UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

FABIO ZOTESSO

**Efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o
desempenho de frangos de corte**

Pirassununga

2015

FABIO ZOTESSO

**Efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o
desempenho de frangos de corte**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo

Pirassununga

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

Z89e	<p>Zotesso, Fabio</p> <p>Efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o desempenho de frangos de corte / Fábio Zotesso. -- Pirassununga, 2015. 93 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo.</p> <p>1. Análise econômica 2. Enzimas 3. Farinha de penas 4. Fitase 5. Proteína ideal 6. Queratinase. I. Título.</p>
------	---

CONCLUSÃO DE PARECER ÉTICO

Processo USP: 14.1.873.74.3

Projeto: Efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o desempenho de frangos de corte.

Esta Comissão solicita e compromete-se a manter total sigilo do conteúdo sobre a solicitação enviada e parecer gerado.

Recomendação do Comitê de Ética:

- ☒ Aprovação.
- ☐ Não aprovado.
- ☐ Considerado em PENDÊNCIA até esclarecimentos dos pontos levantados.
- ☐ Retirado de pauta.

Pirassununga, 18 de setembro de 2014.

Notifique-se o interessado.

Profa. Dra. Daniele dos Santos Martins - Presidente do CEP/FZEA

Via do Parecer retirada pelo interessado:

Nome/Assinatura: _____

Data: _____

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: ZOTESSO, Fabio

Título: Efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o desempenho de frangos de corte

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Dedico

Aos meus pais, Roberto (in memorian) e Elza, por todo o carinho e ensinamento.

À minha esposa, Vanessa, pelo amor, companheirismo e compreensão.

A Daniel, Bianca, Marlene e Paulo por estarem sempre torcendo por mim.

Aos meus amigos e familiares, por tornarem momentos simples da vida tão especiais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por Sua infinita bondade e misericórdia.

À Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Prof. Lúcio Francelino Araújo e sua esposa, Prof^a. Cristiane, pela amizade, atenção, confiança e apoio durante o processo de orientação deste trabalho.

À empresa Agrocere Multimix, representada por Maurício Nacif, Leandro Hackenhaar e Rogério Iuspa, pelo incentivo para que eu cursasse o mestrado, bem como pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Aos docentes e aos técnicos de laboratório com os quais tive a oportunidade de conviver neste período, pela amizade e pelos ensinamentos.

À Natália U., Bárbara, Jéssica, Rafael, Natália K., Gustavo, Edinho, Jhonny, China e demais pós-graduandos, graduandos, estagiários e funcionários do setor de avicultura pela amizade e pelo auxílio na condução do experimento.

Aos funcionários da fábrica de ração, abatedouro-escola, biblioteca, restaurante e secretaria de pós-graduação da FZEA, sempre dispostos a nos ajudar.

Aos colegas e amigos da Agrocere Multimix, especialmente à Diogo, Pedro, Rafael H., Rafael A., Fiuza, Patrícia, Lívy, Flávio, Reginaldo, Bruno, André, Venâncio, Felipe, Cláudio e Dr. João, pelos ensinamentos diários.

Ao amigo Miguel Alarcon, por se colocar à disposição para auxiliar nas etapas iniciais do projeto.

De modo especial, à Raquel pelo auxílio na condução do experimento e a Fernando Souza pelo auxílio na análise estatística.

*“Para tudo há uma ocasião certa;
há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu”*

(Eclesiastes 3,1)

RESUMO

ZOTESSO, F. **Efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o desempenho de frangos de corte.** 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis proteicos e inclusões de protease sobre o desempenho de frangos de corte. As dietas foram formuladas com base em níveis nutricionais de referência no Brasil. Em todas as rações foi feito o uso de fitase, associado ou não com protease. Os níveis proteicos foram corrigidos de acordo com a matriz nutricional da protease, especificada pelo fornecedor da enzima. Foram utilizados 1764 frangos, machos, da linhagem Cobb-500 Slow. As aves foram alojadas em densidade de 14 aves/m² e receberam dietas específicas no período de 1 a 42 dias de idade, conforme o protocolo experimental. Foram realizados 9 tratamentos em delineamento inteiramente casualizado, com 14 repetições de 14 aves cada. Aos 43 dias foram realizados o abate das aves e a avaliação de rendimento de cortes. A análise de regressão dos resultados obtidos para níveis crescentes de proteína sobre o desempenho dos frangos evidenciou que houve maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior rendimento de cortes. Não houve efeito dos níveis de proteína sobre o consumo de ração. Adicionalmente, a variação nos níveis de proteína na razão da matriz nutricional da protease não alterou significativamente o ganho de peso das aves de 36 a 42 dias de idade. Quanto à inclusão crescente da protease, verificou-se melhoria na conversão alimentar dos frangos até os 28 dias de idade, contrapondo-se com um maior consumo de ração no período de 29 a 35 dias e consequente piora na conversão alimentar nesta semana. Todavia, considerando-se o período total do experimento, não houve efeito significativo sobre ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e rendimento de cortes para o grupo avaliado quanto à inclusão desta enzima. Comparando-se os valores observados nas duas análises em cada tempo, até 28 dias a conversão alimentar observada com a melhor dose de protease possui valor equivalente ao obtido com o controle

positivo na curva de níveis de proteína, validando a matriz nutricional preconizada pelo fornecedor para estas fases. Porém, conforme já exposto, de 29 a 35 dias houve uma inversão nesta tendência e a melhor dose foi zero. O Índice de Rentabilidade (IR) sinaliza que pode haver benefício econômico na utilização da protease no período inicial de criação. Em contrapartida, à medida que os resultados zootécnicos a partir de 29 dias não mostraram benefício com o uso da enzima, a sua utilização representou custo adicional aos tratamentos que receberam protease, favorecendo a obtenção de melhor IR pelo tratamento controle negativo no período de 1 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: análise econômica; enzimas; farinha de penas; fitase; proteína ideal; queratinase.

