**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

RAPHAEL FORTES DE OLIVEIRA

**Adição de protease exógena em dietas fareladas e peletizadas para
frangos de corte**

**Pirassununga,SP
2014**

RAPHAEL FORTES DE OLIVEIRA

**Adição de protease exógena em dietas fareladas e peletizadas para
frangos de corte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Avicultura

Orientador:

Prof.^a Dr^a. Cristiane Soares da Silva Araújo

Pirassununga, SP

2014

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo)

T.3026
FMVZ

Oliveira, Raphael Fortes de
Adição de protease exógena em dietas fareladas e peletizadas para frangos de corte /
Raphael Fortes de Oliveira. -- 2014.
78 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2014.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof.^a Dr^a. Cristiane Soares da Silva Araújo.

1. Atividade enzimática. 2. Desempenho. 3. Peletização. 4. Análise econômica.
5. Rendimento de carcaça e cortes. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado “Adição de Protease exógena em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte”, protocolado sob o nº 3008/2013, utilizando 768 (setecentos e sessenta e oito) frangos de corte, sob a responsabilidade Profa. Dra. Cristiane Soares da Silva Araújo, foi aprovado em reunião de 13/8/2014 e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

We certify that the Research “Addition of exogenous protease in mashed and pelleted diets for broiler chickens”, protocol number 3008/2013, utilizing 768 (seven hundred, sixty eight) chickens, under the responsibility Profa. Dra. Cristiane Soares da Silva Araújo, was approved in the meeting of day 8/13/2014 and agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee in the Use of Animals of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo.

São Paulo, 18 de agosto de 2014.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: OLIVEIRA, Raphael Fortes de

Título: Adição de protease exógena em dietas fareladas e peletizadas para frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: __/__/__

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Dário Gonzaga e Lúcia Helena, por me apoiar, me dar forças e motivação e me orientar nas diferentes etapas da minha vida.

Aos meus irmãos, Samuel e Luciana, por me proporcionar companhia durante as primeiras fases da minha vida.

À Prof^a Dr^a Cristiane Soares da Silva Araújo pela orientação, compreensão, apoio e confiança depositada em minha pessoa.

Aos professores Lúcio Francelino Araújo e Ricardo de Albuquerque pela colaboração em meu projeto de pesquisa e pela disponibilidade concedida.

À empresa DSM® pela doação da enzima comercial utilizada no experimento.

A todos os professores do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) pela colaboração direta ou indireta em meu trabalho de pesquisa.

Ao professor Dr. João Martins Pizauro Júnior e aos seus orientados, pela colaboração com as análises laboratoriais do experimento.

Aos funcionários do aviário, principalmente o Edinho, pela colaboração em meu projeto de pesquisa e pela disposição oferecida.

Aos funcionários da fábrica de ração, Cláudio de Jesus Aparecido São Romão, Israel Andrietta e José Luiz Aparecido Landgraf, pela imensa colaboração ao longo de meu experimento.

Às companheiras de república Nara, Viviane, Mariana e Maria Fernanda pela convivência e companheirismo durante todo o período do meu mestrado.

Aos companheiros de pós-graduação Jéssica Villela, Lívia Folconi, Eduardo Cassiano, Maurício Furlan, Luiz Carlos Simon, Rodrigo Gardinal, Thiago Almeida, Flávio Perna e Johnny pelo companheirismo e momentos de diversão durante fase da pós-graduação.

DEDICO

À minha família,
Aos meus pais, Dário Gonzaga e Lúcia Helena,
e aos meus irmãos, Luciana e Samuel,
por me acompanharem e me apoiarem desde sempre.

RESUMO

OLIVEIRA, R. F. **Adição de protease exógena em dietas fareladas e peletizadas para frangos de corte.** [Addition of exogenous protease in mashed and pelleted diets for broiler chickens]. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo, a atividade enzimática pancreática e o rendimento de carcaça e cortes de frangos alimentados com rações fareladas e peletizadas com ou sem adição de protease. Foi realizada, também, a análise econômica dos tratamentos experimentais. Para tanto, foram utilizadas 768 aves, criadas de 1 a 42 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2x2 (formas físicas da ração, níveis nutricionais e inclusão ou não de protease) com oito repetições por tratamento. As aves receberam os seguintes tratamentos experimentais: T1- ração farelada com redução de níveis nutricionais e sem adição de protease; T2- ração farelada com redução de níveis nutricionais e com adição de protease; T3- ração farelada com níveis nutricionais recomendados e sem adição de protease; T4- ração farelada com níveis nutricionais recomendados e com adição de protease; T5- ração peletizada com redução de níveis nutricionais e sem adição de protease; T6- ração peletizada com redução de níveis nutricionais e com adição de protease; T7- ração peletizada com níveis nutricionais recomendados e sem adição de protease; T8- ração peletizada com níveis nutricionais recomendados e com adição de protease. Os resultados foram analisados por meio do pacote estatístico SAS (2012). A peletização das rações promoveu melhora nos índices zootécnicos de frangos de corte. A adição de protease exógena não exerceu efeito principal sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes, mas em dietas com redução de proteína bruta e aminoácidos, melhorou os índices econômicos da criação de frangos de corte, assim como o processo de peletização de forma geral. A adição de protease exógena e redução dos níveis de proteína e aminoácidos promoveram menor atividade da quimotripsina. Rações peletizadas com níveis nutricionais recomendados e adição de protease apresentaram os maiores custos de produção.

Palavras-chave: Atividade enzimática. Desempenho. Peletização. Análise econômica. Rendimento de carcaça e cortes.

ABSTRACT

OLIVEIRA, R. F. **Addition of exogenous protease in mashed and pelleted diets for broiler chickens.** [Adição de protease exógena em dietas fareladas e peletizadas para frangos de corte]. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

The aim of this study was to evaluate the performance, pancreatic enzyme activity and carcass yield and cuts of broilers fed with mashed and pelleted diets with or without addition of protease. Also, it was performed economic analysis of experimental diets. Seven hundred sixty eight birds were reared from 1 to 42 days old, distributed in a completely random design in a 2x2x2 factorial arrangement (physical forms of feed, nutritional levels and with or without addition of protease) with eight replicates per treatment. The birds had received the following experimental treatments: T1 – mashed diet with reduced nutritional levels and without addition of protease; T2 – mashed diet with reduced nutritional levels and with addition of protease; T3 – mashed diet with recommended nutritional levels and without addition of protease; T4 – mashed diet with recommended nutritional levels and with addition of protease; T5 – pelleted diet with reduced nutritional levels and without addition of protease; T6 – pelleted diet with reduced nutritional levels and with addition of protease; T7 – pelleted diet with recommended nutritional levels and without addition of protease; T8 – pelleted diet with recommended nutritional levels and with addition of protease. The results were analyzed using the statistical program SAS (2012). The pelleted diets provided improvement in performance parameters of broilers. The addition of exogenous protease did not have main effect on the performance and carcass yield and cuts, but in diets with reduced crude protein and amino acids, improved economic index of the rearing of broilers, as well as the pelleting process generally. The addition of exogenous protease and reduced levels of protein and amino acids provided lower activity of chymotrypsin. Pelleted diets with recommended nutritional levels and addition of protease showed the highest production costs.

Key words: Enzymatic activity. Performance. Pelleting. Economic analysis. Carcass yield and cuts.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase pré-inicial (1 a 7 dias) de acordo com os tratamentos experimentais	34
Tabela 2 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase inicial (8 a 21 dias) de acordo com os tratamentos experimentais	35
Tabela 3 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase crescimento (22 a 35 dias) de acordo com os tratamentos experimentais	36
Tabela 4 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase final (36 a 42 dias) de acordo com os tratamentos experimentais	37
Tabela 5 - Peso médio final (PMF), ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CRM) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 21 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease e com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados	49
Tabela 6 - Consumo de ração (CRM) de frangos de corte de 21 dias de idade, de acordo com a presença de protease e da forma física da ração	49
Tabela 7 - Conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 21 dias de idade, de acordo com a presença de protease e da forma física da ração	50
Tabela 8 - Peso médio final (PMF), ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CRM) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 42 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease e com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados	51
Tabela 9 - Rendimentos de carcaça, peito e pernas de frangos de corte de 43 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease, com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados	56
Tabela 10 - Rendimento de carcaça de frangos de corte de 43 dias de idade, de acordo com a presença de protease e de diferentes níveis nutricionais	57
Tabela 11 - Rendimento de peito de frangos de corte de 43 dias de idade, de acordo com a presença de protease e da forma física da ração	57
Tabela 12 - Atividade enzimática da tripsina e quimotripsina em frangos de corte de 43 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease, com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados	61

Tabela 13 -	Atividade enzimática da quimotripsina (U/mg de proteína) em frangos de corte de 43 dias de idade, de acordo com a presença de protease e do nível nutricional.....	61
Tabela 14 -	Análise econômica de acordo com os tratamentos experimentais.....	63

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Peletizadora utilizada na fábrica de rações	33
Figura 2 -	Vista externa do galpão experimental da FMVZ/USP	38
Figura 3 -	Vista interna do galpão experimental da FMVZ/USP	38
Figura 4 -	Aves ao 1º dia de idade	39
Figura 5 -	Aves aos 35 dias de idade	40
Figura 6 -	Homogeneização do material coletado	42
Figura 7 -	Pipetagem do material homogeneizado	43
Figura 8 -	Procedimento de abate das aves para obtenção de características de carcaça.....	44
Figura 9 -	Pesagem de carcaça das aves	45
Figura 10 -	Pesagem de cortes	45
Figura 11 -	Índice de lucratividade (%) de acordo com a adição de protease (g/ton de ração) em dietas com redução de 4% em proteína bruta e aminoácidos	65
Figura 12 -	Índice de lucratividade (%) de acordo com a forma física da ração	65
Figura 13 -	Índice de lucratividade (%) de acordo com os tratamentos experimentais	66
Quadro 1 -	Distribuição dos tratamentos experimentais.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Digestão protéica em aves	16
2.2	Enzimas	17
2.3	Utilização de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte.....	18
2.4	Utilização de protease em dietas para frangos de corte	23
2.5	Efeitos da adição de enzimas exógenas sobre a produção de enzimas endógenas.....	25
2.6	Efeitos do processamento de rações sobre a eficiência de enzimas exógenas	27
3	HIPÓTESES	29
4	OBJETIVOS	30
4.1	Objetivos gerais.....	30
4.2	Objetivos específicos	30
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.1	Local do experimento.....	31
5.2	Delineamento experimental	31
5.3	Tratamentos experimentais	31
5.4	Rações experimentais.....	32
5.5	Instalações	37
5.6	Manejo das aves	39
5.7	Características avaliadas.....	40
5.7.1	Desempenho zootécnico	41
5.7.2	Determinação da atividade enzimática pancreática.....	41
5.7.3	Análise de rendimento de carcaça e cortes	43
5.7.3.1	<i>Rendimento de carcaça</i>.....	43
5.7.3.2	<i>Rendimento de cortes</i>.....	44
5.7.4	Análise econômica.....	46
5.7.5	Análise estatística	46
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
6.1	Desempenho zootécnico	48
6.1.1	Peso inicial das aves	48

6.1.2	Desempenho aos 21 dias de idade	48
6.1.3	Desempenho aos 42 dias de idade	50
6.1.4	Efeitos da forma física da ração	51
6.1.5	Efeitos da adição de protease	53
6.1.6	Efeitos dos níveis nutricionais	55
6.1.7	Efeitos de interação entre forma física da ração e adição de protease	55
6.2	Rendimento de carcaça e cortes	56
6.2.1	Efeitos da forma física da ração	58
6.2.2	Efeitos da adição de protease	58
6.2.3	Efeitos dos níveis nutricionais	59
6.2.4	Efeito de interação entre adição de protease e nível nutricional	59
6.2.5	Efeito de interação entre forma física da ração e adição de protease	60
6.3	Atividade enzimática pancreática	60
6.4	Análise econômica	62
7	CONCLUSÕES	67
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, notáveis avanços foram observados na avicultura, sendo mundialmente um dos seguimentos mais desenvolvidos da agropecuária. A viabilidade na produção avícola é o fator resultante da integração do melhoramento genético, nutrição, manejo, e sanidade (STRADA et al., 2005).

O constante crescimento da avicultura mundial foi atribuído à eficiência na produção de carne de frango a custos mais competitivos. As linhagens avícolas destinadas à produção de carne são, principalmente, selecionadas para ganho de peso. Aves originadas destas matrizes possuem características típicas de melhor conversão alimentar, melhor conformação corporal e melhor rendimento de carcaça (BORGES et al., 2006). Esta inovação, em geral, tem permitido redução de custos e aumento da produtividade, com o objetivo de manter o *ranking* competitivo do país em nível mundial (SARCINELLI et al., 2007).

Segundo Leite et al. (2008), as constantes inovações tecnológicas obtidas e a criação de aves com grande potencial genético direcionado para crescimento e outros índices de desempenho são fatores que transformaram a atividade avícola brasileira em um setor de alta eficiência e volume de produção.

Na área da nutrição, um grande número de pesquisas tem sido realizado na busca por estratégias alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficientes e econômicas, considerando que alimentação representa o fator de maior custo na produção de frangos de corte (STRADA et al., 2005).

Entre vários fatores na produção de aves, a nutrição representa um papel imprescindível, que envolve o conhecimento dos níveis e exigências nutricionais. Os programas nutricionais têm buscado novas estratégias para melhorar a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos e proporcionar condições que favoreçam a expressão máxima do potencial genético das aves, sem elevação nos custos de produção (ARAÚJO et al., 2007).

A produção moderna de aves envolve a utilização de linhagens que forneçam proteína de alta qualidade e de formulações de rações para assegurar a qualidade da carne, juntamente com rendimentos elevados. As exigências do mercado têm mudado substancialmente nos últimos anos, e em contraste com a grande demanda de décadas anteriores para máximos rendimentos possíveis de carne de frango, a

atenção está focada na melhoria de sua qualidade nutricional (BOGOSAVLJEVIĆ-BOŠKOVIĆ et al., 2012), mantendo-se constantes os índices de ganho de peso. Além disso, uma importância crescente na produção avícola tem sido atribuída aos padrões ambientais que visam evitar a poluição ambiental e garantir a melhoria das condições de criação das aves (DOSKOVIĆ et al., 2013).

