e farelo de soja e outra com redução de 3,5 % no teor energético e mesmo teor protéico, contendo em sua composição farelo de trigo e suplementada com enzima, obtiveram desempenho semelhante as aves que receberam as rações com alto teor energético, mas com redução no custo de produção de 5,2 %.

Essa melhora na utilização da energia foi também encontrada por outros autores. Garcia *et al.* (2000) trabalhando com rações a base de farelo de soja e de soja extrusada suplementadas com enzimas ( $\alpha$ -galactosidade, pectinases, celulase) para frangos de corte de 1 a 42 dias, observaram melhora na utilização da energia metabolizável de 9%. Charlton (1996), Hew *et al.* (1998) e Danicke *et al.* (2000) também observaram esse benefício.

Viana (2009), observou que poedeiras alimentadas com a dieta controle apresentaram maiores valores de EMA e de EMAn quando comparadas com aquelas que receberam dietas do controle negativo. No entanto, a suplementação de 600U de fitase proporcionou resultados de EMAn semelhantes aos encontrados no controle positivo (P>0,05). Resultados esses que corroboram os de Lan *et al.* (2002), que ao avaliarem os valores de EM em dietas compostas por

milho e farelo de soja, observaram que a adição da fitase (250 e 500U/kg de ração) em dietas com baixo nível de fósforo disponível proporcionou valores de EMA superiores aos encontrados em uma dieta controle.

Iwahashi (2009), trabalhando com codornas em crescimento, também concluiu que a suplementação de um complexo enzimático (xilanase e  $\beta$ -glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas a base de milho e farelo de soja reduzidas em até 120 kcal/kg de EM sem prejudicar os parâmetros de desempenho dos animais.

As diferenças existentes entre os diversos trabalhos podem ser devidas ao tipo de enzima usada e sua combinação, aos diferentes tipos de ingredientes que compõem a dieta, à fase de criação das aves avaliadas e ainda ao teor energético das dietas.

### **3.2 BALANÇO DE FÓSFORO**

Entre os parâmetros avaliados do balanço de fósforo (tabela 6), houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis nutricionais e o complexo enzimático somente para o fósforo ingerido.

Nesse parâmetro, avaliando os níveis nutricionais dentro dos grupos do complexo enzimático, nota-se um comportamento semelhante com a inclusão ou não do complexo enzimático, sendo que conforme se reduz o nível nutricional da dieta, a quantidade de fósforo ingerido também reduz, havendo diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os níveis nutricionais. Quando se observa a inclusão do complexo enzimático dentro de cada nível nutricional, verifica-se que somente no NN1 houve efeito da inclusão do complexo enzimático, sendo que este aumentou em 3,61% a ingestão do fósforo. A inclusão do complexo enzimático não afetou ( $P>0,05$ ) o fósforo ingerido nos níveis nutricionais 2 e 3.

De acordo com a tabela 6, fica evidente que a excreção do fósforo reduz ( $P<0,05$ ) em função da adição do complexo enzimático, uma redução de 6,82%, demonstrando que a enzima fitase presente no complexo enzimático disponibilizou o fósforo que estava na forma de fitato, favorecendo o aproveitamento do fósforo e reduzindo a excreção deste.

Essa redução na excreção é explicada com o aumento da retenção do fósforo devido ao complexo enzimático ( $P < 0,05$ ), já que a ingestão desse mineral não sofreu influência do complexo. Esse aumento de 10,26% na retenção do fósforo é muito vantajoso, pois assim podemos reduzir os níveis de inclusão de fósforo inorgânico nas dietas e também evitar um excesso na excreção do fósforo, contribuindo com a não contaminação do ambiente.