ABSTRACT

ZOTESSO, F. **Effect of different protein levels and protease inclusions on the performance of broilers.** 2015. 93 f.M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

This study aimed to evaluate the effect of different protein levels and protease inclusions on the performance of broiler chickens. Diets were formulated based on nutritional levels of reference in Brazil. In all diets was done using phytase, associated or not with protease. Protein levels were corrected according to the nutritional matrix of protease, specified by the enzyme supplier. 1764 chickens were used, male Cobb-500 Slow. The birds were housed in density 14 birds / m² and received specific diets in the period 1-42 days of age, according to the experimental protocol. 9 treatments were conducted in a completely randomized design, with 14 replications of 14 birds each. After 43 days was carried out killing birds and cuts yield assessment. Regression analysis of the results obtained for increasing levels of protein on the performance of broilers showed that there was more weight gain, feed conversion and higher yield of special cuts. There was no effect of protein levels on feed intake. In addition, the variation in the levels of protein in the protease nutritional matrix reason did not significantly alter the weight gain of the birds 36-42 days of age. About the growing inclusion of protease, there was improvement in feed conversion of broilers up to 28 days of age, in contrast with a greater feed intake in the period 29-35 days and consequent worst feed conversion in this week. However, considering the total period of the experiment, there was no significant effect on weight gain, feed intake, feed conversion and carcass yield for the group evaluated for inclusion of this enzyme. Comparing the values observed in the two analyzes in each time, up to 28 days feed conversion observed with the best protease dose has a value equivalent to that obtained with the positive control in protein levels curve, validating the recommended nutritional matrix to these phases. However, as already stated, from 29 to 35 days there was a reversal in this trend and the best dose was zero. The Profitability Index (IR) signals that there may be economic benefit in the use of protease in the initial

period of creation. However, as the zootechnical results from 29 days showed no benefit with the use of the enzyme, its use represented an additional cost to treatments receiving protease, helping to reach best IR by the negative control in the period from 1 to 42 days of age.

Keywords: economic analysis; enzymes; feather meal; ideal protein; keratinase; phytase.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Temperatura e umidade relativa do ar médias registradas durante o período experimental, confrontadas com parâmetros recomendados por Cobb (2012)	57
Figura 2 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 1 a 7 dias	62
Figura 3 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 8 a 14 dias	62
Figura 4 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 15 a 21 dias	62
Figura 5 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 22 a 28 dias	63
Figura 6 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 29 a 35 dias	63
Figura 7 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 36 a 42 dias	63
Figura 8 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 1 a 7 dias	66
Figura 9 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 8 a 14 dias	66
Figura 10 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 15 a 21 dias	66
Figura 11 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 22 a 28 dias	67
Figura 12 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 29 a 35 dias	67
Figura 13 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 36 a 42 dias	67
Figura 14 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 1 a 7 dias.....	70
Figura 15 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 8 a 14 dias.....	70

Figura 16 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 15 a 21 dias.....	71
Figura 17 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 22 a 28 dias.....	71
Figura 18 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 29 a 35 dias.....	71
Figura 19 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 36 a 42 dias.....	72
Figura 20 – Efeito acumulado dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 1 a 42 dias	73
Figura 21 – Efeito acumulado dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 1 a 42 dias	74
Figura 22 – Efeito acumulado dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 1 a 42 dias.....	74
Figura 23 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso de carcaça fria aos 43 dias.....	76
Figura 24 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso do corte asas aos 43 dias.....	76
Figura 25 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso do corte peito aos 43 dias	77
Figura 26 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso do corte coxas e sobrecoxas aos 43 dias.....	77
Figura 27 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso das sobras da carcaça aos 43 dias	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definição de alguns ingredientes de origem animal	28
Tabela 2 - Enzimas digestivas pancreáticas	30
Tabela 3 - Enzimas secretadas pelos intestinos	31
Tabela 4 - Descrição dos tratamentos.....	39
Tabela 5 - Níveis nutricionais do tratamento padrão, adaptado de Rostagno et al. (2011) para Frango Macho Desempenho Médio.....	40
Tabela 6 - Relação aminoácidos / lisina do tratamento padrão, de acordo com Rostagno et al. (2011) para Frango Macho Desempenho Médio	40
Tabela 7 - Contribuição nutricional da protease para as rações, de acordo com o substrato do tratamento padrão (referente à inclusão de 500 g de protease / ton ração)	41
Tabela 8 - Níveis dos tratamentos na fase Pré-Inicial (1 a 7 dias de idade).....	41
Tabela 9 - Níveis dos tratamentos na fase Inicial (8 a 21 dias de idade)	42
Tabela 10 - Níveis dos tratamentos na fase Crescimento (22 a 35 dias de idade) ...	42
Tabela 11 - Níveis dos tratamentos na fase Final (36 a 42 dias de idade).....	43
Tabela 12 - Percentual de inclusão de farinhas de origem animal de acordo com a fase de criação	43
Tabela 13 – Composição das rações para a fase pré-inicial	45
Tabela 14 – Valor nutricional calculado das rações para a fase pré-inicial	46
Tabela 15 – Composição das rações para a fase inicial	47
Tabela 16 – Valor nutricional calculado das rações para a fase inicial	48
Tabela 17 – Composição das rações para a fase crescimento	49
Tabela 18 – Valor nutricional calculado das rações para a fase crescimento	50
Tabela 19 – Composição das rações para a fase final.....	51
Tabela 20 – Valor nutricional calculado das rações para a fase final.....	52
Tabela 21 – Desvios analíticos considerados na análise bromatológica das rações	53