De acordo com Barbosa et al. (2008), o aperfeiçoamento da biotecnologia possibilitou o lançamento de produtos no mercado, como as enzimas exógenas que, quando incluídas na dieta, favorecem melhores índices de produtividade e eficiência alimentar em frangos de corte.

A crescente utilização de enzimas exógenas na nutrição de aves tem gerado grande número de pesquisas relacionadas à eficiência do uso destes aditivos. O principal objetivo da utilização de enzimas é a redução de custos de produção, por meio da diminuição dos níveis nutricionais das dietas considerando maior disponibilidade de nutrientes permitida pela adição de complexos enzimáticos.

Nos últimos anos, foram realizados diversos estudos envolvendo a adição de enzimas em dietas de alta viscosidade à base de trigo, de centeio e de cevada, bem como a utilização de complexos enzimáticos em dietas à base de milho e de farelo de soja. No entanto, poucos trabalhos objetivaram avaliar os efeitos do processo de peletização sobre a estabilidade de enzimas exógenas, bem como analisar os efeitos isolados da adição de protease na dieta. Deste modo, torna-se válido considerar a avaliação da eficiência de protease termoestável em rações processadas pelo método da peletização.

Além disso, pouco é sabido sobre a influência da suplementação de protease sobre a atividade de enzimas proteolíticas endógenas, sendo necessárias maiores informações a respeito das respostas fisiológicas das aves relacionadas às enzimas envolvidas no processo de digestão das proteínas.

Levando-se em consideração os preços das matérias primas, torna-se necessária a realização de pesquisas que têm por objetivo prático a redução dos custos de produção, como a utilização de estratégias nutricionais relacionadas à adição de enzimas exógenas na nutrição animal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A seguir será apresentada uma revisão teórica dos principais aspectos da nutrição e utilização de enzimas exógenas na avicultura.

2.1 Digestão protéica em aves

No papo das aves, o alimento além ser armazenado, é verdadeiramente amolecido e umedecido e é onde ocorre a ação inicial da pepsina que inicia a digestão das proteínas. Segundo Longo et al. (2005), o proventrículo é responsável pela secreção de ácido clorídrico e pepsinogênio (precursor ativo da pepsina). Quando o alimento chega ao proventrículo, que é o estômago glandular das aves, é rapidamente embebido por mais suco gástrico, composto por pepsina e ácido clorídrico, que são secretados pelas glândulas oxintopépticas locais (MENDES; NAAS; MACARI, 2004).

Anteriormente à entrada do alimento no proventrículo e na moela, o pH das secreções presentes nestes órgãos situa-se entre 1,5 e 2,0, mas sobre os efeitos tamponantes do alimento, o pH pode subir para valores entre 3,5 a 5,0. O objetivo da proteólise no proventrículo e moela é tornar as moléculas de peptídeos disponíveis, as quais estarão prontamente susceptíveis a sofrerem mais hidrólises pelas enzimas proteolíticas do intestino (LEESON; SUMMERS, 2001).

Segundo Mendes, Nass e Macari (2004), quando o bolo alimentar deixa a moela, são secretadas imediatamente as enzimas duodenais, que são produzidas pelo fígado e pelo pâncreas. Neste momento, é iniciada a digestão das proteínas pelas peptidases. O pâncreas também libera, no duodeno, a tripsina e quimotripsina que dão continuidade à digestão das proteínas no jejuno. No duodeno e no jejuno ocorre absorção de nutrientes que já sofreram ação das enzimas pancreáticas e duodenais, principalmente carboidratos e proteínas. Os peptídeos e aminoácidos são absorvidos na parede da mucosa, mais especificamente na bordadura em escova, onde sofrem uma digestão na membrana citoplasmática e são transportados e depositados na corrente sanguínea.

De modo geral, para que ocorra todo o processo de digestão das proteínas nas aves, uma ampla variedade de enzimas endógenas são sintetizadas e liberadas no trato gastrointestinal, e estas foram geralmente consideradas suficientes para otimizar a utilização da proteína na alimentação (LE HUEROU-LURON et al., 1993; NIR; NITSAN; MAHAGNA, 1993). Entretanto, atualmente, foi reconhecido que a produção endógena de enzimas não é suficiente para o aproveitamento de 100% da proteína fornecida na dieta, sendo necessárias alternativas para maximizar a digestibilidade de ingredientes proteicos, como a utilização de enzimas exógenas.

Pesquisas recentes têm demonstrado que ocorrem alterações fisiológicas no trato digestivo durante a primeira semana de vida de frangos de corte. Este período é seguido por um aumento na secreção e atividade de enzimas digestivas, resultando em maior disponibilidade de nutrientes. Na fase inicial, a rápida taxa de passagem do alimento e deficiências na disponibilidade de enzimas podem resultar em baixa digestibilidade de proteínas, as quais são exigidas em altas quantidades por aves em crescimento (DOSKOVIĆ et al., 2013).

Neste sentido, o crescimento e o desenvolvimento normal de frangos de corte exige a otimização de uma série de fatores. Um dos pré-requisitos nutricionais mais importantes para um desempenho zootécnico satisfatório é assegurar níveis adequados de proteína na dieta (BREGENDAHL; SELL; ZIMMERMAN, 2002), considerando o fato de que as proteínas possuem inúmeras funções no organismo (DOSKOVIĆ et al., 2013).

Por outro lado, alguns estudos têm avaliado práticas que permitem redução nos níveis de proteína da dieta, uma vez que isso poderia não somente reduzir a excreção de nitrogênio no meio ambiente (ALETOR et al., 2000; BREGENDAHL; SELL; ZIMMERMAN, 2002), mas também reduzir o custo das dietas, uma vez que a proteína e os aminoácidos apresentam custos relativamente elevados (DOSKOVIĆ et al., 2013).

2.2 Enzimas

Enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária que desempenham a função de catalisadores biológicos sobre substratos específicos.

Estes componentes aceleram a velocidade das reações químicas no organismo, sem sofrer alterações em sua composição química (LEHNINGER; NELSON; COX, 2002).

Segundo Campestrini, Silva e Appelt (2005), as enzimas auxiliam no processo de digestão, atuam na reorganização de moléculas, processam nutrientes, produzem energia, eliminam produtos residuais e regulam diversas funções metabólicas. Os aditivos enzimáticos não apresentam função nutricional direta, porém atuam no processo de digestão melhorando a digestibilidade de nutrientes da dieta.

A atividade das enzimas é diretamente influenciada por fatores como o processamento do alimento, o pH, o comprimento gastrintestinal, o grau de hidratação, a temperatura corporal, a suscetibilidade da enzima exógena às ações da enzima endógena, a concentração do substrato em razão da hidrólise da enzima, a atividade e a concentração da enzima endógena e do tipo de ingrediente utilizado na dieta (ACAMOVIC; MCCLEARY, 1996). Segundo Penz Jr (1998), as enzimas digestivas possuem um sítio ativo que permite suas ações sobre a ruptura de uma determinada ligação química.

2.3 Utilização de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte

As enzimas exógenas utilizadas na nutrição animal são produzidas a partir de culturas de microorganismos, sendo derivadas de fermentação por fungos e bactérias. A produção de enzimas ocorre a partir de um processo de fermentação, como consequência da aplicação de um material inoculado com microorganismos sobre um substrato, sob condições ambientais que favoreçam a fermentação. Após esta fase, é realizada a separação da biomassa com posterior resfriamento, centrifugação e concentração. Ao final, são realizadas as etapas de filtração, padronização e controle de qualidade de acordo com a apresentação do produto final, que pode ser sólido ou líquido (COWAN, 1993).

As enzimas exógenas são classificadas como pró-nutrientes alimentares (BUTOLLO, 2002) e atuam principalmente através da ruptura das paredes celulares das fibras, reduzindo a viscosidade da dieta no intestino delgado, degradando as

proteínas, reduzindo os efeitos provocados pelos fatores antinutricionais e promovendo maior biodisponibilidade de nutrientes (SOTO-SALONOVA et al., 1996).

A eficiência comprovada da inclusão de enzimas em dietas a base de cevada estimulou a utilização destes aditivos em associação a outros ingredientes, sendo um dos principais avanços na nutrição animal (TORRES, 1999).

Deste modo, as enzimas exógenas passaram a ser utilizadas como alternativa para melhorar a qualidade das rações para aves, com o objetivo de reduzir a viscosidade intestinal, promover maior eficiência na utilização de nutrientes e aumento no desempenho produtivo (GARCIA; MURAKAMI; BRANCO, 2000).

Além disso, o seu uso na alimentação animal teve como objetivo complementar as enzimas que são produzidas pelo próprio animal (amilases e proteases) e fornecer aos animais enzimas que não podem ser sintetizadas pelo organismo (FISCHER; MAIER; RUTZ, 2002).

A eficácia do uso de enzimas exógenas depende de muitos fatores, como as características químicas dos ingredientes e da dieta, os níveis nutricionais, a população de microorganismos no intestino, a idade da ave, as características e as quantidades das enzimas utilizadas (SARMIENTO-FRANCO et al., 2003), o modo de fornecimento e os métodos de processamento das rações (YUAN et al., 2008).

Em outro aspecto, as enzimas têm sido consideradas como componentes naturais alternativos que auxiliam na redução da utilização de antibióticos na nutrição animal. Estes componentes, de maneira geral, melhoram as condições do epitélio intestinal e atuam como moduladores da dieta. Além disso, a utilização destes aditivos atende à crescente preocupação da opinião pública mundial em relação à redução do uso de componentes que possam favorecer a resistência bacteriana no trato gastrintestinal (TEIXEIRA, 2007).

Desta forma, é necessário atender a certas condições para a realização da suplementação da dieta com enzimas. De acordo com Araújo et al. (2007), o conhecimento do substrato de ação das enzimas é um fator imprescindível para a suplementação enzimática. Desta maneira, o fornecimento de enzimas deve ser direcionado em fases específicas que contenham quantidades de substrato suscetíveis à degradação. Assim sendo, para a obtenção de melhores resultados com a suplementação enzimática é necessário que a enzima incluída na ração seja específica para o ingrediente utilizado, respeitando-se a especificidade de interação enzima-substrato.

Além disso, a utilização de enzimas exógenas na nutrição animal e a utilização de tecnologias que visam alterar as características físicas dos ingredientes têm como objetivo estabelecer estratégias que possam reduzir a ação de fatores antinutricionais e melhorar a digestibilidade de componentes nutricionais. Desta forma, as enzimas disponíveis no mercado são destinadas às rações que contêm ingredientes alternativos como trigo, arroz e cevada, bem como para matérias-primas comumente usadas nas formulações, como o milho e o farelo de soja (OPALINSKI et al., 2011).

Segundo Strada et al. (2005), as enzimas eram utilizadas inicialmente em dietas contendo ingredientes com elevadas quantidades de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), como trigo, centeio, triticale, cevada e aveia. Entretanto, pesquisas demonstraram a possibilidade da suplementação de cereais de baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja) com complexos enzimáticos, tendo como objetivo aumentar a utilização do amido e da proteína (FIALHO, 2003).

Deste modo, as enzimas exógenas apresentam diferentes classificações, de acordo com os substratos presentes nos diversos ingredientes alimentares. Bedford (2000) cita três grupos de enzimas exógenas utilizadas na nutrição de frangos de corte, que são enzimas para dietas de baixa viscosidade (milho, sorgo e soja), enzimas para dietas de alta viscosidade (trigo, centeio, cevada e farelo de arroz) e enzimas que degradam o ácido fítico dos grãos.

Atualmente, a maioria das enzimas comerciais disponíveis no mercado possuem mais do que uma atividade enzimática, enquanto poucos produtos possuem apenas um substrato específico. Complexos enzimáticos possuem mais do que uma enzima, consistindo em combinações de enzimas isoladas, gerados por misturas enzimáticas visando substratos alimentares definidos, ou produtos de fermentação de vários tipos de cepas de microorganismos que expressam um amplo espectro de atividades enzimáticas (FREITAS et al., 2011).

O emprego de complexos enzimáticos com diferentes especificidades tem sido proposto principalmente em dietas à base de milho e farelo de soja, que, apesar de possuírem boa qualidade nutricional, podem melhorar significativamente o desempenho de aves e suínos (KITCHEN, 1997; SCHANG; AZCONA; ARIAS, 1997).

Além disso, o nutricionista pode escolher a forma de suplementação enzimática, através de duas abordagens econômicas, que levam em consideração a

adição de enzimas exógenas nas formulações. A primeira abordagem, de aplicação mais simplificada, chamada “*over the top*”, consiste em suplementar as enzimas com formulação padrão, sem alteração dos níveis nutricionais. A segunda abordagem seria modificar a formulação da ração, por meio da redução dos níveis nutricionais, com adição de enzimas exógenas para complementar o valor nutricional da dieta padrão que objetiva um desempenho semelhante à dieta com os níveis nutricionais recomendados (BARBOSA et al., 2008).

De acordo com Barbosa et al. (2012), dentre as estratégias nutricionais que podem ser estabelecidas com a utilização de enzimas, a redução dos níveis nutricionais em dietas pode trazer benefícios consideráveis. Nesta manipulação nutricional, o principal objetivo é obter respostas de desempenho das aves similar ou até melhor em comparação a uma dieta com níveis nutricionais de acordo com as recomendações estabelecidas. Esta resposta é explicada pelo incremento do valor nutricional dos ingredientes, devido ao modo de ação das enzimas sobre a melhora da disponibilidade de nutrientes.

Diversas pesquisas envolvendo a suplementação enzimática para frangos de corte foram realizadas. Garcia, Murakami e Branco (2000) estudaram os efeitos da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade e relataram que a inclusão de complexo multienzimático nas rações promoveu melhora na eficiência de utilização da energia metabolizável, da proteína e de aminoácidos (metionina, metionina+cistina e lisina) em 9,7 (EM) e 5% (proteínas e AA).

Fischer, Maier e Rutz (2002), avaliando rações à base de milho e farelo de soja, superestimadas em 5% de energia, proteína e aminoácidos, com ou sem adição de complexo multienzimático, observaram que o desenvolvimento das aves alimentadas com dietas contendo enzimas foi melhor em relação aquelas arraçadas com ração sem enzimas.