Tabela 6 – Valores (g/ave) de fósforo ingerido, fósforo excretado e fósforo retido pelas aves alimentadas com dietas suplementadas ou não com complexo enzimático

Fósforo Ingerido				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	3,88 <sup>Ab</sup>	3,20 <sup>Ba</sup>	2,92 <sup>Ca</sup>	3,34
(+)	4,02 <sup>Aa</sup>	3,14 <sup>Ba</sup>	2,96 <sup>Ca</sup>	3,38
Média	3,96	3,18	2,94	
ANOVA	Enzima ns	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. 0,015*	CV(%) 2,84
Fósforo Excretado				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	2,10	1,68	1,52	1,76 <sup>a</sup>
(+)	2,00	1,52	1,42	1,64 <sup>b</sup>
Média	2,05 <sup>A</sup>	1,60 <sup>B</sup>	1,46 <sup>C</sup>	
ANOVA	Enzima <0,001*	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 5,23
Fósforo Retido				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	1,78	1,52	1,40	1,56 <sup>a</sup>
(+)	2,00	1,62	1,54	1,72 <sup>b</sup>
Média	1,88 <sup>A</sup>	1,56 <sup>B</sup>	1,48 <sup>C</sup>	
ANOVA	Enzima <0,001*	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. ns	CV(%) 7,91

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ).

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Complexo enzimático: (+) com adição e (-) sem adição.

Graña (2008), avaliando a inclusão da enzima fitase na ração de frangos de corte em crescimento, observou uma redução de 25,41% na excreção de fósforo com o uso da fitase, além de um aumento em quase 3 pontos percentuais na porcentagem de fósforo retido.

Na tabela 7 pode ser observado que, nos tratamentos onde houve a suplementação com o complexo enzimático, a porcentagem de fósforo retido foi sempre superior em relação ao tratamento que utilizava o mesmo nível nutricional, evidenciando mais uma vez o efeito da fitase presente do complexo enzimático. O teste de médias apresentado na tabela 7 foi feito apenas para facilitar a observação de diferenças entre os tratamentos, pois não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre níveis nutricionais e complexo enzimático para todos os parâmetros analisados.

Tabela 7 – Balanço de fósforo (g/ave) de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas ou não com um complexo enzimático (C.E.)

Tratamentos	Fósforo Ingerido	Fósforo Excretado	Fósforo Retido	% Fósforo Retido
1. Nível Nutricional 1	3,88 <sup>A</sup>	2,10 <sup>A</sup>	1,78 <sup>B</sup>	45,77
2. Nível Nutricional 1 + C.E.	4,02 <sup>B</sup>	2,00 <sup>A</sup>	2,00 <sup>A</sup>	49,99
3. Nível Nutricional 2	3,20 <sup>C</sup>	1,68 <sup>B</sup>	1,52 <sup>CD</sup>	47,48
4. Nível Nutricional 2 + C.E.	3,14 <sup>C</sup>	1,52 <sup>C</sup>	1,62 <sup>C</sup>	52,25
5. Nível Nutricional 3	2,92 <sup>D</sup>	1,52 <sup>C</sup>	1,40 <sup>D</sup>	47,85
6. Nível Nutricional 3 + C.E.	2,96 <sup>D</sup>	1,42 <sup>D</sup>	1,54 <sup>CD</sup>	52,22
ANOVA	Tratamento	<0,001*	<0,001*	<0,001*
	CV (%)	2,84	5,23	7,91

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ).

Esses resultados obtidos com a inclusão do complexo enzimático concordam com os encontrados por Lelis *et al.* (2007) e De Faria & Sakamoto (2008), que observaram redução na excreção de fósforo utilizando dietas suplementadas com fitase. Silva (2004), além de detectar essa redução na excreção do fósforo, também viu que a fitase melhorou a eficiência de retenção desse mineral.

Trabalhando com poedeiras, Viana (2009) observou redução na excreção de fósforo e aumento no percentual de fósforo retido pelos animais que receberam dietas suplementadas com um complexo enzimático contendo as enzimas  $\beta$ -glucanase, xilanase, pectinase, protease e fitase.

Resultados semelhantes foram encontrados por Wu & Ravindran (2002), que concluíram que a suplementação do complexo multienzimático em uma dieta composta por milho e farelo de soja com nível subótimo de energia metabolizável e baixo conteúdo de fósforo, reduz a excreção de fósforo sem afetar o desempenho das poedeiras.