Tabela 22 – Comparativo entre teor de proteína bruta analisado e calculado das rações pré-inicial e inicial (%).....	55
Tabela 23 – Comparativo entre teor de proteína bruta analisado e calculado das rações crescimento e final (%)	56
Tabela 24 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para níveis de proteína no parâmetro ganho de peso	60
Tabela 25 – Quadro das interações para níveis de proteína no parâmetro ganho de peso em cada tempo	61
Tabela 26 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para inclusões de protease no parâmetro ganho de peso.....	61
Tabela 27 – Quadro das interações para inclusões de protease no parâmetro ganho de peso em cada tempo	61
Tabela 28 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para níveis de proteína no parâmetro consumo de ração	64
Tabela 29 – Quadro das interações para níveis de proteína no parâmetro consumo de ração em cada tempo.....	64
Tabela 30 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para inclusões de protease no parâmetro consumo de ração	65
Tabela 31 – Quadro das interações para inclusões de protease no parâmetro consumo de ração em cada tempo	65
Tabela 32 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para níveis de proteína no parâmetro conversão alimentar.....	68
Tabela 33 – Quadro das interações para níveis de proteína no parâmetro conversão alimentar em cada tempo	68
Tabela 34 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para inclusões de protease no parâmetro conversão alimentar	69
Tabela 35 – Quadro das interações para inclusões de protease no parâmetro conversão alimentar em cada tempo	69
Tabela 36 – Efeito acumulado (Ac) de 1 a 42 dias para níveis de proteína nos parâmetros ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA).....	72
Tabela 37 – Efeito acumulado (Ac) de 1 a 42 dias para inclusões de protease nos parâmetros ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA).....	73

Tabela 38 – Rendimento de cortes aos 43 dias para níveis de proteína.....	75
Tabela 39 – Rendimento de cortes aos 43 dias para inclusões de protease	76
Tabela 40 – Indicadores de viabilidade econômica acumulada até 7, 14, ou 21 dias	79
Tabela 41 – Indicadores de viabilidade econômica acumulada até 28, 35 ou 42 dias	80
Tabela 42 – Rentabilidade com base no rendimento de cortes aos 43 dias	81
Tabela 43 – Resumo dos resultados do experimento	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAs	Aminoácidos
Ac	efeito/período acumulado
AR(1)	Estrutura de Covariância Autorregressiva de Primeira Ordem
BHT	Hidroxitolueno Butilado
BIC	Critério Bayesiano
Ca	Cálcio
CA	Conversão Alimentar
CMA	Custo Médio do Arraçoamento
CN	Controle Negativo
CP	Controle Positivo
CR	Consumo de Ração
CRE	Fase Crescimento
Cu	Cobre
CV	Coeficiente de Variação
Cys	Cistina
d	dia (s)
dig	digestível (eis)
EMA	Energia Metabolizável Aves
Fa	Farinha
Fe	Ferro
FIN	Fase Final
Fo	Farelo
FTU	Unidades de Fitase
FV	Fontes de Variação
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

g	grama (s)
GL	Graus de Liberdade
GPM	Ganho de Peso Médio
Ile	Isoleucina
INI	Fase Inicial
IP ₆	mio-inositol hexafostato
IR	Índice de Rentabilidade
IRR	Índice de Rentabilidade Relativo
IUB	International Union of Pure Biochemistry
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
K	Potássio
Kcal	Kilocaloria (s)
Kg	Kilograma
Lis	Lisina
m ²	Metro (s) Quadrado (s)
máx	Máximo
MBM	Margem Bruta Média
Mcal	Megacaloria
mcg	Micrograma
Meq	Miliequivalente (s)
MER	Materiais Especificados de Risco
Met	Metionina
Mg	Magnésio
mg	Miligrama (s)
mín	Mínimo
Mn	Manganês
Na	Sódio

NIRS	Near-Infrared Spectroscopy
NRC	National Research Council
P disp	Fósforo disponível
p	Probabilidade de Significância
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNAs	Polissacarídeos Não Amiláceos
R\$	Reais
R ²	Coeficiente de Determinação
RC	Rendimento de Cortes
RBM	Receita Bruta Média
RBMct	Receita Bruta Média dos Cortes
RNA	Ácido Ribonucleico
T	Tratamento
TEMP	Temperatura
Thr	Treonina
ton	Toneladas
Trp	Triptofano
UI	Unidade (s) Interacional (is)
URA	Umidade Relativa do Ar
USP	Universidade de São Paulo
Val	Valina
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
2 OBJETIVOS	24
3 REVISÃO DE LITERATURA	25
3.1 PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE	25
3.2 COMPOSIÇÃO E CUSTO DAS RAÇÕES BRASILEIRAS	25
3.3 FORMULAÇÃO COM BASE EM PROTEÍNA IDEAL	26
3.4 FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL	27
3.5 ENZIMAS	29
3.5.1 Enzimas endógenas relacionadas à digestão proteica	29
3.5.2 Utilização de enzimas na nutrição animal	32
3.5.3 Fitases	34
3.5.4 Proteases	36
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 ANIMAIS	39
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	39
4.3 COMPOSIÇÃO DAS DIETAS	43
4.4 CONFECÇÃO DAS RAÇÕES	44
4.5 ANÁLISE BROMATOLÓGICA DAS RAÇÕES	53
4.6 OBSERVAÇÕES DIÁRIAS E AVALIAÇÕES	54
4.7 PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS	57
4.8 ANÁLISE ECONÔMICA	58
4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	59
5 RESULTADOS	60
5.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	60
5.1.1 Ganho de peso	60
5.1.2 Consumo de ração	64
5.1.3 Conversão alimentar	68
5.1.4 Resultados acumulados de 1 a 42 dias	72
5.1.5 Rendimento de cortes	74

5.2 ANÁLISE ECONÔMICA	78
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	81
7 CONCLUSÕES	87
REFERÊNCIAS.....	88

1 INTRODUÇÃO

Na avicultura industrial, os gastos com a alimentação são da ordem de 75% dos custos totais de produção e a proteína contribui de 40% a 45% do custo total da ração (SAKOMURA; SILVA, 1998 apud DESSIMONI, 2011). Dessa forma, o fornecimento de proteína e aminoácidos essenciais em dietas de aves tem uma importante função na determinação do custo de produção do frango de corte (ARAÚJO et al., 2002).