Em estudo realizado por Torres et al. (2003), a adição de complexo enzimático contendo amilase, protease e xilanase em dietas à base de milho e farelo de soja melhorou o desempenho de frangos de corte. No entanto, em dietas com nível protéico reduzido, maiores níveis de adição de enzimas resultaram em menor ganho de peso. As melhores respostas ocorreram aos 28 dias de idade, quando foi adicionado 1,0 g/Kg de enzima na dieta. Aos 42 dias, a inclusão de enzimas não influenciou o fator de produção, o rendimento de carcaça e a porcentagem de

gordura abdominal, entretanto, os índices de desempenho se mantiveram em aves alimentadas com rações contendo níveis energéticos ou protéicos reduzidos.

Strada et al. (2005) concluíram que a adição de complexo multienzimático em rações à base de milho e farelo de soja para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade melhorou a eficiência de utilização da energia metabolizável e dos aminoácidos (metionina, metionina+cistina e lisina) em 9 e 7%, respectivamente. Estes autores verificaram também que a redução da densidade energética e aminoacídica das rações à base de milho e farelo de soja, contendo complexo multienzimático, não prejudica o desempenho de frangos de corte. Em um estudo realizado por Brito, Albino e Rostagno (2006), avaliando a inclusão de um complexo enzimático (amilase, protease e celulase) em rações a base de soja extrusada para pintos de corte, foi observada melhora sobre o ganho de peso (3,8%) e conversão alimentar (4,24%).

Opalinski et al. (2006), avaliando o efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático (xilanase, alfa-glucanase, mananase, pectinase e protease) em rações com soja integral desativada, concluíram que o nível ótimo de adição de complexo enzimático para ganho de peso e consumo alimentar, foi de 45,94 g/t e 49,30 g/t de ração, respectivamente.

Em estudo realizado por Barbosa et al. (2008), foram avaliados os efeitos da combinação de fitase e de um complexo enzimático (amilase, protease e xilanase) em dietas a base de milho e farelo de soja, formuladas com e sem redução dos níveis de energia, cálcio e fósforo. Os autores relataram que a combinação enzimática, em dietas com níveis nutricionais reduzidos, acarreta em melhora no aproveitamento da proteína bruta, cálcio e fósforo, e exerce influência sobre o desempenho das aves, devido ao melhor aproveitamento de nutrientes. Deste modo, estas aves apresentaram melhor desempenho em relação às aves alimentadas com dietas com níveis nutricionais recomendados.

Carvalho et al. (2009) concluíram que a eficiência dos complexos enzimáticos é influenciada pela idade e sexo das aves. Estes autores verificaram efeito significativo do complexo enzimático somente em frangos de corte machos, em que o fornecimento do complexo enzimático não interferiu no desempenho de aves fêmeas. Segundo estes autores, são recomendáveis o fornecimento de amilase e beta-glucanase para frangos machos, e a associação de amilase, beta-glucanase e xilanase para aves fêmeas no período de 1 a 42 dias de idade. Neste trabalho, os

complexos enzimáticos foram efetivos sobre a recuperação do desempenho de aves que receberam ração com quantidade de energia subestimada em 3% e não influenciaram as características de carcaça.

Em pesquisa realizada por Opalinski et al. (2011), a adição de complexo enzimático (protease, amilase e celulase) acarretou em aumento no coeficiente de digestibilidade aparente da metionina e metionina+cistina da soja integral desativada na granulometria de 1,25 mm.

Barbosa et al. (2012) relataram que a suplementação enzimática constituída por xilanase, amilase, protease e fitase em dietas com níveis nutricionais reduzidos proporciona resultados de desempenho semelhantes as aves alimentadas com dietas com níveis nutricionais recomendados, evidenciando a atuação das enzimas sobre a biodisponibilidade de nutrientes. Estes autores concluíram também que a suplementação enzimática em rações com níveis nutricionais recomendados não exerce efeitos sobre o desempenho das aves.

2.4 Utilização de protease em dietas para frangos de corte

Animais monogástricos, como suínos e aves, produzem proteases digestivas tais como pepsina, tripsina, quimotripsina e carboxipeptidases, as quais são capazes de digerir proteínas alimentares em um grau elevado. No entanto, uma fração da proteína alimentar é excretada nas fezes após ser ingerida (GLITSØ et al., 2012). Com base em valores de digestibilidade da proteína relatados na literatura, pode-se supor que uma quantidade considerável de proteína passa através do trato gastrointestinal sem ser completamente digerida (LEMME; RAVINDRAN; BRYDEN, 2004). Esta fração de proteína não digerida apresenta oportunidade para a adição de proteases exógenas específicas (FREITAS et al., 2011).

Segundo Glitsø et al. (2012), um dos grandes benefícios da inclusão de protease nas dietas de frangos é a melhora na digestibilidade da proteína de uma vasta gama de ingredientes naturais. Com o aumento da utilização da proteína da alimentação, a adição da enzima oferece a possibilidade de reduzir a quantidade de proteína incluída na dieta, e, assim, favorecer a economia de matérias-primas dispendiosas, tais como o farelo de soja.

A utilização de protease juntamente com secreções endógenas de peptidases reduzem as exigências de aminoácidos e energia a serem supridas na dieta. Além disso, a protease pode melhorar a hidrólise de proteínas na presença de fatores antinutricionais, tais como lecitinas e inibidores de tripsina (HUO et al., 1993; GHAZI et al., 2002), elevando a eficiência da utilização de aminoácidos nas aves (DOSKOVIĆ et al., 2013).

Além disso, a adição de proteases exógenas na dieta pode favorecer melhora no valor nutricional por meio da hidrólise de certos tipos de proteínas resistentes ao processo digestivo. Deste modo, esta enzima complementa a ação da protease endógena produzidas pelo organismo das aves. Ademais, atua na degradação das proteínas e, na soja atua sobre as proteínas consideradas como sendo de armazenamento, conglucina e beta-conglucina, e sobre seus fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, lectinas e proteínas antigênicas (SOTO-SALONOVA et al., 1996).

Segundo Classen (1996) o aproveitamento insuficiente das proteínas, durante a digestão, apresenta como consequência maior excreção de nitrogênio, resultando em desperdício deste nutriente e poluição ambiental. A redução no nível de proteína bruta e utilização de aminoácidos sintéticos na ração são algumas técnicas para minimizar a excreção de nitrogênio pelas aves. Dentre estas estratégias, pode-se destacar o estudo sobre o emprego de proteases com o objetivo de aperfeiçoar o aproveitamento da dieta, evidenciando, desta forma, o conceito de proteína ideal (CAUWENBERGUE; BURNHAM, 2001).

Rosa et al. (2009) relataram que o peso corporal, o ganho de peso e o consumo de ração em frangos de corte alimentados com ração com níveis reduzidos (-6%) de proteína e aminoácidos em dietas suplementadas com protease, foram similares nas aves alimentadas com ração com níveis normais de proteína.

Freitas et al. (2011), avaliando os efeitos da adição de protease exógena em dietas a base de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos para frangos de corte, concluíram que a protease comercial utilizada teve efeito benéfico sobre a conversão alimentar, mas não exerceu influência sobre outros parâmetros de desempenho. Neste estudo não houve efeito da adição de protease sobre o rendimento de carcaça. Estes autores relataram também que a inclusão de protease exógena melhorou a digestibilidade da proteína, sendo que este efeito foi mais pronunciado em dietas com níveis superestimados de proteína bruta.

Angel et al. (2011), estudando o efeito da adição de protease exógena em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte de 7 a 22 dias de idade, verificaram que a adição de protease em quantidades iguais ou maiores que 200 mg/Kg de ração aumentaram a digestibilidade de aminoácidos.

Fru-Niji et al. (2011) avaliaram o efeito da inclusão de protease exógena comercial sobre a solubilização, hidrólise e digestibilidade da proteína *in vitro*, testando também a influência desta enzima sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes *in vivo* de frangos de corte. Os autores concluíram que a protease demonstrou habilidade em agir sobre a pepsina e enzimas pancreáticas pela hidrólise e solubilização da proteína *in vitro*. Segundo estes autores, este efeito foi confirmado por meio de análises *in vivo*, em que houve melhora da digestibilidade da proteína e energia a qual resultou em melhora significativa no desempenho de frangos de corte.

Em estudo realizado por Yan et al. (2012), objetivando avaliar o efeito da suplementação de protease sobre a digestibilidade de proteínas em dietas à base de milho e farelo de soja, foi observado que a adição desta enzima melhorou significativamente a conversão alimentar de frangos de corte aos 35 e 46 dias de idade. Estes autores concluíram que a suplementação de protease pode poupar aproximadamente 7,5% de proteína bruta em dietas à base de milho e farelo de soja, sem impacto negativo sobre o desempenho das aves.

A interpretação de resultados de estudos realizados com proteases é, por vezes, dificultada devido ao confundimento decorrente dos efeitos de mais do que uma atividade enzimática em um único tratamento experimental. Resultados inconsistentes e variáveis são também frequentemente encontrados devido à diversidade de ingredientes e tipos de proteases, fatores que muitas vezes não são claramente definidos, além da utilização de diferentes metodologias (SIMBAYA et al., 1996; MARSMAN et al., 1997).

2.5 Efeitos da adição de enzimas exógenas sobre a produção de enzimas endógenas

Alguns estudos realizados anteriormente avaliando os efeitos da

suplementação enzimática exógena sobre a produção de enzimas endógenas apresentaram diferentes resultados, provavelmente devido às diferenças de enzimas exógenas testadas e localização anatômica da atividade de enzimas endógenas.

Em estudo realizado por Luo et al. (2009), testando a suplementação de níveis crescentes de xilanase em frangos de corte, não foi verificado efeito da adição desta enzima sobre a atividade enzimática de protease e amilase no intestino delgado.

Jiang et al. (2008), avaliando a suplementação de doses crescentes de α -amilase em dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, concluíram que adição da enzima exógena aumentou a atividade da tripsina e quimotripsina, e não afetou a produção de lipase no intestino. Porém, a adição de α -amilase não influenciou a atividade destas mesmas enzimas no pâncreas.

Malagna et al. (1995) avaliaram o fornecimento de uma dieta inicial comercial suplementada com dois níveis de uma preparação enzimática, contendo amilase e protease, fornecida até os 14 dias de idade de frangos de corte. Estes autores constataram que a suplementação de enzimas reduziu a atividade da quimotripsina no pâncreas e a atividade da amilase, tripsina e quimotripsina no intestino delgado. Alguns efeitos posteriores foram observados aos 42 dias de idade, quatro semanas após o término da suplementação enzimática, em que ocorreu depressão significativa na atividade da tripsina nos conteúdos intestinais.

Nir (1998) observou redução da produção pancreática endógena das enzimas amilase, tripsina e quimotripsina em pintos de corte de duas semanas de idade alimentados com dietas suplementadas com essas enzimas.

Lima et al. (2002) estudaram os efeitos da utilização de enzimas (combinação de amilase, amiloglucosidase e protease) sobre a atividade enzimática endógena de amilase, lipase, tripsina e quimotripsina, e verificaram que a suplementação enzimática não exerceu efeito persistente sobre a atividade destas enzimas, exceto para as atividades de amilase aos 14 dias e tripsina aos 28 dias de idade, nas quais a adição de enzimas exógenas proporcionou maiores atividades.

2.6 Efeitos do processamento de rações sobre a eficiência de enzimas exógenas

Para inativação ou redução de fatores antinutricionais e manutenção da qualidade nutricional das dietas, vários tipos de processamentos térmicos foram desenvolvidos (BRITO; ALBINO; ROSTAGNO, 2006), sendo a peletização um dos mais comuns. A peletização, segundo Calet (1965), se constitui na aglomeração de pequenas partículas que formam grânulos, o que ocorre pelo uso de temperatura e umidade na forma de vapor com posterior prensagem.

A peletização apresenta algumas vantagens produtivas, como a melhora considerável da digestibilidade e absorção dos nutrientes da dieta (SILVEIRA et al., 2010). Desta forma, um dos resultados do processo de peletização é o aumento do consumo de alimento pelas aves e maiores valores de ganho de peso (CALET, 1965). De acordo com Nir, Twina e Grossman (1994), o principal efeito da peletização é a redução da energia de manutenção e aumento da energia líquida de produção.

Porém, segundo Meiners et al. (2001), a peletização pode elevar o custo da ração em aproximadamente 2%, sendo um processamento de grande demanda de custos e capital em uma fábrica de ração. Desta forma, o processo de peletização pode afetar os rendimentos da fábrica de rações principalmente se esta não possuir adequado dimensionamento, assim como apresentar volume de produção acima da capacidade da instalação.

Em se tratando da estabilidade da enzima frente a um processamento térmico, a peletização pode reduzir significativamente as margens de segurança incorporadas durante a formulação (SILVERSIDES; BEDFORD, 1999) sendo uma grande preocupação na fábrica de ração. A maior parte da inativação ocorre quando o alimento é aquecido com vapor (EECKHOUT; DESCHRIJVER; VANDERBEKE, 1995).

Segundo Borges (1997) a estrutura molecular das enzimas é consideravelmente frágil e pode sofrer desnaturação pelo calor, álcalis, metais pesados e outros agentes oxidantes. O calor do processo de peletização pode resultar em inativação permanente das enzimas. Deste modo, a enzima adequada deve ser resistente a faixas de temperaturas entre 70° e 90°C, que normalmente são

alcançadas nas condições do processo de peletização.

De modo geral, as condições de processamento das rações, como temperatura, umidade, tempo, vapor e pressão podem exercer influência sobre a ação das enzimas na nutrição animal (FRANCESCH, 1996).

Estudos realizados anteriormente relataram redução da eficiência de enzimas exógenas em rações peletizadas. Souza (2005), avaliando a utilização de complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas, observou que a adição de enzimas em ração farelada a base de milho e farelo de soja melhora o desempenho de frangos de corte e promove aumento na energia metabolizável verdadeira das rações. Este autor observou ainda que a utilização de complexo enzimático em rações peletizadas é afetada pela desnaturação enzimática como consequência das altas temperaturas utilizadas no processo.