### **3.3 BALANÇO DE NITROGÊNIO**

A interação entre o complexo enzimático e os níveis nutricionais foi significativa ( $P < 0,05$ ) para todos os itens do balanço de nitrogênio (tabela 8), exceto para a quantidade de nitrogênio excretado. Nesse parâmetro, percebe-se a eficiência do complexo enzimático. Segundo Ishibashi & Yonemochi (2002), em aves jovens a relação entre a ingestão e a excreção de nitrogênio é diretamente proporcional. Porém, apesar da maior ingestão de nitrogênio (2,11%) pelas aves que receberam o complexo enzimático na dieta, estas apresentaram uma excreção 3,30% menor em relação às aves que receberam dietas sem o complexo enzimático, evidenciando o efeito do complexo enzimático e principalmente da enzima protease presente no complexo. O nível nutricional não influenciou ( $P > 0,05$ ) na quantidade de nitrogênio excretado pelas aves.

Avaliando a adição do complexo enzimático dentro dos diferentes níveis nutricionais, pode-se notar que para o nível nutricional adequado (NN1), os resultados de nitrogênio ingerido, nitrogênio retido e porcentagem de nitrogênio retido se comportaram de forma diferente que nos outros níveis nutricionais (NN2 e NN3). Enquanto no NN1 ocorre uma redução de 4,5% no nitrogênio ingerido e no nitrogênio retido, nos níveis nutricionais 2 e 3 ocorre um aumento na ingestão e na retenção desse nutriente.

Quando se observa os diferentes níveis nutricionais nos grupos sem e com adição de complexo enzimático, fica evidente a interação entre os níveis nutricionais e o complexo enzimático. Quanto ao nitrogênio ingerido, no grupo sem complexo enzimático houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os três níveis nutricionais, sendo o NN1 o nível com maior ingestão e o NN2 o de menor. Já no grupo que recebeu o complexo enzimático na dieta, o NN3 teve uma ingestão de nitrogênio estatisticamente superior ( $P < 0,05$ ) aos níveis nutricionais 1 e 2, que apresentaram uma ingestão semelhante entre si. Estes mesmos resultados são encontrados para o parâmetro nitrogênio retido.

Tabela 8 – Valores (g/ave) de nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado, nitrogênio retido e porcentagem de nitrogênio retido pelas aves alimentadas com dietas suplementadas ou não com complexo enzimático

Nitrogênio Ingerido				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	19,35 <sup>Aa</sup>	17,60 <sup>Cb</sup>	18,52 <sup>Bb</sup>	18,49
(+)	18,48 <sup>Bb</sup>	18,63 <sup>Ba</sup>	19,51 <sup>Aa</sup>	18,88
Média	18,91	18,12	19,02	
ANOVA	Enzima 0,002*	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. <0,001*	CV(%) 2,20
Nitrogênio Excretado				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	7,02	6,95	6,93	6,97 <sup>a</sup>
(+)	6,71	6,64	6,87	6,74 <sup>b</sup>
Média	6,86	6,80	6,90	
ANOVA	Enzima 0,003*	Nível Nutricional ns	C.E.*N.N. ns	CV(%) 3,72
Nitrogênio Retido				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	12,33 <sup>Aa</sup>	10,65 <sup>Cb</sup>	11,59 <sup>Bb</sup>	11,52
(+)	11,77 <sup>Bb</sup>	11,99 <sup>Ba</sup>	12,64 <sup>Aa</sup>	12,13
Média	12,05	11,32	12,11	
ANOVA	Enzima <0,001*	Nível Nutricional <0,001*	C.E.*N.N. <0,001*	CV(%) 3,19
% Nitrogênio Retido				
Complexo Enzimático <sup>1</sup>	NN1	NN2	NN3	Média
(-)	63,73 <sup>Aa</sup>	60,53 <sup>Bb</sup>	62,56 <sup>Ab</sup>	62,27
(+)	64,12 <sup>Aa</sup>	64,34 <sup>Aa</sup>	64,76 <sup>Aa</sup>	64,40
Média	63,92	62,43	63,66	
ANOVA	Enzima <0,001*	Nível Nutricional <0,003*	C.E.*N.N. 0,001*	CV(%) 1,98

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

<sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

<sup>1</sup> Complexo enzimático: (+) com adição e (-) sem adição.