Segundo dados do International Feed Industry Federation - IFIF (2013), em 2012 o segmento de frangos de corte demandou 49% das 63 milhões de toneladas de ração produzidas no Brasil. As rações brasileiras para aves e suínos, particularmente, são compostas basicamente por milho e farelo de soja, os quais podem representar até 90% de sua composição (IFIF, 2013) e aproximadamente 65% do custo das formulações (SINDIRAÇÕES, 2011 apud KRABBE, 2011). Com a expressiva alta de preço desses insumos nos últimos anos, tem-se buscado alternativas para redução de custo, sem comprometimento do desempenho produtivo. Dentre elas estão o uso de ingredientes proteicos de origem animal e o uso de enzimas nas dietas.

As farinhas de origem animal são subprodutos oriundos do abate de aves, bovinos ou suínos. Elas podem substituir parcialmente o uso do farelo de soja nas rações como fonte proteica, como no caso da farinha de vísceras e farinha de penas hidrolisadas, e também como fonte de fósforo, como no caso da farinha de carne e ossos. No entanto, a variação de digestibilidade encontrada entre os ingredientes e a variação existente dentro de um mesmo ingrediente demonstram a possibilidade de melhoria na digestibilidade proteica. Neste contexto, o uso de enzimas proteolíticas como aditivos torna-se uma ferramenta de importância na nutrição de frangos de corte (FREITAS, 2010).

A adição de enzimas em dietas se dá com o principal objetivo de melhorar o valor nutricional de determinados ingredientes utilizados em formulações, cuja consequência seria a redução do custo de produção e possibilidade da incorporação de ingredientes que são pouco convencionais para a indústria brasileira (FREITAS, 2010). Rosa e Uttpatel (2007) comentaram que a intensificação no uso deste aditivo se deve principalmente ao aumento do custo

das matérias-primas, da necessidade de utilização de ingredientes pouco convencionais para a indústria brasileira e da tentativa de redução do custo das dietas. Pode-se citar como uma razão secundária do uso de enzimas a redução da produção de excreta gerando uma redução no impacto ambiental da produção (FERKET, 1993).

Em suma, as enzimas oferecem grande potencial na melhoria da digestibilidade de ingredientes da dieta (TOLEDO et al., 2007) e consequente possibilidade de redução dos custos de produção decorrentes da nutrição. Entretanto, os efeitos benéficos pelo uso das enzimas são limitados quando estas são aplicadas acima das necessidades das aves (CHARLTON, 1996, apud TOLEDO et al., 2007). Conforme citado por Krabbe (2011), pontos críticos no uso de enzimas são comuns na indústria, especialmente no que diz respeito ao conhecimento do substrato na matéria-prima, estabilidade enzimática e métodos analíticos e experimentais.

2 OBJETIVOS

Avaliar o efeito de diferentes inclusões de protease sobre o desempenho de frangos de corte, submetidos a dietas à base de milho, farelo de soja, ingredientes de origem animal e fitase.

Avaliar o efeito do aumento dos níveis proteicos, na razão de uma matriz nutricional da protease, sobre o desempenho de frangos de corte.

Confrontar os resultados zootécnicos que foram obtidos com o uso da protease com a matriz nutricional desta sugerida pelo fornecedor da enzima.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Segundo dados da União Brasileira de Avicultura - UBABEF (2013), o Brasil ocupa a posição de maior exportador mundial e de terceiro maior produtor de carne de frango, atrás dos Estados Unidos e da China. A produção brasileira de carne de frango chegou a 12,6 milhões de toneladas em 2012. Do volume total de frangos produzido pelo país, 69% foi destinado ao consumo interno, e 31% para exportações. O consumo per capita de carne de frango atingiu 45 quilos por pessoa.

Com referência a este mesmo ano, IFIF (2013) cita que a indústria de nutrição animal brasileira produziu cerca de 63 milhões de toneladas de ração e 1,95 milhões de toneladas de suplementos minerais, resultando em um faturamento próximo aos US\$ 25 bilhões. Com particular destaque, o segmento de frangos de corte demandou 49% do total de ração produzida no país.

3.2 COMPOSIÇÃO E CUSTO DAS RAÇÕES BRASILEIRAS

As rações brasileiras para aves e suínos, particularmente, são compostas basicamente por milho e farelo de soja, os quais podem representar até 90% de sua composição (IFIF, 2013) e aproximadamente 65% do custo das formulações (SINDIRAÇÕES, 2011 apud KRABBE, 2011).

Com a expressiva alta de preço desses insumos nos últimos anos, tem-se buscado alternativas para redução de custo, sem comprometimento do desempenho produtivo. Dentre elas estão o uso de ingredientes proteicos de origem animal e o uso de enzimas nas dietas.

Estima-se que o gasto com nutrição seja responsável por mais de 70% do custo de produção de frangos. Por sua vez, a proteína contribui de 40% a 45% do custo total da ração (SAKOMURA; SILVA, 1998 apud DESSIMONI, 2011). Dessa forma, o fornecimento de proteína e aminoácidos essenciais em dietas de aves tem uma importante função na determinação do custo de produção do frango de corte (ARAÚJO et al., 2002).

Em termos práticos, os nutrientes que são mais caros nas rações para frangos de corte usualmente estão relacionados com maiores rendimentos de carne de peito. Conforme exposto por Araújo et al. (2002), as formulações com base no custo mínimo relacionam a energia e aminoácidos como os nutrientes mais caros.