Pucci et al. (2010) avaliaram a adição de complexo enzimático contendo amilase, celulase e protease em dietas fareladas e trituradas, e dois níveis nutricionais para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. Estes autores verificaram que o processamento das rações resultou em redução do desempenho das aves e rações trituradas apresentaram maiores valores de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn).

3 HIPÓTESES

A adição de protease em rações peletizadas promove melhor desempenho zootécnico, e maior rendimento de carcaça e cortes em frangos de corte.

A adição de protease na ração favorece menor produção das enzimas pancreáticas endógenas tripsina e quimotripsina.

A adição de protease, juntamente com o processo de peletização das rações, melhoram os índices econômicos da criação de frangos de corte.

Rações peletizadas com níveis nutricionais recomendados e adição de protease apresentam os maiores custos de produção.

4 OBJETIVOS

Abaixo são apresentados os principais objetivos da presente pesquisa.

4.1 Objetivos gerais

Avaliar os efeitos das formas fareladas e peletizadas das rações com inclusão ou não de protease, com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados sobre o desempenho produtivo, a atividade enzimática pancreática, as características de carcaça e a viabilidade econômica em frangos de corte.

4.2 Objetivos específicos

Estudar características de desempenho zootécnico, como ganho de peso e conversão alimentar, rendimentos de carcaça e cortes, bem como a avaliação de parâmetros econômicos da adição de protease em dois níveis nutricionais, em dietas fareladas e peletizadas.

Avaliar a produção pancreática de enzimas proteolíticas de aves alimentadas com rações peletizadas ou não, em dois níveis nutricionais, com a presença ou não de protease.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos e recursos utilizados para a realização da presente pesquisa são descritos abaixo.

5.1 Local do experimento

O alojamento das aves ocorreu no Laboratório de Pesquisa em Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade de São Paulo – Campus de Pirassununga-SP, e os procedimentos de abate das aves ocorreram no Abatedouro Escola da Prefeitura do Campus de Pirassununga.

As análises de atividade enzimática pancreática foram realizadas no Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus de Jaboticabal.

5.2 Delineamento experimental

Foram utilizados 768 pintos machos da linhagem *Cobb* 500, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2x2 (formas físicas da ração, níveis nutricionas e inclusão ou não de protease) com oito repetições por tratamento.

5.3 Tratamentos experimentais

Os tratamentos experimentais são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Distribuição dos tratamentos experimentais

Definição	Variáveis experimentais
Tratamento 1	Dieta farelada com redução de níveis nutricionais sem protease ¹
Tratamento 2	Dieta farelada com redução de níveis nutricionais com protease
Tratamento 3	Dieta farelada segundo Rostagno et al. ² sem protease
Tratamento 4	Dieta farelada segundo Rostagno et al. com protease
Tratamento 5	Dieta peletizada com redução de níveis nutricionais sem protease
Tratamento 6	Dieta peletizada com redução de níveis nutricionais com protease
Tratamento 7	Dieta peletizada segundo Rostagno et al. sem protease
Tratamento 8	Dieta peletizada segundo Rostagno et al. com protease

¹Adição de 200 g/ton de ração de protease comercial.

²Recomendações nutricionais segundo as tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de Rostagno et al. (2011).

5.4 Rações experimentais

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja. As dietas sem redução de níveis nutricionais foram formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011). Para as dietas com níveis reduzidos de nutrientes, foi realizada redução de 4%, como média da redução sugerida pelo fabricante, na proteína bruta e aminoácidos (lisina, metionina e treonina) em relação às recomendações de Rostagno et al. (2011). O programa de alimentação foi dividido nas seguintes fases: pré-inicial- 1 a 7 dias (Tabela 1), inicial – 8 a 21 dias (Tabela 2), crescimento - 22 a 35 dias (Tabela 3) e final - 36 a 42 dias (Tabela 4). As rações correspondentes aos tratamentos T5, T6, T7 e T8 foram peletizadas à temperatura de 80°C (Figura 1).

A protease comercial utilizada é produzida por fermentação de *Bacillus licheniformis* contendo genes transcritos de *Nocardiaopsis prasina*. O produto contém 75.000 unidades de protease (PROT/g). Uma unidade de atividade (PROT) é definido como a quantidade de enzima que libera 1µmol de p-nitroanilida a partir de 1µM de substrato (N-Succinil-Ala-Ala-Pro-Phe-P-Nitroanilida) por minuto a um pH 9,0 e temperatura de 37°C (GLITSØ et al., 2012).

Figura 1 - Peletizadora utilizada na fábrica de rações

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase pré-inicial (1 a 7 dias) de acordo com os tratamentos experimentais

Ingredientes (%)	Nível Nutricional			
	Redução em 4% de PB e aminoácidos		Rostagno et al. (2011)	
	Sem protease	Com protease	Sem protease	Com protease
Milho moído	60,07	60,07	57,07	57,07
Farelo de soja 45%	34,53	34,53	37,03	37,03
Fosfato bicálcico	1,93	1,93	1,91	1,91
Calcário calcítico	0,81	0,81	0,81	0,81
DL-Metionina	0,34	0,34	0,36	0,36
L-Lisina	0,35	0,35	0,35	0,35
L-Treonina	0,13	0,13	0,14	0,14
Óleo de soja	0,96	0,96	1,46	1,46
Sal Comum	0,45	0,45	0,45	0,45
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Protease	0,00	0,02	0,00	0,02
Inerte	0,02	0,00	0,02	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (kcal/kg)	2.960	2.960	2.960	2.960
PB (%)	21,50	21,50	22,40	22,40
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47
Metionina (%)	0,63	0,63	0,66	0,66
Metionina + Cistina (%)	0,91	0,91	0,95	0,95
Lisina (%)	1,27	1,27	1,32	1,32
Treonina (%)	0,83	0,83	0,86	0,86
Potássio (%)	0,82	0,82	0,85	0,85
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Cloro	0,30	0,30	0,30	0,30

¹Suplemento vitamínico e mineral para fase inicial. Níveis de garantia de nutrientes: Vitamina A (min.) 1.750.000 UI/kg; Vitamina D3 (min) 550.000 UI/kg; Vitamina E (min) 2.750 UI/kg; Vitamina K3 (min) 400 mg/kg; Vitamina B1 (min) 500 mg/kg; Vitamina B2 (min) 1.250 mg/kg; Vitamina B6 (min) 750 mg/kg; Vitamina B12 (min) 123.000 mcg/kg; Niacina (min) 8.750 mg/Kg; Colina (min) 82,100 g/kg; Ácido Pantotênico (min) 3.250 mg/kg; Ácido Fólico (min) 200 mg/kg; Cobre (min) 24.050 g/kg; Ferro (min) 12.500 g/kg; Manganês (min) 17.500 g/kg; Zinco (min) 12.500 g/kg; Iodo (min) 300 mg/kg; Selênio (min) 50 mg/kg. Haquinol 7.500 mg/kg; Monensina 25 g/kg.

Tabela 2 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase inicial (8 a 21 dias) de acordo com os tratamentos experimentais

Ingredientes (%)	Nível Nutricional			
	Redução em 4% de PB e aminoácidos		Rostagno et al. (2011)	
	Sem protease	Com protease	Sem protease	Com protease
Milho moído	62,40	62,40	59,53	59,53
Farelo de soja 45%	31,76	31,76	34,16	34,16
Fosfato bicálcico	1,57	1,57	1,56	1,56
Calcário calcítico	0,86	0,86	0,85	0,85
DL-Metionina	0,29	0,29	0,31	0,31
L-Lisina	0,31	0,31	0,30	0,30
L-Treonina	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de soja	1,86	1,86	2,35	2,35
Sal Comum	0,43	0,43	0,43	0,43
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Protease	0,00	0,02	0,00	0,02
Inerte	0,02	0,00	0,02	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050
PB (%)	20,35	20,35	21,20	21,20
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40
Metionina (%)	0,57	0,57	0,60	0,60
Metionina + Cistina (%)	0,84	0,84	0,88	0,88
Lisina (%)	1,17	1,17	1,22	1,22
Treonina (%)	0,76	0,76	0,79	0,79
Potássio (%)	0,77	0,77	0,81	0,81
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Cloro	0,29	0,29	0,29	0,29

¹Suplemento vitamínico e mineral para fase inicial. Níveis de garantia de nutrientes: Vitamina A (min.) 1.750.000 UI/kg; Vitamina D3 (min) 550.000 UI/kg; Vitamina E (min) 2.750 UI/kg; Vitamina K3 (min) 400 mg/kg; Vitamina B1 (min) 500 mg/kg; Vitamina B2 (min) 1.250 mg/kg; Vitamina B6 (min) 750 mg/kg; Vitamina B12 (min) 123.000 mcg/kg; Niacina (min) 8.750 mg/Kg; Colina (min) 82,100 g/kg; Ácido Pantotênico (min) 3.250 mg/kg; Ácido Fólico (min) 200 mg/kg; Cobre (min) 24.050 g/kg; Ferro (min) 12.500 g/kg; Manganês (min) 17.500 g/kg; Zinco (min) 12.500 g/kg; Iodo (min) 300 mg/kg; Selênio (min) 50 mg/kg. Haquinol 7.500 mg/kg; Monensina 25 g/kg.

Tabela 3 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase crescimento (22 a 35 dias) de acordo com os tratamentos experimentais

Ingredientes (%)	Nível Nutricional			
	Redução em 4% de PB e aminoácidos		Rostagno et al. (2011)	
	Sem protease	Com protease	Sem protease	Com protease
Milho moído	65,20	65,20	62,52	62,52
Farelo de soja 45%	28,32	28,32	30,57	30,57
Fosfato bicálcico	1,34	1,34	1,33	1,33
Calcário calcítico	0,82	0,82	0,81	0,81
DL-Metionina	0,27	0,27	0,29	0,29
L-Lisina	0,30	0,30	0,30	0,30
L-Treonina	0,10	0,10	0,09	0,09
Óleo de soja	2,81	2,81	3,27	3,27
Sal Comum	0,41	0,41	0,40	0,40
Premix vitamínico mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Protease	0,00	0,02	0,00	0,02
Inerte	0,02	0,00	0,02	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150
PB (%)	19,00	19,00	19,80	19,80
Cálcio (%)	0,76	0,76	0,76	0,76
Fósforo disponível (%)	0,34	0,34	0,35	0,35
Metionina (%)	0,54	0,54	0,56	0,56
Metionina + Cistina (%)	0,80	0,80	0,83	0,83
Lisina (%)	1,08	1,08	1,13	1,13
Treonina (%)	0,71	0,71	0,74	0,74
Potássio (%)	0,72	0,72	0,75	0,75
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro	0,28	0,28	0,28	0,28

¹Suplemento vitamínico e mineral para fase de crescimento. Níveis de garantia de nutrientes: Vitamina A (min) 1.500.000 UI/kg; Vitamina D3 (min) 500.000 UI/kg; Vitamina E (min) 2.500 UI/kg; Vitamina K3 (min) 400 mg/kg; Vitamina B1 (min) 350 mg/kg; Vitamina B2 (min) 1.000 mg/kg; Vitamina B6 (min) 500 mg/kg; Vitamina B12 (min) 2.500 mcg/kg; Niacina (min) 7.500 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 2.750 mg/kg; Ácido Fólico (min) 150 mg/kg; Colina (min) 60,40 g/kg; Cobre (min) 24,95 g/kg; Ferro (min) 1.250 g/kg; Manganês (min) 17,50 g/kg; Zinco (min) 12,50 g/kg; Iodo (min) 300 mg/kg; Selênio (min) 50 mg/kg. Haquinol 7.500 mg/kg; Salinomicina 15g/kg.

Tabela 4 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para a fase final (36 a 42 dias) de acordo com os tratamentos experimentais

Ingredientes (%)	Nível Nutricional			
	Redução em 4% de PB e aminoácidos		Rostagno et al. (2011)	
	Sem protease	Com protease	Sem protease	Com protease
Milho moído	69,29	69,29	66,81	66,81
Farelo de soja 45%	24,59	24,59	26,66	26,66
Fosfato bicálcico	1,12	1,12	1,11	1,11
Calcário calcítico	0,75	0,75	0,74	0,74
DL-Metionina	0,24	0,24	0,26	0,26
L-Lisina	0,33	0,33	0,32	0,32
L-Treonina	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de soja	2,77	2,77	3,19	3,19
Sal Comum	0,40	0,40	0,40	0,40
Premix vitamínico mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Protease	0,00	0,02	0,00	0,02
Inerte	0,02	0,00	0,02	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200
PB (%)	17,66	17,66	18,40	18,40
Cálcio (%)	0,66	0,66	0,66	0,66
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31
Metionina (%)	0,49	0,49	0,52	0,52
Metionina + Cistina (%)	0,74	0,74	0,77	0,77
Lisina (%)	1,02	1,02	1,06	1,06
Treonina (%)	0,66	0,66	0,69	0,69
Potássio (%)	0,66	0,66	0,69	0,69
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro	0,27	0,27	0,27	0,27

¹Suplemento vitamínico e mineral para fase final. Níveis de garantia de nutrientes: Vitamina A (min) 1.250.000 UI/Kg; Vitamina D3 (min) 250.000 UI/kg; Vitamina E (min) 2.000 UI/kg; Vitamina K3 (min) 400 mg/kg; Vitamina B2 (min) 500 mg/kg; Vitamina B12 (min) 1.250 mcg/kg; Niacina (min) 5.000 g/kg; Ácido Pantotênico (min) 2.250 mg/kg; Colina (min) 31.900 g/kg; Ferro (min) 12.500 g/kg; Manganês (min) 17.500 g/kg; Zinco (min) 12.500 g/kg; Cobre (min) 2.000 mg/kg; Iodo (min) 300 mg/kg; Virginiamicina 2.500 mg/kg.

5.5 Instalações

As aves foram criadas em galpão experimental convencional (Figuras 2 e 3), com piso revestido por palha de arroz e alojadas em instalação com sistema de ventilação de pressão positiva dividido em 100 boxes de 1,20m².