Para a porcentagem do nitrogênio retido verifica-se que, dentro dos níveis nutricionais, a influência do complexo enzimático foi mais expressiva quando se tem um nível nutricional da dieta mais baixo que o recomendado, ou seja, nos níveis nutricionais 2 e 3. A inclusão do complexo enzimático promoveu um aumento de 3,81 e 2,20 pontos percentuais na retenção do nitrogênio nos níveis nutricionais 2 e 3, respectivamente. No nível nutricional 1 não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para a retenção de nitrogênio com a adição do complexo enzimático.

Quando se avalia os níveis nutricionais dentro dos grupos do complexo enzimático, verifica-se que, sem a inclusão de complexo enzimático, a porcentagem de nitrogênio retido é semelhante nos níveis nutricionais 1 e 3, enquanto que no nível nutricional 2 houve uma menor retenção. Com a inclusão do complexo enzimático não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) na porcentagem de nitrogênio retido entre os níveis nutricionais, sendo que essa retenção chegou a 64,40% em média.

A porcentagem de nitrogênio retido corrobora os resultados obtidos por Graña (2008), que observou uma retenção em torno de 65% quando suplementou uma dieta com a enzima fitase.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de se avaliar o efeito da inclusão de um complexo enzimático sobre os valores de energia metabolizável e sobre os balanços de nitrogênio e de fósforo das rações experimentais. Foram utilizados 240 animais, da linhagem Cobb, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos no esquema fatorial 3 x 2 (três níveis nutricionais suplementados ou não com o complexo enzimático), sendo oito repetições e 5 aves por repetição. Foi realizado um ensaio metabólico com período experimental de 10 dias, sendo 5 dias de adaptação às gaiolas e às rações experimentais e mais 5 dias de coleta total de excretas. Os animais foram alojados até o 14º dia de idade em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido círculos de proteção com cama de maravalha, sendo transferidos para as baterias de gaiolas aos 15 dias de idade. Os tratamentos utilizados foram: T1= Nível Nutricional 1, T2 = Nível Nutricional 1 + C.E., T3 = Nível Nutricional 2, T4 = Nível Nutricional 2 + C.E., T5 = Nível Nutricional 3 e T6 = Nível Nutricional 3 + C.E. As dietas do nível nutricional 1 foram formuladas seguindo as recomendações das Tabelas Brasileiras, enquanto que as dietas dos níveis nutricionais 2 e 3 foram calculadas reduzindo os níveis de energia metabolizável (75 e 112 kcal/kg), aminoácidos (2 e 3%) e fósforo disponível (0,10 e 0,15%). As excretas foram coletadas diariamente em sacos plásticos identificados num intervalo de 12 horas e congeladas para posterior análise laboratorial. Então foi feita a determinação dos balanços de nitrogênio e fósforo, além dos valores de energia metabolizável e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio.