3.3 FORMULAÇÃO COM BASE EM PROTEÍNA IDEAL

A formulação de dietas para frangos de corte tem sido realizada com parâmetros nutricionais que ponderam o máximo desempenho zootécnico e a melhor relação custo-benefício. Tais parâmetros são constantemente revisados de acordo com a melhoria genética e o avanço dos conhecimentos sobre as exigências dos animais. Estes fatores, aliados com a utilização de aminoácidos sintéticos e com o maior conhecimento do valor nutricional dos alimentos, tem permitido a redução da proteína bruta das dietas e a aplicação do conceito de proteína ideal.

Cancherini et al. (2005) relataram que o alto custo das fontes proteicas e a produção em larga escala de aminoácidos industriais possibilitaram aos nutricionistas a formulação de dietas com baixos níveis de proteína bruta, as quais têm promovido bons resultados de desempenho.

Araújo et al. (2002) mencionaram que ao contrário das vitaminas e minerais, que são fornecidos como suplementos para um requerimento mínimo, a concentração de aminoácidos na dieta de aves é constantemente monitorada para diminuir este custo, mantendo-se um bom desempenho produtivo.

O conceito de proteína ideal consiste em um balanço teórico dos aminoácidos em relação à lisina digestível da dieta, respeitando-se a exigência do aminoácido limitante. Segundo Bellaver et al. (2001) esse conceito é relativamente antigo na formulação de dietas, sendo iniciado por Mitchell e Block em 1946 e mais recentemente estudado e aprimorado por diversos outros grupos de estudo.

O aminoácido lisina é considerado padrão no conceito de proteína ideal ou no balanceamento teoricamente ideal de proteína, e vem sendo usado como referência para atualizar as necessidades de outros aminoácidos, por intermédio

de relações simples (SILVA; RIBEIRO, 2001). A lisina tem papel importante no organismo, na síntese de carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a beta-oxidação na mitocôndria, na formação da matriz óssea em animais jovens e no crescimento muscular (RIBEIRO et al., 2003).

Segundo Cancherini et al. (2005), para ser ideal a proteína deve apresentar os 20 aminoácidos nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição proteica. Para Penz Jr. (1996) apud Cancherini et al. (2005), proteína ideal não existe na prática. O que deve ser almejado é a máxima aproximação dos níveis de aminoácidos das exigências das aves nas diferentes fases de produção.

Bellaver et al. (2001) citaram também que a formulação com base na proteína ideal é ainda mais eficiente quando são usados ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja, tais como os subprodutos de origem animal farinha de vísceras e farinha de carne.

3.4 FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL

As farinhas de origem animal são subprodutos oriundos do abate de aves, bovinos ou suínos. Elas podem substituir parcialmente o uso do farelo de soja nas rações como fonte proteica, como no caso da farinha de vísceras e farinha de penas hidrolisadas, e também como fonte de fósforo, como no caso da farinha de carne e ossos.

Nesse sentido, Bellaver et al. (2001) relataram que os subprodutos de origem animal constituem uma alternativa muito importante, principalmente nas empresas com sistema de integração vertical, uma vez que as farinhas de origem animal são mais disponíveis para essas empresas, produzindo-as por um custo de oportunidade que sempre viabiliza sua inclusão na rações.

Para Bellaver et al. (2005), os princípios da formulação por custo mínimo levam à busca por alternativas de ingredientes que possam reduzir o custo das fórmulas e, assim, o custo de produção animal. Na avaliação da oportunidade de uso de ingredientes alternativos, Bellaver e Ludke (2004) indicaram que deveriam ser analisados também alguns pontos específicos, tais

como disponibilidade comercial, quantidade de nutrientes e energia, qualidade dos nutrientes e características físicas do ingrediente.

Segundo Sindirações (2013), os ingredientes de origem animal utilizados na alimentação animal devem ser isentos de materiais estranhos à sua composição e de microrganismos patogênicos. A definição de alguns ingredientes desse grupo segue descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Definição de alguns ingredientes de origem animal.

INGREDIENTE	DEFINIÇÃO
Farinha de penas hidrolisadas	Produto resultante da cocção sob pressão de penas não decompostas, obtidas no abate de aves, não sendo permitida a inclusão de animais mortos recolhidos em propriedades e materiais efluentes (lodo flotador, água residual, gordura ácida).
Farinha de vísceras	Produto resultante da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. Não deve conter penas, exceto aquelas que podem ocorrer não intencionalmente, e nem resíduos de incubatório e de outras matérias estranhas à sua composição. Não deve apresentar contaminação com casca de ovo.
Farinha de carne e ossos bovina	Produto resultante da industrialização de carcaças, órgãos e demais resíduos oriundos de animais de açougue. Não deve conter sangue, pelos, cerdas, fezes, cascos, conteúdo estomacal, materiais especificados de risco (MER) e resíduos de animais abatidos em estabelecimentos não autorizados.

Adaptado de SINDIRAÇÕES (2013).

Para Butolo (2010), as penas constituem-se em importante ingrediente e possuem a queratina como principal fonte proteica, que por sua vez é rica em aminoácidos sulfurados, particularmente a cistina, no entanto com níveis de até 60% de digestibilidade. Ainda segundo este autor, pesquisas têm sido realizadas tratando a farinha de penas com misturas enzimáticas que contenham a queratinase para melhorar sensivelmente a digestibilidade da proteína e consequentemente a performance das aves.

A menor digestibilidade encontrada entre os ingredientes de origem animal em relação ao farelo de soja evidencia a possibilidade de melhoria na digestibilidade proteica. Neste contexto, o uso de enzimas proteolíticas como aditivos torna-se uma ferramenta de importância na nutrição de frangos de corte (FREITAS, 2010).