Figura 2 - Vista externa do galpão experimental da FMVZ/USP

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

Figura 3 - Vista interna do galpão experimental da FMVZ/USP

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

5.6 Manejo das aves

Foram utilizados 768 pintos de corte da linhagem *Cobb 500* adquiridos em um incubatório comercial, previamente vacinados contra *Gumboro*, *Marek* e *Bouba* aviária, com idade inicial de um dia (Figura 4). As aves foram distribuídas em 64 boxes, com 12 aves por unidade experimental, em uma densidade de 10 aves/m². O programa de luz utilizado durante a criação foi acordo com a recomendação do manual da linhagem.

Figura 4 - Aves ao 1º dia de idade

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

Figura 5 - Aves aos 35 dias de idade

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

O fornecimento de água e ração foi realizado *ad libitum*. As aves receberam ração através de comedouros tubulares infantis durante a primeira semana, posteriormente substituídos por comedouros tubulares definitivos, e o fornecimento de água foi realizado por meio de bebedouros tipo *nipple*.

Para o aquecimento inicial das aves, foram utilizadas campânulas com lâmpadas de infravermelho. Para as fases posteriores de criação (Figura 5), o controle da temperatura e ventilação foi realizado através do manejo de cortinas e ventiladores. Diariamente, foram aferidas as temperaturas máxima, mínima e instantânea, bem como a umidade relativa do ar.

5.7 Características avaliadas

As características avaliadas na presente pesquisa são descritas abaixo.

5.7.1 Desempenho zootécnico

No experimento foram avaliadas características de desempenho, sendo: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras, pesadas no início e ao final de cada mudança de ração. Para a determinação dos valores de ganho de peso, as aves foram pesadas no dia do alojamento, aos 21 dias e aos 42 dias de idade. A conversão alimentar foi calculada por meio da divisão do consumo de ração acumulado pelo ganho de peso no período e ajustando-se os dados pela pesagem das sobras de ração e das aves mortas.

5.7.2 Determinação da atividade enzimática pancreática

Aos 42 dias de idade, após 12 horas de jejum alimentar, foram tomadas casualmente cinco aves por tratamento as quais foram abatidas para retirada do pâncreas que foi pesado e rapidamente congelado em nitrogênio líquido a -80°C para posterior análise de atividades enzimáticas da tripsina e quimotripsina. Para obtenção de enzimas e proenzimas avaliadas, o pâncreas foi descongelado e homogeneizado em um homogeneizador OMNI GLH (Figura 6) por três pulsos de trinta segundos, utilizando-se o tampão Tris-HCl 50 mM, pH 8,00 contendo CaCl_2 50 mM à proporção de 1/20 (peso/volume). O extrato bruto foi centrifugado a 14.000 g durante 30 minutos sob refrigeração de 4°C , filtrado à lã de vidro, alíquotado (Figura 7), armazenado à -20°C e utilizado posteriormente para a determinação da atividade enzimática da tripsina e quimotripsina.

A atividade da tripsina foi determinada segundo Kakade, Simons e Liener (1974). A ativação do tripsinogênio foi efetuado em tampão Tris-HCl 50 mM contendo CaCl_2 50 mM e pH 8,0. O extrato do pâncreas da amostra testada foi incubado a 37°C em cada dosagem, durante 30 minutos, com igual volume de enteroquinase (4,5 unidades SIGMA). Após 30 minutos de incubação, uma alíquota de 0,4 ml do meio de reação obtido foi utilizada. Após a ativação do tripsinogênio, a

atividade da tripsina foi determinada descontinuamente a 37°C. A reação foi iniciada pela adição do substrato N-benzoil-DL-arginina-para-nitroanilida (BAPNA®) ao meio de reação. Após cinco minutos, a reação foi interrompida pela adição de 0,2 ml de ácido acético 30% (v/v). Após centrifugação (microcentrífuga Spin) a p-nitroanilida liberada foi determinada em 410 nm. Foram incluídos controles sem adição de enzima, para se estimar a hidrólise espontânea do substrato. As determinações foram feitas em triplicatas. Uma unidade (U) de enzima foi definida como 1 nmol de p-nitroanilida liberada por minuto/mg de proteína.

Para dosagem da atividade da quimotripsina, foi utilizado o N-glutaril-L-felilalanina-p-nitroanilida (GAPNA), segundo metodologia de Erlanger, Edel e Cooper (1966). A reação foi iniciada pela adição de substrato ao meio de reação. Após 10 minutos, a reação foi interrompida pela adição de 0,2 ml de ácido acético 30 % (v/v) e centrifugada em uma microcentrífuga SPIN I durante 5 minutos. A p-nitroanilida liberada no sobrenadante foi determinada em 410 nm ($\epsilon_{410\text{ nm}}=8.800\text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$).

Figura 6 - Homogeneização do material coletado

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2014).

Figura 7 - Pipetagem do material homogeneizado

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2014).

5.7.3 Análise de rendimento de carcaça e cortes

Aos 43 dias de idade, foram abatidas duas aves por repetição (Figura 8), as quais passaram por um período de jejum de oito horas e foram pesadas anteriormente ao abate.

5.7.3.1 *Rendimento de carcaça*

O rendimento de carcaça (Figura 9) foi obtido pelo peso das carcaças sem pés, pescoço, cabeça e vísceras em relação ao peso vivo da ave antes do abate.

5.7.3.2 *Rendimento de cortes*

O rendimento de cortes (Figura 10) foi determinado pelo peso do peito e pernas (coxa e sobrecoxa) em relação ao peso da carcaça, segundo metodologia descrita por Mendes (1990).

Figura 8 - Procedimento de abate das aves para obtenção de características de carcaça

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

Figura 9 - Pesagem de carcaça das aves

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

Figura 10 - Pesagem de cortes

Foto: (OLIVEIRA, R. F. de, 2013).

5.7.4 Análise econômica

No estudo econômico, foram avaliados o custo da ração, da receita bruta, do lucro operacional, do índice de lucratividade e o custo final/ave, segundo método descrito por Lana (2000).

Os indicadores de lucratividade utilizados neste estudo foram os considerados por Martin et al. (1997): a receita bruta, que se constitui na multiplicação do quilograma total obtido por tratamento pelo preço unitário médio do frango pago aos produtores; o lucro operacional, referente à diferença entre a receita bruta e o custo total de produção, e o índice de lucratividade, que se refere à proporção da receita bruta, que se constitui em recursos disponíveis, em relação à receita líquida obtida.

A avaliação econômica da inclusão de protease em função das formas físicas da ração se baseou nos dados de desempenho dos animais durante o período experimental. O custo de cada dieta experimental foi calculado de acordo com os preços dos ingredientes, baseados na cotação do mês de março de 2014, período em que foi realizada a análise econômica. Os preços dos ingredientes por quilograma utilizados na elaboração dos custos da ração foram: milho, R\$ 0,552; farelo de soja 45%, R\$ 0,914; óleo de soja, R\$ 2,600; fosfato bicálcico, R\$ 1,850; calcário calcítico, R\$ 0,200; L-lisina, R\$ 6,550; DL-metionina R\$ 12,500; L-treonina, R\$ 6,600; sal comum, R\$ 0,450; suplemento vitamínico-mineral para as fases pré-inicial e inicial, R\$ 11,800; suplemento vitamínico-mineral para a fase de crescimento, R\$ 10,800; suplemento vitamínico-mineral para a fase final, R\$ 6,900; inerte, R\$ 0,150 e protease comercial, R\$ 54,050. O preço médio da peletização por tonelada de ração foi de R\$ 8,000.

Para o valor inicial da ave, foi utilizado o preço unitário do pinto de um dia. O valor final recebido por cada ave foi obtido por meio do produto entre o peso bruto final da ave e o preço médio do kg do frango vivo.

5.7.5 Análise estatística

Os dados obtidos no experimento foram tabulados e analisados com o auxílio

do pacote estatístico SAS (2012). Primeiramente foi testada a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias. Posteriormente, foi realizada análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade. Os dados de adição ou não de protease, forma física da ração e níveis nutricionais foram comparados pelo teste F.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão referentes ao presente estudo são descritos abaixo.

6.1 Desempenho zootécnico

Os resultados de desempenho zootécnico são descrito abaixo, de acordo com os períodos avaliados.

6.1.1 Peso inicial das aves

O peso médio inicial das aves foi de 46,89 g. Não foi detectada diferença estatística entre as médias de peso inicial entre tratamentos através da análise de variância realizada.

6.1.2 Desempenho aos 21 dias de idade

Abaixo são apresentados os resultados de desempenho zootécnico das aves aos 21 dias de idade (Tabela 5).

Tabela 5 - Peso médio final (PMF), ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CRM) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 21 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease e com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados

Tratamentos		Variáveis			
		PMF (kg)	GPM (kg)	CRM (kg)	CA (kg:kg)
Forma Física	Farelada	0,853 ^b	0,806 ^b	1,068 ^b	1,24 ^a
	Peletizada	0,951 ^a	0,905 ^a	1,115 ^a	1,17 ^b
Protease	Sem	0,892	0,846	1,030	1,21
	Com	0,912	0,865	1,043	1,20
Nível Nutricional	Reduzido ¹	0,893	0,846	1,022	1,21
	Recomenda do	0,912	0,865	1,050	1,20
Média		0,902	0,855	1,054	1,20
EPM ²		0,008	0,008	0,007	0,008
Fatores		Valor de P			
Forma Física		<0,0001*	<0,0001*	0,0001*	<0,0001*
Protease		0,2138	0,2114	0,3435	0,6376
Nível Nutricional		0,2414	0,2436	0,0529	0,8175
F. Física*Protease		0,4716	0,4723	0,0048*	0,0035*
F. Física*N Nutricional		0,9920	0,9893	0,7264	0,3012
Protease*N. Nutricional		0,4514	0,4519	0,8934	0,3727
F.Física*Protease*N.Nutricional		0,1165	0,1255	0,5377	0,3168

¹Redução em 4% de Proteína Bruta e aminoácidos em relação às exigências nutricionais descritas por Rostagno et al.(2011).

²Erro Padrão da Média.

Letras diferentes (a,b) na mesma coluna, dentro de cada fator (Forma Física, Protease e Nível Nutricional) diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

Abaixo são apresentados os resultados de consumo de ração (Tabela 6) e conversão alimentar (Tabela 7) em relação aos fatores forma física da ração e adição de protease para o período de 1 a 21 dias de idade.

Tabela 6 - Consumo de ração (CRM) de frangos de corte de 21 dias de idade, de acordo com a presença de protease e da forma física da ração

Consumo de Ração (Kg)		Forma Física	
		Farelada	Peletizada
Protease	Não	1.093A	1.115
	Sim	1.043Bb	1.115a
Média		1,068	1,115
EPM ¹		0.011	0,000

¹Erro Padrão da Média.

Letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

Tabela 7 - Conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 21 dias de idade, de acordo com a presença de protease e da forma física da ração

Conversão Alimentar (kg:kg)		Forma Física	
Protease	Não	Farelada	Peletizada
	Sim		
		1,22	1,19
		1,26a	1,15b
	Média	1,24	1,17
	EPM¹	0,011	0,009

¹Erro Padrão da Média.

Letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

De acordo com os resultados obtidos para o período acumulado de 1 a 21 dias de idade, houve efeito da forma física da ração sobre todas as variáveis, em que aves alimentadas com rações peletizadas apresentaram melhor desempenho zootécnico em comparação àquelas alimentadas com rações fareladas. Foi verificado efeito de interação entre a forma física da ração e adição de protease sobre as variáveis de consumo de ração (CRM) e conversão alimentar (CA).

Pode-se verificar na tabela 7 que aves alimentadas com rações peletizadas apresentaram melhor conversão alimentar em comparação às aves que receberam rações fareladas, com a adição de protease nas dietas.

6.1.3 Desempenho aos 42 dias de idade

Abaixo são apresentados os resultados de desempenho zootécnico das aves aos 42 dias de idade (Tabela 8).

Tabela 8 - Peso médio final (PMF), ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CRM) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 42 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease e com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados

Tratamentos		Variáveis			
		PMF (kg)	GPM (kg)	CRM (kg)	CA (kg:kg)
Forma Física	Farelada	2,75 ^b	2,70 ^b	4,880 ^b	1,87 ^a
	Peletizada	2,87 ^a	2,82 ^a	5,350 ^a	1,75 ^b
Protease	Sem	2,80	2,75	5,104	1,81
	Com	2,82	2,77	5,106	1,80
Nível Nutricional	Reduzido¹	2,77	2,73	5,220	1,86 ^a
	Recomenda do	2,85	2,80	5,012	1,76 ^b
Média		2,81	2,6	5,105	1,81
EPM²		0,022	0,022	0,057	0,022
Fatores		Valor de P			
Forma Física		0,0069*	0,0068*	<0,0001*	0,0047*
Protease		0,6880	0,6893	0,9870	0,5783
Nível Nutricional		0,1000	0,1002	0,0698	0,0156*
F. Física*Protease		0,6323	0,6326	0,2791	0,1952
F. Física*N Nutricional		0,3530	0,3493	0,1225	0,4922
Protease*N. Nutricional		0,4142	0,4142	0,5922	0,5783
F.Física*Protease*N.Nutricional		0,8416	0,8375	0,1498	0,1156

¹Redução em 4% de Proteína Bruta e aminoácidos em relação às exigências nutricionais descritas por Rostagno et al.(2011).

²Erro Padrão da Média.

Letras diferentes (a,b) na mesma coluna, dentro de cada fator (Forma Física, Protease e Nível Nutricional) diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

De acordo com os resultados obtidos para o período acumulado de 1 a 42 dias de idade, houve efeito da forma física da ração sobre todas as variáveis, em que aves alimentadas com rações peletizadas apresentaram maior desempenho zootécnico em comparação àquelas alimentadas com rações fareladas. Foi verificado efeito dos níveis nutricionais sobre a conversão alimentar, em que aves alimentadas com dietas formuladas segundo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011), apresentaram melhor resultado desta variável.

6.1.4 Efeitos da forma física da ração

Os melhores índices de desempenho zootécnico de aves alimentadas com rações peletizadas podem ser explicados pelos efeitos da peletização, que segundo

Silveira et al. (2010), favorecem melhora na digestibilidade e absorção dos nutrientes da dieta. Em rações peletizadas, a digestibilidade dos carboidratos é melhorada devido à desagregação dos grânulos de amilose e amilopectina, facilitando a ação enzimática (MORAN, 1987). Com relação à proteína, o processo de peletização promove alteração das estruturas terciárias, facilitando a digestão destes nutrientes (VARGAS et al., 2001). Segundo Andrews (1991), a peletização também promove aumento do valor energético dos nutrientes.