A adição do complexo enzimático composto de protease, amilase, celulase, pectinase, xilanase,  $\beta$ -glucanase e fitase nas dietas de frangos de corte mostrou-se eficiente, correspondendo a uma melhora de 2,05% e de 2,02% no aproveitamento da EMA e da EMAn, respectivamente. Também foi eficiente quanto ao balanço de fósforo, proporcionando redução de 6,82% na excreção e aumento de 10,26% na retenção desse mineral devido à presença da enzima fitase. Quanto ao nitrogênio, o uso do complexo enzimático proporcionou uma redução de 3,30% na excreção e um aumento de 5,30% na retenção desse mineral.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO, C.O. Adição de complexo multienzimático em dietas com diferentes sojas extrusadas para pintos de corte. Tese (Mestrado em Nutrição de Monogástricos). 62p. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.
- CHARLTON, P. Expanding enzyme applications: higher amino acid and energy values for vegetable proteins. *In: Biotechnology in the Feed Industry - Proceedings of Alltech's 12th Annual Symposium, 1996, Loughborough, Leics, UK. Anais...* Loughborough, Leics, UK: Nottingham University Press. p.317. 1996.
- DANICKE, S.; JEROCH, H.; BOTTCHEER, W. et al. Interactions between dietary fat type and enzyme supplementation in broiler diets with high pentosan contents: effects on precaecal and total tract digestibility of fatty acids, metabolizability of gross energy, digesta viscosity and weights of small intestine. **Animal Feed Science and Technology**, v.84, p.279 -294. 2000.
- DE FARIA, D.E.; SAKAMOTO, M.I. Estratégias nutricionais para reduzir a excreção de nutrientes em frangos de corte. *In: V Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Cascavel, PR.* p.81-88. 2008.
- GARCIA, E.R.D.M.; MUKARANI, A.E.; BRANCO, A.F. 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 desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1414-1426, 2000.
- GRAÑA, A.L. Estudo de estratégias nutricionais para frangos de corte. Viçosa, MG. Tese (Doutorado em Zootecnia). 154p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2008.

- HEW, L.I.; RAVINDRAN, V.; MOLLAH, Y. *et al.* Influence of exogenous xylanase supplementation on apparent metabolizable energy and amino acid digestibility in wheat for broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, n.2, p.83-92, 1998.
- ISHIBASHI, T.; YONEMOCHI, C. Possibility of amino acid nutrition in broiler. **Animal Science Journal**, v.73, p.155-165, 2002.
- IWAHASHI, A.S. Utilização de complexo enzimático em dietas para codornas de corte. Maringá, PR. Tese (Mestrado em Zootecnia). 55p. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2009.
- LAN, G.Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. *et al.* Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, v.81, n.10, p.1522-1532, 2002.
- LAURENTIZ, A.C. DE.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S. *et al.* Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.2, p.207-216, abr./jun. 2007.
- LEESON; S., SUMMERS, J.D. Scott's nutrition of the chicken. 4ed. Guelph: University Books, 2001. 591p. 2001.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; BORSATTO, C.G. *et al.* Efeito da suplementação de fitase no metabolismo dos nutrientes em rações de frangos de corte. *In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*, 2007. **Anais...** Santos, SP. p.64. 2007.
- LUDKE, J.V.; LUDKE, M.C.M.M. Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente. Publicação eletrônica no site Nordeste Rural. 2003. Disponível em: <http://www.nordeste-rural.com.br/nordeste-rural/matler.asp?newsId=485> Acessado em 01 de julho de 2010.

- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; Stutz, N.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station. (Research Report, 7). 1965.
- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007.
- NY, Le. P., WYATT, C., CRESWELL, D. El uso de enzimas para maximizar la utilización de los nutrientes en dietas para ponedoras. In: Enzimas - Desarrollando su potencial en dietas para aves basadas en milho/soja. Finfeeds International Inc. Seminário Atlanta. p.32-37. 1998.
- PUGH, R.; CHARLTON, P. Enzyme applications for plant proteins: time to look beyond cereals. *In: Biotechnology in the Feed Industry – Proceedings of Alltech’s 11th Annual Symposium, 1995, Loughborough, Leics, UK. Anais...* Loughborough, Leics, UK: Nottingham University Press, 1995. p.393-396. 1995.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- SCHWARZ, G. Phytase supplementation and waste management. Proceedings of Meeting Arkansas Nutr. Conf., 1994, Sept. 13-15, Fayetteville. p.18-51. 1994.
- SILVA, D.J. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV. 1990.
- SILVA, Y.L. da. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes. 201 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2004.

SINDIRAÇÕES 2010. Sindicato Nacional da Indústria e Alimentação Animal. Setor de Alimentação Animal, boletim trimestral, maio de 2010. 6p. 2010. Disponível em: [http://www.sindiracoes.org.br/images/stories/noticias/sindiracoes\\_boletim\\_mai2010%20online.pdf](http://www.sindiracoes.org.br/images/stories/noticias/sindiracoes_boletim_mai2010%20online.pdf) Acessado em 01 de julho de 2010.