3.5 ENZIMAS

As enzimas são moléculas altamente especializadas que atuam como catalisadores das reações em sistemas biológicos. Elas têm um elevado grau de especificidade para os seus substratos, aceleram as reações químicas e funcionam em soluções aquosas sob condições muito moderadas de temperatura e pH (NELSON; COX, 2005).

Nelson e Cox (2005) descreveram que, com exceção de um pequeno grupo de moléculas de RNA catalíticas, todas as enzimas são proteínas. Sua atividade catalítica depende da integridade da conformação da proteína nativa. Se uma enzima é desnaturada ou dissociada nas suas subunidades, a atividade catalítica é normalmente perdida. Se uma enzima é decomposta nos seus aminoácidos, a sua atividade catalítica é sempre destruída. Assim, as estruturas primárias, secundárias, terciárias, e quaternárias de enzimas de proteínas são essenciais para a sua atividade catalítica.

3.5.1 Enzimas endógenas relacionadas à digestão proteica

O trato digestório dos frangos de corte é mais curto do que o de mamíferos, necessitando de processos eficientes de trituração do alimento e de desnaturação das proteínas a fim de uma melhor digestão proteica (FREITAS, 2010).

A proteína da ração começa a ser digerida no proventrículo, pois na boca, no esôfago e no papo não há ação enzimática, e nem mesmo mecânica sobre o alimento ingerido. O proventrículo secreta ácido clorídrico e pepsinogênio, que por sua vez é transformado na endopeptidase pepsina, sua forma ativa. O pH ácido é o ideal para a atuação da pepsina. Desse modo, as

proteínas em meio ácido são desnaturadas e sofrem a ação da pepsina. Através da motilidade proventrículo-moela o alimento vai sendo triturado e digerido e assim a proteína parcialmente digerida passa para o duodeno (RUTZ, 2002).

A trituração do alimento propicia o aumento da superfície deste para que entre em contato com os sucos digestivos. Rutz (2002) relatou que parte da quebra das ligações peptídicas ocorre pela ação das enzimas proteolíticas em pH entre 1,0 a 4,0 e que quanto maior a área de superfície disponível para as enzimas e o tempo de ação destas sobre o substrato, melhor será a digestão e a disponibilidade dos aminoácidos para posterior absorção.

No intestino delgado encontra-se o principal sítio de digestão e absorção dos aminoácidos e peptídeos (BERTECHINI, 2006). Concluída a digestão gástrica, o conteúdo, agora denominado quimo, é liberado para o intestino delgado em pequenas quantidades (FREITAS, 2010). A chegada desta pasta ácida no duodeno vai estimular a produção de hormônios e estes, por sua vez, a liberação da bile pelo fígado e do suco pancreático (rico em proteases, carboidrases, lipases e bicarbonato de sódio) pelo pâncreas (ARGENZIO, 1993).

As secreções pancreática e biliar entram no trato gastrointestinal na porção anterior do jejuno. As pancreáticas tem pH entre 6,4 a 6,8 em frangos, incluindo uma fase aquosa contendo água e íons bicarbonato e uma fase enzimática (DENBOW, 2000). As enzimas digestivas encontradas no pâncreas de frangos de corte e suas respectivas taxas de secreção seguem relacionadas na Tabela 2, entretanto, Denbow (2000) afirmou que a dieta pode influenciar a taxa de secreção destas enzimas.

Tabela 2. Enzimas digestivas pancreáticas.

Enzima ou precursor	% do total
Tripsinogênio	10,0
Quimiotripsinogênio (A, B e C)	20,0
Inibidor de tripsina	11,3
Amilase	28,9
Procarboxipeptidase (A e B)	29,8

Pubols (1991); Denbow (2000).

Kadhim et al. (2011) citaram que várias enzimas digestivas são sintetizadas pelo pâncreas exócrino, armazenada nos grânulos de zimogênio e

liberadas no duodeno. Os zimogênios inativos secretados pelo pâncreas serão ativados no lúmen intestinal (RUTZ, 2002).

Denbow (2000) descreveu que a última etapa da digestão é realizada pelas enzimas intestinais, as quais são responsáveis por digerir amido, sacarose, gorduras, e proteínas (Tabela 3).

Tabela 3. Enzimas secretadas pelos intestinos

Enzima	Substrato	Produto
Maltase	Maltose	Glicose
Isomerase	Dextrinas	Glicose
Sacarase	Sacarose	Glicose, frutose
Enteroquinase	Tripsinogênio	Tripsina
Lipase	Monoglicerídeos	Glicerol, ácidos graxos
Peptidases	Di e Tripeptídeos	Aminoácidos

Denbow (2000).

Rutz (2002) descreve que a enteroquinase ativa o tripsinogênio, transformando-o em tripsina, que autorregula a ativação do tripsinogênio, bem como dos demais zimogênios ou enzimas pancreáticas. Por sua vez, as peptidases da membrana dos enterócitos podem agir sobre tri e dipeptídeos.

As proteases que agem no intestino delgado podem ser divididas em três grupos endopeptidases e exopeptidases secretadas pelo pâncreas, e aminopeptidases secretadas pela mucosa intestinal (CHAMPE; HARVEY, 1996).

A tripsina e a quimiotripsina, assim como a pepsina, são endopeptidases e quebram as ligações em locais específicos e não terminais, enquanto as carboxipeptidases são exopeptidases que hidrolisam as ligações na terminação carboxila dos peptídeos (RUTZ, 2002).