O melhor resultado de conversão alimentar das aves alimentadas com rações peletizadas contendo protease sugere, indiretamente, que não foi verificado efeito prejudicial do processo de peletização sobre a atividade da enzima adicionada à dieta.

Na presente pesquisa, a temperatura utilizada no processo de peletização (80°C) aparentemente causou pouco ou nenhum efeito de desnaturação enzimática da protease adicionada às rações, por meio da observação dos resultados de desempenho zootécnico. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que o produto enzimático avaliado possui a característica de termoestabilidade. Este fator poderia explicar a melhor conversão alimentar das aves que receberam protease em rações peletizadas, efeito que pode ser observado na tabela 7.

No entanto, para melhor avaliação dos efeitos do processo de peletização sobre enzimas exógenas, são necessárias futuras pesquisas com o objetivo de avaliar a taxa de recuperação de enzimas termoestáveis, a fim de obter resultados mais precisos, levando em consideração a temperatura do processamento térmico.

O maior consumo de ração por aves que receberam ração peletizada no presente experimento, estão de acordo com Vargas et al. (2001), que observaram que frangos de corte machos com idade entre 36 e 42 dias alimentados com ração peletizada apresentaram maior consumo em comparação às aves alimentadas com ração farelada.

Da mesma forma, Souza (2005) verificou que o fornecimento de ração peletizada a base de milho e farelo de soja, promoveu melhor ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte, no período de 1 a 42 dias de idade, em relação à utilização de rações fareladas.

Para a variável de conversão alimentar nos dois períodos avaliados, os resultados são semelhantes aos encontrados por Silveira et al. (2010), que concluíram que frangos alimentados com rações peletizadas apresentaram melhor

conversão alimentar em comparação às aves que receberam ração farelada, independentemente da adição de complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase). Da mesma forma em que os resultados da presente pesquisa foram encontrados, este efeito pode ser explicado pela maior digestibilidade, com consequente melhora na absorção dos nutrientes da dieta, promovidas pelo processo de peletização.

Por outro lado, Lara, Baião e Rocha (2008), verificaram que não houve efeito da utilização de rações fareladas e peletizadas sobre a conversão alimentar de frangos de corte de um a 45 dias de idade, porém houve maior consumo de ração por aves que receberam rações peletizadas.

Alguns estudos indicam que o processo de peletização pode afetar a composição estrutural e, consequentemente a atividade de enzimas adicionadas às dietas. Souza (2005) relatou que a suplementação de enzimas em rações peletizadas sofre influência do processo de desnaturação enzimática, como resultado das elevadas temperaturas utilizadas no processamento térmico.

No entanto, Silveira et al. (2010) avaliaram os efeitos do processo de peletização sobre a atividade enzimática de dietas contendo complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase) e concluíram que a peletização das dietas na temperatura de 75°C não causa efeito deletério na atividade enzimática do complexo enzimático utilizado.

6.1.5 Efeitos da adição de protease

Nas condições em que este experimento foi realizado, não foi verificado efeito principal do fator protease sobre os índices zootécnicos. Segundo Angel et al. (2011), efeitos de proteases exógenas adicionadas às dietas de frangos de corte sobre o desempenho zootécnico são geralmente inconsistentes na literatura. Diferenças entre o tipo de protease testada, dos diferentes delineamentos experimentais utilizados, e principalmente dos nutrientes presentes nas dietas de controle negativo e da utilização de complexos enzimáticos ao invés do emprego de enzimas isoladas, podem explicar parcialmente os resultados conflitantes e variáveis relatados por trabalhos anteriores (MCNAB et al., 1996; MARSMAN et al., 1997; ZANELLA et al.,

1999; GHAZI et al., 2002; PINHEIRO et al., 2004; OLUKOSI; COWIESON; ADEOLA, 2007; COWIESON; RAVINDRAN, 2008; WALK et al., 2011).

Os resultados de ganho de peso das aves, em relação ao fator protease, estão de acordo com Angel et al. (2011), que observaram que adições de protease em níveis de 100, 200, 400 e 800 mg/kg de ração, em dietas com níveis reduzidos de proteína, resultaram em ganhos de peso semelhantes ao tratamento controle positivo utilizado.

Da mesma forma, Maiorka et al. (2009) não verificaram diferenças significativas no peso corporal entre aves que não receberam protease nas dietas, e frangos de corte alimentados com a enzima (200 g/ton de ração).

Entretanto, Fidelis et al. (2010) observaram que a suplementação enzimática com protease (200 g/ton de ração) proporcionou melhora sobre o ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte machos de 21 dias de idade.

Os resultados encontrados de consumo de ração são condizentes com os encontrados por Angel et al. (2011), que não verificaram efeito da adição de diferentes doses de protease sobre o consumo de ração em frangos de corte de 7 a 22 dias de idade.

Os resultados de conversão alimentar são contrários aos encontrados por Freitas et al. (2011), que observaram que a suplementação enzimática com protease em dietas a base de milho, soja e farinha de carne e ossos, promoveu melhora nos índices de conversão alimentar, porém, não exerceu influência sobre as demais variáveis de desempenho.

Os resultados de conversão alimentar também discordam de Maiorka et al. (2009) que verificaram que a conversão alimentar foi significativamente melhorada em aves alimentadas com dietas suplementadas com enzima, em relação aos frangos que receberam tratamento controle.

Da mesma forma, Favero et al. (2009) verificou que a suplementação de protease (200 g/ton de ração) melhorou o desempenho de frangos de corte criados até os 42 dias de idade, com melhora significativa sobre a conversão alimentar.

6.1.6 Efeitos dos níveis nutricionais

Os melhores índices de conversão alimentar de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, alimentados com rações sem redução de proteína e aminoácidos, podem ser explicados pela maior quantidade de proteína e aminoácidos disponíveis nestas dietas para absorção, refletindo em maior deposição destes nutrientes no organismo animal.

Os resultados encontrados em relação aos níveis nutricionais, para o período de 42 dias de idade, estão de acordo com Pucci et al. (2010), que verificaram que o nível nutricional de 100% em relação às recomendações de Rostagno, Albino e Donzele (2005) promoveu melhor conversão alimentar de frangos de corte em relação ao nível de 95% das recomendações, porém, sem diferenças no consumo de ração e ganho de peso.

Estes resultados também estão de acordo com Kooling, Kessler e Ribeiro (2005), que verificaram que a redução de 2% e 12% de proteína bruta e aminoácidos, respectivamente, em dietas isoenergéticas nas fases inicial e de crescimento de frangos de corte, provocou redução no desempenho dos animais. Segundo estes autores, as aves foram mais sensíveis à deficiência de aminoácidos e proteína durante a fase inicial de criação.

6.1.7 Efeitos de interação entre forma física da ração e adição de protease

O efeito de interação observado na presente pesquisa pode ser decorrente do sinergismo resultante da combinação entre os efeitos da protease e da forma física da ração, que, segundo Soto-Salanova et al. (1996), melhora o valor nutricional do alimento por meio da hidrólise de alguns tipos de proteínas resistentes ao processo digestivo, e acarreta em aumento no consumo de ração (CALET, 1965) e na energia líquida de produção (NIR et al., 1994).

A partir dos resultados observados na tabela 7, pode-se inferir que o processo de peletização promoveu efeito sobre a conversão alimentar somente em dietas contendo protease.

Os efeitos de interação entre forma física da ração e adição de protease aos 21 dias de idade, para as variáveis de consumo de ração e conversão alimentar

(Tabelas 6 e 7, respectivamente), discordam parcialmente de Pucci et al. (2010), que não verificaram este tipo interação ao avaliarem o desempenho de frangos de corte alimentados com rações fareladas ou trituradas, com a presença ou não de complexo enzimático (amilase, celulase e protease) e com os níveis de 95% ou 100% das recomendações nutricionais de Rostagno, Albino e Donzele (2005). Porém, estes autores verificaram interação significativa entre os níveis nutricionais e forma física da ração para a variável de conversão alimentar.

6.2 Rendimento de carcaça e cortes

Abaixo são apresentados os resultados de rendimento de carcaça e cortes das aves aos 43 dias de idade (Tabela 9).

Tabela 9 - Rendimentos de carcaça, peito e pernas de frangos de corte de 43 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease, com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados

Tratamentos		Rendimentos (%)		
		Carcaça	Peito	Pernas
Forma Física	Farelada	72,91	31,35	32,93
	Peletizada	73,16	30,98	33,37
Protease	Sem	73,15	31,00	33,19
	Com	72,91	31,31	33,12
Nível Nutricional	Reduzido ¹	72,92	30,85	33,46
	Recomendado	73,14	31,46	32,85
Média		73,03	31,15	33,16
EPM ²		0,105	0,191	0,161
Fatores		Valor de P		
Forma Física		0,2503	0,3739	0,1844
Protease		0,2475	0,4168	0,7835
Nível Nutricional		0,2714	0,1535	0,0589
F. Física*Protease		0,9021	0,0108*	0,1521
F. Física*N Nutricional		0,1976	0,6230	0,5730
Protease*N. Nutricional		0,0172*	0,5301	0,4844
F.Física*Protease*N.Nutricional		0,3969	0,7595	0,2078

¹Redução em 4% de Proteína Bruta e aminoácidos em relação às exigências nutricionais descritas por Rostagno et al.(2011).

²Erro Padrão da Média.

Letras diferentes (a,b) na mesma coluna, dentro de cada fator (Forma Física, Protease e Nível Nutricional) diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

Abaixo são apresentados os resultados de rendimento de carcaça, em relação aos fatores nível nutricional e adição de protease (Tabela 10), e rendimento de peito, em relação aos fatores forma física da ração e adição de protease (Tabela 11), de frangos de corte aos 43 dias de idade.

Tabela 10 - Rendimento de carcaça de frangos de corte de 43 dias de idade, de acordo com a presença de protease e de diferentes níveis nutricionais

Rendimento de carcaça (%)		Nível nutricional	
		Reduzido ¹	Recomendado
Protease	Não	73,09	73,11
	Sim	72,74b	73,17a
Média		72,92	73,14
EPM ²		0,148	0,149

¹Redução em 4% de Proteína Bruta e aminoácidos em relação às exigências nutricionais descritas por Rostagno et al.(2011).

²Erro Padrão da Média.

Letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

Tabela 11 - Rendimento de peito de frangos de corte de 43 dias de idade, de acordo com a presença de protease e da forma física da ração

Rendimento de peito (%)		Forma Física	
		Farelada	Peletizada
Protease	Não	31,67	30,32
	Sim	30,96	31,58
Média		31,35	30,98
EPM ¹		0,266	0,273

¹Erro Padrão da Média.

Letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

De acordo com os resultados obtidos, não houve efeito principal dos fatores sobre o rendimento de carcaça, peito e pernas das aves. Foi verificada interação significativa entre a adição de protease e os níveis nutricionais das dietas sobre a variável de rendimento de carcaça. Também foi verificada interação entre as formas físicas da ração e adição de protease para a variável de rendimento de peito.

6.2.1 Efeitos da forma física da ração

Os resultados obtidos de rendimento de carcaça, em relação ao fator forma física da ração, estão de acordo com Lecznieski et al. (2001), que não verificaram efeito das formas fareladas e peletizadas das rações sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. Porém, de modo contrário aos resultados verificados na presente pesquisa, estes mesmos autores observaram que houve aumento no rendimento de peito de frangos de corte que receberam ração farelada, em comparação ao grupo alimentado com ração peletizada.

Resultados diferentes foram encontrados por Souza et al. (2008), que relataram que frangos de corte alimentados com ração peletizada apresentaram maior rendimento de carcaça em comparação às aves que receberam ração farelada. Porém, estes mesmos autores não verificaram efeito das diferentes formas físicas da ração sobre os rendimentos de peito, coxa e sobrecoxa.

6.2.2 Efeitos da adição de protease

Os resultados obtidos para os rendimentos de carcaça e cortes, ao analisar-se o fator adição de protease, estão de acordo com Freitas et al. (2011), que verificaram que a adição de níveis de protease de 0, 100, 200, 400, 800, and 1,600 mg/Kg de ração não exerceu efeito sobre os rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa.

Da mesma forma, Pucci et al. (2010) observaram que a adição de complexo enzimático (amilase, celulase e protease) em dietas trituradas ou fareladas, com nível nutricional de 95% ou 100% das recomendações de Rostagno, Albino e Donzele (2005), não resultou em efeito sobre os rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa, e porcentagem de gordura abdominal em frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Resultados semelhantes foram relatados por Carvalho et al. (2009), que avaliaram dietas suplementadas com complexo enzimático para frangos de corte até os 42 dias de idade, e não observaram efeito das enzimas para os rendimentos de carcaça e peito e na porcentagem de gordura abdominal.

Zanella et al. (1999) e Torres et al. (2003), verificaram que a utilização de complexos enzimáticos não resultou em efeitos sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte.

6.2.3 Efeitos dos níveis nutricionais

Os resultados obtidos de rendimento de carcaça, em relação aos níveis nutricionais, discordam de Lisboa et al. (1999), que avaliaram os níveis de 18,00; 19,50; e 21,00% de proteína bruta em dietas isoenergéticas para frangos de corte, e verificaram que houve redução linear no rendimento de carcaça e aumento linear no rendimento de coxa, de acordo com os níveis de proteína bruta na dieta.

Estes resultados estão de acordo com Moran Jr., Bushong e Bilgili (1992), que verificaram que o nível de proteína na dieta não influenciou o rendimento de carcaça em frangos de corte.

Da mesma forma, Pucci et al. (2010) não observaram efeito dos níveis nutricionais de 95% ou 100% das recomendações nutricionais de Rostagno, Albino e Donzele (2005) sobre rendimento de carcaça, peito e pernas.