UBA. União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual 2009. 39p. 2009. Disponível em: [http://www.abef.com.br/uba/uba\\_relatorios\\_anuais.php](http://www.abef.com.br/uba/uba_relatorios_anuais.php) Acessado em 01 de julho de 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 2000.

VIANA, M.T.S. Efeito da suplementação de enzimas sobre o desempenho e o metabolismo de galinhas poedeiras. Viçosa, MG. Tese (Doutorado em Zootecnia), 117p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

WARPECHOWSKI, M.B. Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2005.

WU, Y.B.; RAVINDRAN, V. Expanding the potential of enzymes to release nutrients: a unique microbial phytase produced by solid state fermentation. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. **Proceedings...** Alltech's 18th Annual Symposium. p.123-130. 2002.

## **6. APÊNDICE**

1. O complexo enzimático utilizado foi o Allzyme SSF<sup>®</sup>, produzido pela empresa Alltech do Brasil.

## 2. ANOVAS Capítulo 1

### 2.1. Fase de 1 a 21 dias de idade

#### Consumo de Ração

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,3656301E-03	0,3656301E-03	0,315	*****
DIETA	2	0,3661603E-02	0,1830802E-02	1,580	0,21806
ENZ*DIETA	2	0,7371113E-03	0,3685556E-03	0,318	*****
RESÍDUO	42	0,4868050E-01	0,1159060E-02		

Coeficiente de Variação = 2,891

#### Ganho de Peso

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,1075784E-01	0,1075784E-01	8,298	0,00623
DIETA	2	0,1425496E-01	0,7127480E-02	5,498	0,00757
ENZ*DIETA	2	0,1248218E-02	0,6241090E-03	0,481	*****
RESÍDUO	42	0,5444778E-01	0,1296376E-02		

Coeficiente de Variação = 4,446

#### Conversão Alimentar

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,3004453E-01	0,3004453E-01	11,891	0,00130
DIETA	2	0,2678612E-01	0,1339306E-01	5,301	0,00886
ENZ*DIETA	2	0,9232636E-02	0,4616318E-02	1,827	0,17345
RESÍDUO	42	0,1061208	0,2526685E-02		

Coeficiente de Variação = 3,452

### 2.2. Fase de 21 a 42 dias de idade

#### Consumo de Ração

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,0173660	0,0173660	2,61	0,1139
DIETA	2	0,1149447	0,0574723	8,64	0,0007

ENZ*DIETA	2	0,0115172	0,0057586	0,87	0,4285
PESO INICIAL	1	0,0021959	0,0021959	0,33	0,5688
RESÍDUO	41	0,2728552	0,0066550		

Coeficiente de Variação = 2,974

#### Ganho de Peso

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,0369075	0,0369075	16,43	0,0002
DIETA	2	0,0824200	0,0412100	18,35	<0,0001
ENZ*DIETA	2	0,0015770	0,0007885	0,35	0,7060
PESO INICIAL	1	0,0005950	0,0005950	0,26	0,6095
RESÍDUO	41	0,0920734	0,0022457		

Coeficiente de Variação = 3,168

#### Conversão Alimentar

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,0231880	0,0231880	5,37	0,0256
DIETA	2	0,0157702	0,0078851	1,83	0,1740
ENZ*DIETA	2	0,0006952	0,0003476	0,08	0,9228
PESO INICIAL	1	0,0000023	0,0000023	0,00	0,9819
RESÍDUO	41	0,1770869	0,0043192		

Coeficiente de Variação = 3,579

### **2.3.Fase de 1 a 42 dias de idade**

#### Consumo de Ração

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,2277896E-01	0,2277896E-01	2,624	0,11273
DIETA	2	0,1311621	0,6558104E-01	7,556	0,00157
ENZ*DIETA	2	0,6949906E-02	0,3474953E-02	0,400	*****
RESÍDUO	42	0,3645524	0,8679819E-02		