Freitas (2010) descreveu que as endopeptidases e exopeptidases no lúmen intestinal realizam hidrólise da maior porção do quimo, no entanto há evidências que pequenas porções peptídicas são resistentes a hidrólise luminal. A digestão dos peptídeos provenientes da ação das enzimas gástricas e pancreáticas até aminoácidos são completadas pelas múltiplas peptidases produzidas pelas células das vilosidades das porções iniciais do intestino delgado. As peptidases mais importantes são as aminopolipeptidases e as

dipeptidases, que desdobram os peptídeos remanescentes em tripeptídeos, dipeptídeos e alguns aminoácidos (PELUZIO; BATISTA, 2008).

3.5.2 Utilização de enzimas na nutrição animal

Ao longo dos últimos anos, o uso de enzimas na nutrição ganhou interesse devido a aspectos econômicos da utilização de grãos e também por causa de uma melhor compreensão do modo de ação e da disponibilidade de várias enzimas. A indústria passou a desenvolver algumas enzimas especificamente para uso na alimentação animal, as quais podem ser amplamente classificadas como carboidrases, proteases e lipases (LEESON; SUMMERS, 2005).

Segundo Freitas (2010), a adição de enzimas em dietas se dá com o principal objetivo de melhorar o valor nutricional de determinados ingredientes utilizados em formulações, cuja consequência seria a redução do custo de produção e possibilidade da incorporação de ingredientes que são pouco convencionais para a indústria brasileira.

As aves são capazes de produzir certas enzimas digestivas, como por exemplo, a amilase que digere o amido e as proteases que digere as proteínas. Por outro lado, este animais não produzem enzimas necessárias para a degradação da fibra alimentar (ZANELLA, 2001).

Segundo Bedford (1996), a utilização de enzimas como aditivos tem ocorrido principalmente na busca da suplementação de enzimas endógenas produzidas em baixas quantidades para atender a exigências nutricionais das modernas linhagens de frangos de corte, ou na adição de compostos que não são naturalmente produzidos pelas aves.

Leeson e Summers (2001) mencionaram que, para que uma enzima venha a ser utilizada como aditivo na alimentação de aves, algumas considerações precisam ser cumpridas: estas enzimas precisam ser ativadas pelo pH intestinal onde os substratos tornar-se-ão disponíveis e não devem ser inativadas pelas mudanças de pH que ocorrem primeiramente nas porções de moela e pró-ventrículo. Estes compostos precisam ainda apresentar uma

estabilidade ao longo do trato digestório da ave e da mesma maneira também precisam suportar as condições de processamento que a ração será submetida.

Para Wyatt e Bedford (1998), o uso de enzimas que sejam capazes de inativar os fatores antinutricionais da soja, degradando os inibidores de tripsina e lectinas e os polissacarídeos não-amiláceos, e mesmo auxiliar na digestão do amido, bem como reduzir a variabilidade em dietas à base de milho, pode resultar em melhor qualidade nutricional da dieta e desempenho animal mais uniforme.

O milho e o farelo de soja tem sido utilizados, respectivamente, como as principais fontes de energia e proteína das dietas brasileiras. Krabbe (2011) relatou que muitos estudos tem sido conduzidos para um maior conhecimento das características nutricionais destes ingredientes. Entretanto, seus fatores antinutricionais não foram estudados em profundidade, com exceção dos inibidores de tripsina em soja e derivados. Afirmou ainda que compostos como fitato, xilanos, glucanos e oligossacarídeos, embora estudados em cereais como trigo, cevada e outros predominantemente de clima frio, são pouco estudados em milho e farelo de soja e, em especial, com matérias-primas brasileiras.

As propriedades dos fatores antinutricionais dependem do antinutriente em questão e sua concentração na composição final da ração. Fatores antinutricionais não são tóxicos para os animais, mas sua presença no alimento pode resultar em crescimento reduzido, conversão alimentar ruim (KRABBE, 2011), alterações hormonais e lesões esporádicas nos órgãos (COUSINS, 1999).

O farelo de soja apresenta em sua composição constituintes não-digeridos pelas aves, ou com digestão incompleta, os quais são denominados de polissacarídeos não amiláceos (PNAs). Segundo Rodrigues et al. (2003), o farelo de soja apresenta 20% de polissacarídeos não amiláceos, com digestibilidade praticamente nula. Além disso, os inibidores de proteases e as lectinas são os fatores antinutricionais da soja e do farelo mais comumente destacados na literatura (RODRIGUES et al., 2003).

Segundo Cousins (1999), os polissacarídeos não amiláceos possuem elevada capacidade de se ligarem às grandes quantidades de água resultando num aumento da viscosidade do conteúdo intestinal. Esta elevação da viscosidade pode causar problemas no intestino delgado em decorrência de

nutrientes como gordura, amido ou proteína se tornarem menos acessíveis e disponíveis às enzimas endógenas. O resultado disto é uma menor digestibilidade destes nutrientes.

A adição de enzimas na dieta de frangos de corte visa reduzir ou eliminar os fatores antinutricionais que estão presentes nos grãos, aumentar a disponibilidade dos nutrientes, potencializar a ação das enzimas endógenas, suplementar a atividade enzimática do trato gastrintestinal com enzimas como amilase, proteases e lípases, além de diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes (BELLAYER et al., 2005; UTIMI, 2012).

Existem duas abordagens econômicas ao considerar a incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas (WYATT; BEDFORD, 1998; DESSIMONI, 2011). A primeira, uma aplicação mais simples e provavelmente mais prática, chamada de “over the top” (por cima) com intuito de melhorar o desempenho de forma mais econômica, consiste em adicionar enzimas em uma formulação padrão, sem alterar os níveis nutricionais. A segunda alternativa seria alterar a formulação da ração reduzindo os nutrientes e adicionando enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta padrão, visando o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais normais (DESSIMONI, 2011).