6.2.4 Efeito de interação entre adição de protease e nível nutricional

A interação verificada para a característica de rendimento de carcaça pode ser explicada parcialmente pelo nível nutricional de 100% em relação às exigências em proteína bruta e aminoácidos de Rostagno et al. (2011), que favoreceu maior aporte de aminoácidos para as aves, resultando em maior acúmulo de massa corporal. Os efeitos nutricionais da adição de protease sobre a digestibilidade explicam parte da interação observada, pois promovem melhora no valor nutricional do alimento por meio da hidrólise de proteínas que são resistentes à digestão (SOTO-SALANOVA et al., 1996). Deste modo, possivelmente houve efeito de sinergismo entre a adição de protease e o nível nutricional sem redução de PB e

aminoácidos sobre o rendimento de carcaça.

O efeito de interação observado entre adição de protease e nível nutricional para a variável de rendimento de carcaça discorda de Pucci et al. (2010) que não verificaram interação entre adição de complexo enzimático e nível nutricional (95% ou 100% em relação às recomendações de Rostagno, Albino e Donzele (2005) sobre o rendimento de carcaça e cortes.

6.2.5 Efeito de interação entre forma física da ração e adição de protease

Assim como foi observado nas variáveis de conversão alimentar e consumo de ração aos 21 dias de idade, foi verificada interação significativa entre a forma física da ração e adição de protease para a variável de rendimento de peito (Tabela 11). Este efeito pode ter explicação semelhante ao efeito de interação observado nas características de desempenho zootécnico aos 21 dias de idade. A interação observada se constitui na combinação dos efeitos da peletização, que, segundo Silveira et al. (2010), promovem melhora na digestibilidade e absorção dos nutrientes da dieta, e dos efeitos da adição de protease, que, segundo Huo et al. (1993) promove melhora na hidrólise de proteínas na presença de fatores antinutricionais, e aumentando a eficiência do aproveitamento de aminoácidos nas aves (DOSKOVIĆ et al., 2013).

6.3 Atividade enzimática pancreática

Abaixo são apresentados os resultados de atividade enzimática pancreática das aves aos 43 dias de idade (Tabela 12).

Tabela 12 - Atividade enzimática da tripsina e quimotripsina em frangos de corte de 43 dias de idade, alimentados com rações em duas formas físicas, com inclusão ou não de protease, com níveis nutricionais reduzidos ou recomendados

Tratamentos		Atividade enzimática (U/mg de proteína)	
		Tripsina	Quimotripsina
Forma Física	Farelada	20,04	12,98
	Peletizada	19,86	13,10
Protease	Sem	20,17	13,44a
	Com	19,72	12,54b
Nível Nutricional	Reduzido¹	20,77	12,54b
	Recomendado	19,04	13,54a
Média		19,95	13,04
EPM²		0,598	0,206
Fatores		Valor de P	
Forma Física		0,7820	0,8806
Protease		0,8080	0,0023*
Nível Nutricional		0,1534	0,0104*
F. Física*Protease		0,6041	0,6731
F. Física*N Nutricional		0,7700	0,0779
Protease*N. Nutricional		0,0635	0,0009*
F.Física*Protease*N.Nutricional		0,4848	0,0985

¹Redução em 4% de Proteína Bruta e aminoácidos em relação às exigências nutricionais descritas por Rostagno et al.(2011).

²Erro Padrão da Média.

Letras diferentes (a,b) na mesma coluna, dentro de cada fator (Forma Física, Protease e Nível Nutricional) diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

Abaixo são apresentados os resultados de atividade da quimotripsina, em relação aos fatores nível nutricional e adição de protease (Tabela 13), de frangos de corte aos 43 dias de idade.

Tabela 13 - Atividade enzimática da quimotripsina (U/mg de proteína) em frangos de corte de 43 dias de idade, de acordo com a presença de protease e do nível nutricional

Adição de Protease		Nível Nutricional	
		Reduzido ¹	Recomendado
Protease	Sim	12,56	12,51B
	Não	12,53b	14,45Aa
Média		12,55	13,48
EPM²		0,221	0,309

¹Redução em 4% de Proteína Bruta e aminoácidos em relação às exigências nutricionais descritas por Rostagno et al.(2011).

²Erro Padrão da Média.

Letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

De acordo com os resultados obtidos, não houve efeito principal nem interação

entre os fatores sobre a atividade enzimática da tripsina. Para a atividade da quimotripsina, houve efeito principal da adição da protease, dos níveis nutricionais, e interação entre adição de protease e os diferentes níveis nutricionais. Aves alimentadas com dietas com redução de proteína e aminoácidos, e contendo protease, apresentaram menor atividade enzimática da quimotripsina aos 43 dias de idade.

Os menores valores de atividade enzimática da quimotripsina em aves alimentadas com dietas contendo protease sugerem que uma resposta fisiológica do organismo animal pode ocorrer em função da menor necessidade da secreção endógena de proteases, em decorrência da disponibilidade de enzimas exógenas que possam suprir parcialmente o processo de digestão de proteínas e peptídeos.

A redução da atividade enzimática da quimotripsina em dietas com níveis reduzidos de proteína e aminoácidos pode ter sido resultante da menor necessidade fisiológica de secreção de enzimas endógenas devido à menor presença de proteína na dieta, em comparação com as dietas com maiores níveis protéicos.

Deste modo, a presença destes dois fatores podem ter resultado em sinergismo proporcionando maiores efeitos sobre as variáveis quando analisados de maneira conjunta.

Os resultados encontrados para atividade enzimática da quimotripsina estão de acordo com Nir (1998), que verificou redução da produção endógena desta enzima em pintos de corte de duas semanas que receberam amilase, tripsina e quimotripsina de forma exógena na dieta.

Da mesma forma Malagna et al. (1995), relataram que a suplementação de enzimas (amilase e protease) até os 14 dias de idade de frangos de corte, reduziu a atividade da quimotripsina no pâncreas e a atividade da amilase, tripsina e quimotripsina no intestino delgado.

6.4 Análise econômica

Os resultados da análise econômica dos tratamentos experimentais são apresentados abaixo (Tabela 14).

Tabela 14 - Análise econômica de acordo com os tratamentos experimentais

Variáveis	Tratamentos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Custo da ração, R\$	350,61	355,25	359,00	363,63	353,95	358,59	362,34	366,98
Outros custos ¹ , R\$	55,40	55,92	56,34	56,86	55,77	56,29	56,71	57,23
Custo total ² , R\$	406,01	411,17	415,34	420,49	409,72	414,88	419,05	424,21
Receita bruta ³ , R\$	583,70	597,59	596,25	598,66	603,55	612,29	622,80	626,97
Lucro operacional ⁴ , R\$	177,69	186,42	180,91	178,17	193,83	197,41	203,75	202,76
Índice de lucratividade ⁵ , %	30,44	31,20	30,34	29,76	32,11	32,24	32,72	32,34
Custo final/ave ⁶ , R\$	5,15	5,20	5,24	5,29	5,19	5,24	5,27	5,32

¹Pintos de um dia, desinfecção, vacinas e medicamentos, energia elétrica, gás aquecimento, mão de obra e encargos, encargos sociais sobre a produção, manutenção e reparos, que corresponde a aproximadamente 11,20% dos custos com ração + pintinhos (APA, março de 2014).

²Valor obtido através da soma do custo da ração + outros custos.

³Valor obtido através da multiplicação entre o peso final total de cada tratamento e o valor do quilograma do frango vivo pago ao produtor.

⁴Valor obtido através da diferença entre a receita bruta e o custo total.

⁵Valor obtido através da relação entre o lucro operacional e a receita bruta, multiplicados por 100.

⁶Valor obtido através da relação entre o custo total e o número final de aves por tratamento.

De acordo com os resultados encontrados na análise econômica, dietas peletizadas com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2011), apresentaram maior custo da ração, em comparação aos demais tratamentos experimentais. A adição de protease resultou em aumento médio de 1,30% no custo da ração, sendo: 1,32% (de R\$ 350,61 para R\$ 355,25); 1,29% (de R\$ 359,00 para R\$ 363,63); 1,31% (de R\$ 353,95 para R\$ 358,59) e 1,28% (de R\$ 362,34 para R\$ 366,98). A peletização das rações proporcionou aumento médio de 0,93% no custo da ração, sendo: 0,95% (de R\$ 350,61 para R\$ 353,95); 0,94% (de R\$ 355,25 para R\$ 358,59); 0,93% (de R\$ 359,00 para R\$ 362,34) e 0,91% (de R\$ 363,63 para R\$ 366,98). A redução de 4% na proteína bruta e aminoácidos das dietas experimentais, em relação às recomendações de Rostagno et al. (2011), promoveu diminuição média de 2,31% no custo da ração, sendo: 2,34% (de R\$ 359,00 para R\$ 350,61); 2,30% (de R\$ 363,63 para R\$ 355,25); 2,31% (de R\$ 362,34 para R\$ 353,95) e 2,29% (de R\$ 366,98 para R\$ 358,59).

Da mesma forma em que houve aumento no custo da ração, a adição de

protease, peletização das rações e a formulação das dietas sem redução da proteína bruta e aminoácidos, promoveram elevação na receita bruta e custo final por ave.

No entanto, a adição de protease promoveu aumento no lucro operacional e índice de lucratividade somente em dietas com redução de 4% de proteína bruta e aminoácidos, independentemente da forma física da ração (Figura 11). Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que as enzimas exógenas promovem efeito mais pronunciado em dietas com níveis nutricionais reduzidos, de modo a favorecer maior disponibilidade de nutrientes para a absorção, suprimindo as deficiências nutricionais e, consequentemente, promover maior desempenho zootécnico das aves. Desta forma, os efeitos benéficos da adição de enzimas sobre os índices produtivos podem não ser evidentes em estudos avaliando dietas formuladas sem redução nutricional. Sendo assim, os resultados da presente pesquisa indicam considerável viabilidade no emprego de enzimas em dietas com níveis nutricionais reduzidos, uma vez que possibilita redução de custos com matérias primas das rações.

A utilização de dietas peletizadas elevou os valores do índice de lucratividade (Figura 12) e lucro operacional. Estes resultados podem ter sido decorrentes do melhor desempenho zootécnico registrado por aves alimentadas com rações peletizadas.

A figura 13 apresenta os valores do índice de lucratividade de acordo com os tratamentos experimentais, em que o tratamento 7 (dieta peletizada, com níveis nutricionais segundo Rostagno et al., 2011; sem protease) apresentou o maior resultado desta variável.

Figura 11 - Índice de lucratividade (%) de acordo com a adição de protease (g/ton de ração) em dietas com redução de 4% em proteína bruta e aminoácidos

Figura 12 - Índice de lucratividade (%) de acordo com a forma física da ração

Figura 13 - Índice de lucratividade (%) de acordo com os tratamentos experimentais

Estes resultados estão de acordo com Yadav e Sah (2006), que relataram que o maior aumento na renda sobre os custos com alimentação foi proporcionado por frangos de corte suplementados com 0,075% de protease na dieta. Segundo estes autores, a suplementação de protease em dietas com redução de proteína bruta levam ao aumento da rentabilidade, em comparação com a dieta basal. Porém, os resultados da presente pesquisa discordam de Luis (1997), que, avaliou três tipos de farelo de soja e adição de carboidrase, e não observou efeito da inclusão de enzima sobre os custos de alimentação de poedeiras.

Em relação ao processo de peletização das rações, os resultados da presente pesquisa estão de acordo com Meiners et al. (2001) que relataram que aves alimentadas com rações peletizadas com baixa energia apresentaram maior retorno econômico em comparação com as aves alimentadas com rações fareladas, independentemente do emprego de níveis de alta e baixa energia.

7 CONCLUSÕES

A peletização das rações melhora os índices zootécnicos da criação de frangos de corte.

A adição de protease exógena não promove efeito sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte.

A adição de protease em dietas com redução de proteína bruta e aminoácidos, assim como o processamento das rações, melhora os índices econômicos da criação de frangos de corte.

A adição de protease exógena e redução dos níveis de proteína e aminoácidos na dieta promovem menor atividade enzimática pancreática da quimotripsina.

Rações peletizadas com níveis nutricionais recomendados e adição de protease apresentam os maiores custos de produção.

REFERÊNCIAS

- ACAMOVIC, T.; CLEARY, B. V. Optimising the response. **Feed Mix**, v. 4, n. 4, p. 14-19, 1996.
- ALETOR, V. A.; HAMID, I. I.; NIEB, E.; PFEFFER, E. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 5, p. 547-554, 2000.
- ANDREWS, J. Pelleting: a review of why, how, value and standards. **Poultry Digest**, v.50, n.8, p. 64 – 71, 1991.
- ANGEL, C. R.; SAYLOR, W.; VIEIRA, S. L.; WARD, N. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chicken. **Poultry Science**, v. 90, n. 10, p. 2281–2286, 2011.
- A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official methods of analysis. 15.ed. Arlington, Virginia, Washington, 1990. 1298p.
- ARAÚJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; LIMA, M. R.; LIMA, C. B. Uso de Aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 1, n. 3, p. 69-77, 2007.
- BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; BONATO, M. A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO-RONDON, E. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1497-1502, 2012.
- BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 755-762, 2008.
- BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition: their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, v. 86, n. 1, p. 1-13, 2000.

BOGOSAVLJEVIĆ-BOŠKOVIĆ, S.; RAKONJAC, S.; DOSKOVIĆ, V.; PETROVIĆ, D. M. Broiler rearing systems: a review of major fattening results and meat quality traits. **World's Poultry Science Journal**, v. 68, n. 2, p. 217-228, 2012.

BORGES, C. A. Q.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; TORRES, C. A. A.; FILHO, J. J.; RIBEIRO, M. L. G. Exigências de energia e composição da carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1978-1984, 2006.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, v. 20, n. 35, p. 5-30, 1997.

BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 81, p. 1156-1167, 2002.

BRITO, C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 457-461, 2006.

BUTOLLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: CBNA, 2002. 430 p.

CALET, C. The relative value of pellets versus mash and grain in poultry nutrition. **Word's Poultry Science Journal**, v. 21, n. 1, p. 23-52, 1965.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 259-272, 2005.

CARVALHO, J. C. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B.; PEREIRA, R. A. N. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 292-298, 2009.

CAUWENBERGUE, S.; BURNHAM, D. New developments in amino acid and protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium. **Proceedings...** Blankenberge: [s.n.], 2001. 1 CD ROOM.

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

COWAN, W. D. Understanding the manufacturing distribution, application, and overall quality of enzymes in poultry feeds. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 1, n. 1, p. 93-99, 1993.