Coeficiente de Variação = 2,377

#### Ganho de Peso

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,9188032E-01	0,9188032E-01	30,343	0,00001
DIETA	2	0,1593757	0,7968784E-01	26,317	0,00000
ENZ*DIETA	2	0,4688528E-02	0,2344264E-02	0,774	*****

RESÍDUO 42 0,1271765 0,3028013E-02

Coeficiente de Variação = 2,388

#### Conversão Alimentar

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,2615065E-01	0,2615065E-01	11,682	0,00142
DIETA	2	0,2003294E-01	0,1001647E-01	4,474	0,01732
ENZ*DIETA	2	0,2924106E-02	0,1462053E-02	0,653	*****
RESÍDUO	42	0,9402153E-01	0,2238608E-02		

Coeficiente de Variação = 2,779

### 3. ANOVAS Capítulo 2

#### EMA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
DIETA	2	53217,67	26608,83	3,441	0,04132
ENZ	1	56320,13	56320,13	7,283	0,00999
DIETA*ENZ	2	2229,583	1114,792	0,144	*****
RESÍDUO	42	324788,7	7733,065		

Coeficiente de Variação = 2,604

#### EMAn

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
DIETA	2	52976,03	26488,01	3,801	0,03040
ENZ	1	51989,19	51989,19	7,460	0,00919
DIETA*ENZ	2	2556,005	1278,002	0,183	*****
RESÍDUO	42	292704,0	6969,142		

Coeficiente de Variação = 2,541

#### Fósforo Ingerido

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,5690785E-06	0,5690785E-06	2,518	0,12005
DIETA	2	0,2218862E-03	0,1109431E-03	490,907	0,00000
ENZ*DIETA	2	0,2102130E-05	0,1051065E-05	4,651	0,01498
RESÍDUO	42	0,9491846E-05	0,2259963E-06		

Coeficiente de Variação = 2,839

#### Fósforo Excretado

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,3984718E-05	0,3984718E-05	19,977	0,00007
DIETA	2	0,7561330E-04	0,3780665E-04	189,537	0,00000
ENZ*DIETA	2	0,2473610E-06	0,1236805E-06	0,620	*****
RESÍDUO	42	0,8377676E-05	0,1994685E-06		

Coeficiente de Variação = 5,230

#### Fósforo Retido

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,7565519E-05	0,7565519E-05	17,966	0,00013
DIETA	2	0,3844579E-04	0,1922290E-04	45,650	0,00000
ENZ*DIETA	2	0,9651191E-06	0,4825595E-06	1,146	0,32766
RESÍDUO	42	0,1768609E-04	0,4210973E-06		

Coeficiente de Variação = 7,909

#### Nitrogênio Ingerido

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,00004447	0,00004447	10,49	0,0024
DIETA	2	0,00019354	0,00009677	22,82	<0,0001
ENZ*DIETA	2	0,00023445	0,00011723	27,65	<0,0001
RESÍDUO	42	0,00017810	0,00000424E-06		

Coeficiente de Variação = 2,204

#### Nitrogênio Excretado

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,00001541	0,00001541	9,50	0,0036
DIETA	2	0,00000214	0,00000107	0,66	0,5221
ENZ*DIETA	2	0,00000429	0,00000215	1,32	0,2773
RESÍDUO	42	0,00006817	0,00000162		

Coeficiente de Variação = 3,717

#### Nitrogênio Retido

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	0,00011224	0,00011224	31,56	<0,0001
DIETA	2	0,00015532	0,00007766	21,83	<0,0001

ENZ*DIETA	2	0,00020837	0,00010419	29,29	<0,0001
RESÍDUO	42	0,00014939	0,00000356		

Coeficiente de Variação = 3,188

Porcentagem de Nitrogênio Retido

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
ENZ	1	54,46410208	54,46410208	34,51	<0,0001
DIETA	2	20,33727917	10,16863958	6,44	0,0036
ENZ*DIETA	2	23,43895417	11,71947708	7,43	0,0017
RESÍDUO	42	66,2843125	1,5781979		

Coeficiente de Variação = 1,983