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

DOSKOVIĆ, V.; BOGOSAVLJEVIĆ-BOSKOVIĆ, S.; PAVLOVSKI, Z.; MILOŠEVIĆ, B. ŠKRBIĆ, Z.; RAKONJAC, S.; PETRIČEVIĆ, V. Enzymes in broiler diets with special reference to protease. **World's Poultry Science Journal**, v. 69, n. 2, p. 343-360, 2013.

EBERT, A. R.; KESSLER, A. M.; PENZ JR., A. M.; POPHAL, S.; RIBEIRO, A. M. L. Effect of adding Vegpro in two energy level diets on the performance of broilers exposed to heat stress. **Poultry Science**, v. 79, n. 1, p. 19, 2000.

ECKHOUT, M.; DESCHRIJVER, M.; VANDERBEKE, E. The influence of process parameters on the stability of feed enzymes during steam pelleting. In: 2nd EUROPEAN SYMPOSIUM ON FEEDENZYMES, 2., 1995, Noordwijkerhout. **Proceedings....** Noordwijkerhout, The Netherlands, 1995. p. 163-169.

ERLANGER, B. F.; EDEL, F.; COOPER, A. G. The action of chymotrypsin on two new chomogenic substrates. **Archives Biochemistry Biophysic**, v. 115, n. 1, p. 206-210, 1966.

FAVERO, A.; MAIORKA, A.; ROCHA, C.; APPELT, M. D.; SORBARA, J. O. B. Effect of protease enzyme on performance and ileal digestibility of broilers grown to 42 days of age in floor pens. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 2009, Atlanta, Georgia. **Abstracts...** Atlanta, Georgia : [s.n], 2009. p. 9.

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

FIDELIS, F.; KLUENTER, A.; FISCHER, M.; PONTOPPIDAN, K. A Feed Serine Protease Improves Broiler Performance and Increases Protein and Energy Digestibility. **The Journal of Poultry Science**, v. 48, n. 4, p. 239-246, 2010.

FISCHER, G.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 402-410, 2002.

FRANCESCH, M. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en avicultura. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN, 12., 1996, Madrid. **Anais...** Madrid: FEDNA, 1996. p. 20-32.

FREITAS, D. M.; VIEIRA, S. L.; ANGEL, C. R.; FAVERO, A.; MAIORKA, A. Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono-component protease. **Applied Poultry Research**, v. 20, n. 1, p. 322–334, 2011.

FRU-NIJI, F.; KLUENTER, A. N.; FISCHER, M.; PONTOPPIDAN, K. A feed serine protease improves broiler performance and increases protein and energy digestibility. **Journal of Poultry Science**, v. 48, n. 1, p. 239-246, 2011.

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.

GHAZI, S.; ROOKE, J. A.; GALBRAITH, H.; BEDFORD, M. R. The potential for the improvement in the nutritive value of soya-bean meal by different proteases in broiler chicks and broiler cockerels. **British Poultry Science**, v. 43, n. 1, p. 70–77, 2002.

GLITSØ, V.; PONTOPPIDAN, K.; KNAP, I.; WARD, N. Catalyzing Innovation: Development of a Feed Protease. **Industrial Biotechnology**, v. 8, n. 4, p. 172-175, 2012.

HUO, G. C.; FOWLER, V. R.; INBORR, J.; BEDFORD, M. R. The use of enzymes to denature antinutritive factors in soybean. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ANTINUTRITIONAL FACTORS IN LEGUME SEED, 2., 1993, Wageningen, Netherlands. **Proceedings...** [S.l.: s.n], 1993. p. 60.

JIANG, Z.; ZHOU, Y.; LU, F.; HAN, Z.; WANG, T. Effects of different levels of supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers. **Journal of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 97-102, 2008.

KAKADE, M. L.; SIMONS, N.; LIENER, I. E. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, v. 51, n. 3, p. 377-382, 1974.

KITCHEN, D. I. Enzyme applications in corn/soya diets fed pigs. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY – ANNUAL SYMPOSIUM, 13., 1997, Loughborough, Leics. **Proceedings...** Loughborough: Nottingham University Press, 1997. p. 1-114.

KOOLING, A. V.; KESSLER, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. Desempenho e composição corporal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína e de aminoácidos ou com livre escolha das dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 98-103, 2005.

LANA, G. R. Q. **Avicultura**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2000.

LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; ROCHA, J. S. R. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 970-978, 2008.

LECZNIESKI, J. L.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M.; PENZ JR., A. M. Influência da forma física e do nível de energia da ração no desempenho e na composição de frangos de corte. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 9, n. 1, p. 6-11, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: SAVIER, 2002. 975 p.

LEITE, J. L. B.; RODRIGUES, P. B.; FIALHO, E. T.; FREITAS, R. T. F.; NAGATA, A. K.; CANTARELLI, V. S. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1292-1298, 2008.

LEMME, A.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science**, v. 60, v. 4, p. 423–437, 2004.

LE HUEROU-LURON, I.; LHOSTE, E.; WICKER-PLANQUART, C.; DAKKA, N.; TOULLEC, R.; CORRING, T.; GUILLOTEAU, P.; PUIG-SERVER, A. Molecular aspects of enzyme synthesis in the exocrine pancreas with emphasis on development and nutritional regulation. **Proceedings Nutrition Society**, v. 52, v. 2, p. 301–313, 1993.

LIMA, A. C. F.; MACARI, M.; PIZAULO JÚNIOR, J. M.; MALHEIROS, E. B. Atividade Enzimática Pancreática de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Enzima ou Probiótico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 187-193, 2002.

LISBOA, J. S.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A.; SOARES, P. R.; ALBINO, L. F. T. Rendimento de carcaça e três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 548-554, 1999.

LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.; RACANICCI, A. M. C.; GAIOTTO, J. B.; SORBARA, J. O. B. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.

LUIS, V. B. **Carbohydrase supplementation of broiler and layer diets containing different kinds of soybean meal**. 1997. Thesis (Graduate), University of the Philippines Los Baños, Philippine, 1997.

LUO, D.; YANGA, F.; YANG, X.; YAO, J. Effects of xylanase on performance, blood parameters, intestinal morphology, microflora and digestive enzyme activities of broilers fed wheat-based diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 9, p. 1288-1295, 2009.

MAIORKA, A.; FAVERO, A.; MEURER, R. F. P.; MORAES, M. T. T.; SORBARA, J. O. B. Broiler chicken performance and ileal digestibility is improved by a protease used in corn/soybean meal/ meat bone meal diet. **INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM**, 2009, Atlanta, Georgia. **Abstracts...** Atlanta, Georgia: [s.n], 2009. T102, p. 33.

MALAGNA, M.; NIR, I.; LARBIER, M.; NITSAN, Z. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the chicks. **Reproduction Nutrition Development**, v. 35, n. 2, p. 201-202, 1995.

MARSMAN, G. J.; GRUPPEN, H.; VAN DER POEL, R. P.; KWAKKEL, M.; VERSTEGEN, W.; VORAGEN, A. G. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and

chyme characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 76, n. 6, p. 864–872, 1997.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ANGELO, J. A.; OKAWA, H. **Sistema “CUSTAGRI”**: sistema integrado de custos agropecuários. São Paulo: IEA/SAA, 1997. p. 1-75.

MCNAB, J. M.; BERNARD, K.; KNOX, A. I.; MCNEILL, L.; BEDFORD, M. R. Effect of dietary enzyme addition on digestibility of nitrogen and energy metabolism in young turkeys, broiler chick-ens and adult cockerels. **British Poultry Science**, v. 37, p. 65–66, 1996. Supplement, 1.

MEINERS, C.; RIBEIRO, A. M. L.; PENS JR, A. M.; KESSLER, A. M. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 2026-2032, 2001.

MENDES, A. A. **Efeito de fatores genéticos, nutricionais e de ambiente sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte**. 1990. 103 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.

MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Agrícola, 2004. cap. 13, p. 207- 209.

MORAN, E. T. Pelleting: affects feed and its consumption. **Poultry Science**, v. 5, p. 30-31, 1987.

MORAN JR., E. T.; BUSHONG, R. D.; BILGILI, S. F. Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. **Poultry Science**, v. 71, n. 10, p. 1687-1694, 1992.

NIR, I.; NITSAN, Z.; MAHAGNA, M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. **British Poultry Science**, v. 34, n. 3, p. 523–532, 1993.

NIR, I.; TWINA, Y.; GROSSMAN, E.; NITSAN, Z. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens. **British Poultry Science**, v. 35, v. 4, p. 589-602, 1994.

NIR I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n], 1998. p. 81-91.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v. 74, n. 2, p. 366-373, 1995.

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

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; SILVA, E. C. M.; BORGES, S. A. Addition of enzymatic complex in diets with deactivated full-fat soybean to broilers. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2006.

OPALINSKI, M.; ROCHA, C.; MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; SILVA, A. V. F.; BORGES, S. A. Impact of enzymes on the digestibility and particle size of deactivated full-fat soybean for broilers. **Archives of Veterinary Science**, v. 16, n. 2, p. 84-90, 2011.

PENZ JR., A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.; SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu, 1998. p. 165-178.

PINHEIRO, D. F.; CRUZ, V. C.; SARTORI, J. R.; PAULINO, M. L. M. V. Effect of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. **Poultry Science**, v. 83, n. 9, p. 1544–1550, 2004.

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

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; NASCIMENTO, G. A. J.; ALVARENGA, R. R. Efeito do processamento, suplementação enzimática e nível nutricional da ração para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Ciência Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1557-1565, 2010.

ROSA, A. P.; SCHER, A.; STEFANELLO, C.; DIAZ, E.; DUARTE, V.; OICHENAZ, N.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa, MG: UFV/DZO, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. de; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011, 252 p.

SORBARA, J. O. B. Effect of pure protease enzyme and dietary protein/amino acids levels on broiler performance. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 2009, Atlanta, Georgia. **Abstracts...** Atlanta, Georgia: [s.n], 2009. T102, p. 33.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Produção de frango de corte**. Porto Alegre: Pró-reitoria de extensão, UFES, 2007. 9 p. (Boletim Técnico).

SARMIENTO-FRANCO, L.; MCNAB, J.M.; PEARSON, A.; BELMAR-CASSO, R. The effects of chaya leaf meal and of exogenous enzymes on amino acid digestibility in broilers. **British Poultry Science**, v.44, n.3, p.458-463, 2003.

SAS. STATISTICAL ANALISYS SYSTEM. **User's guide**: statistics. Version 9.3. 4th ed. North Caroline: SAS Inst. INC., 2012.

SCHANG, M. J. O uso da enzima vegpro 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 containg allzyme vegpro. In: BIOTECHNOLOGY IN FEED INDUSTRY ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 13., 1997, Nicholasville. **Proceedings...** Nicholasville: [s.n], 1997. p. 95-100.

SILVEIRA, M. H. D.; ZANUSSO, J. T.; ROSSI, P.; RUTZ, F.; ANCIUTTI, M. A.; ZAUKE, N. F.; RIBEIRO, C. S. G.; BRUM, P. A. R.; NUNES, J. K. Efeito da peletização em dietas contendo complexo enzimático para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 326-333, 2010.

SILVERSIDES, F. G.; BEDFORD, M. R. Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. **Poultry Science**, v. 78, n. 8, p. 1184-1190, 1999.

SIMBAYA, J.; SLOMMINSKI, B. A.; GUENTER, W.; MORGAN, A.; CAMPBELL, L. D. The effects of protease and carbohydrase supplementation on the nutritive value of canola meal for poultry. **Animal Feed Science Technology**, v. 61, n. 1, p. 219–234, 1996.

SOTO-SALONOVA, M. F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H.; PACK, M. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996, p. 71-76.

SOUZA, R. M. **Uso de complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte**. 2005. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

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

SMITH, M. O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, v. 72, n. 6, p. 1207-1214, 1993.

STRADA, E. S. O.; ABREU, R. D.; OLIVEIRA, G. J. C.; COSTA, M. C. M. M.; CARVALHO, G. J. L.; FRANCA, A. S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J. L. M. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.

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

SIMBAYA, J.; SLOMMINSKI, B. A.; GUENTER, W.; MORGAN, A.; CAMPBELL, L. D. The effects of protease and carbohydrase supplementation on the nutritive value of canola meal for poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 219–234, 1996.

TEIXEIRA, M. **Anátomo-clínica e biologia em frangos de corte experimentalmente infectados com *eimeria acervulina* e suplementados com betaína**. 2007. 60 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

TORRES, D. M. **Suplementação de rações para frango de corte com protease, amilase e xilanase**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 1999. 80 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

TORRES, D. M.; TEIXERA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, E. C. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1401-1408, 2003.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, v. 78, n. 2, p. 215-222, 1999.

VARGAS, G. D.; BRUM, P. A. R.; FIALHO, F. B.; RUTZ, F.; BORDIN, R. Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte machos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 42-45, 2001.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIGUEIREDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v. 78, n. 4, p. 561-568, 1999.

YADAV, J. L.; SAH, R. A. Supplementation of corn-soybean based broiler's diets with different levels of acid protease. **Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science**, v. 27, n. 1, p. 93-102, 2006.

YUAN, J.; YAO, J.; YANG, F.; YANG, X.; WAN, X.; HAN, J.; WANG, Y.; CHEN, X.; LIU, Y.; ZHOU, Z.; ZHOU, N.; FENG, X. Effects of supplementing different levels of a commercial enzyme complex on performance, nutrient availability, enzyme activity and gut morphology of broilers. **Journal of Animal Science**, v. 21, n. 5, p. 692-700, 2008.

YAN, F.; GARRIBAY, L.; ARCE, J.; LOPEZ-COELLO, C.; CAMACHO, D.; DISBENNET, P.; VAZQUEZ-ANON, M.; MANANGI, M.; ODETALLAH, N.; CARTER, S. Effects of protease supplementation on broiler performance and *in vitro* protein digestibility. **Australian Poultry Science Symposium**, v. 23, p. 134-137, 2012.

WALK, C. L.; COWIESON, A. J.; REMUS, J. C.; NOVAK, C. L.; MCELROY, A. P. Effects of dietary enzymes on performance and intestinal goblet cell number of broilers exposed to a live coccidian oocyst vaccine. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 91-98, 2011.