3.5.3 Fitases

A fitase é a enzima mais utilizada nas rações. Ela cliva o ácido fítico do farelo de soja e de outros cereais, liberando fósforo e cálcio. O ácido fítico é a principal fonte de armazenamento de fósforo nas plantas e trata-se de uma estrutura complexa que se liga firmemente ao fósforo. Poucos animais sintetizam a enzima fitase necessária para clivar a molécula do ácido fítico, razão pela qual grande parte desta não é digerida (LEESON; SUMMERS, 2005). Calcula-se que apenas 30% do fósforo presente nestes grãos seja disponível para as aves (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1994).

O interesse na enzima fitase surgiu porque o fósforo tornou-se um nutriente dispendioso, bem como o fato de que o ácido fítico não digerido aumenta a excreção ambiental de fósforo (LEESON; SUMMERS, 2005).

Adicionalmente, para se atender a exigência nutricional das aves é necessário fornecer grande quantidade de fósforo a partir de fontes inorgânicas ou de subprodutos da indústria frigorífica. Boling et al. (2000) ressaltaram que a otimização da utilização de fósforo possui um forte impacto econômico, pois o fósforo é um dos nutrientes mais caros da dieta, ficando somente atrás da energia e da proteína.

Selle e Ravindran (2007) citaram que embora a atividade da fitase tenha sido detectada pela primeira vez em farelo de arroz há mais de um século em 1907, as tentativas de se desenvolver uma enzima fitase alimentar só teve início em 1962, na América do Norte. Os trabalhos nessa época se concentravam nos efeitos negativos do fitato sobre a disponibilidade de cálcio e fósforo em frangos de corte. No entanto, só a partir de 1991, na Holanda, que a primeira enzima fitase alimentar tornou-se comercialmente disponível, principalmente após uma legislação destinada a limitar a poluição fósforo do meio ambiente.

Naves (2012) mencionou que as fitases podem ser classificadas de acordo com o local do substrato onde a hidrólise se inicia ou conforme o pH de ação. No primeiro caso, duas classes de fitases são reconhecidas pela International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) e pela International Union of Pure Biochemistry (IUB): 3-fitases (EC 3.1.3.8), que removem o primeiro ortofosfato na posição D-3 (L-1) do fitato; e 6-fitases (EC 3.1.3.26), as quais iniciam preferencialmente a desfosforilação na posição L-6 (D-4) (RAGON et al., 2008). No segundo caso, as fitases podem ser classificadas em ácidas (com pH ótimo entre 2,5 e 6,0) ou alcalinas (com pH ótimo entre 6,0 e 8,0) (GREINER; ALMINGER; CARLSSON, 2001).

Selle e Ravindran (2007) mencionaram que o termo mais utilizado para o substrato da fitase é fitato, porém, três terminologias podem ser adotadas: fitato, fitina e ácido fítico. Descreveram também que o fitato se refere à mistura de sais de ácido fítico (mio-inositol hexafosfato; IP_6), ou seja, quando o ácido fítico se liga a íons de Na, Mg, K, Ca e Zn, dentre outros. Já o termo fitina refere-se especificamente ao complexo depositado de IP_6 com K, Mg e Ca, assim como acontece em plantas, enquanto que o ácido fítico é a forma livre do IP_6 .

Utimi (2012) descreveu que a propriedade antinutricional do fitato não está somente baseada na indisponibilidade do fósforo, pois a solubilidade e a digestibilidade são drasticamente reduzidas pela formação de complexos insolúveis. O ácido fítico é um potente agente quelante de cátions bivalentes como o Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, Cu, o que acarreta uma maior excreção destes nutrientes, afetando o ambiente. Também interfere na absorção de aminoácidos e inibe a atividade da pepsina, tripsina e α -amilase (RAVINDRAN; BRYDEN; KORNEGAY, 1995; SEBASTIAN; TOUCHBURN; CHAVEZ, 1998).

O fitato também se liga a outros minerais e pode conjugar com proteínas e carboidratos, sendo assim, a digestão desta molécula pode potencialmente liberar minerais, aminoácidos e energia, além de cálcio e fósforo (LEESON; SUMMERS, 2005). Entretanto, os minerais e outros nutrientes, quando ligados à molécula de ácido fítico, tornam-se indisponíveis ao animal (DARI, 2004; SELLE; RAVINDRAN, 2007).

Segundo Cousins (1999), a interação existente entre o fitato e a proteína ocorre por uma ligação iônica que depende das condições de pH. Em pH baixo, o fitato se liga eletrostaticamente com resíduos básicos como a arginina, lisina e histidina formando um complexo insolúvel e quando o pH está próximo ao ponto isoelétrico, a carga da proteína é neutra e não se liga ao fitato. A presença do fitato também interfere na digestão proteica, pela inibição da atividade das proteases endógenas devido à complexação da molécula de fitato com a própria enzima (DARI, 2004).

3.5.4 Proteases

As enzimas que degradam proteínas, as proteases, são caracterizadas por sua capacidade de hidrolisar ligações antes ou depois de aminoácidos específicos. Isaksen, Cowieson e Kragh (2010) mencionaram que as proteases envolvidas na degradação proteica no sistema digestório tem sido extensamente estudadas em animais, inclusive com os suínos frequentemente servindo de modelo para entendimento da digestão humana. Estes autores citaram também que as atividades de proteases endógenas são cuidadosamente reguladas, pois

a atividade delas em um local inadequado pode levar a digestão dos próprios tecidos do animal e/ou ativar vias inflamatórias.

As proteases são enzimas da classe 3, as hidrolases, e subclasse 3.4, as peptídeo-hidrolases ou peptidases (PALLADINO, 2008 apud DESSIMONI, 2011). Dessimoni (2011) descreveu que estas enzimas constituem uma grande família, dividida em endopeptidases ou proteinases e exopeptidases, de acordo com a posição da ligação peptídica a ser clivada na cadeia peptídica. Exopeptidases clivam as ligações peptídicas próximas ao grupo amino ou carboxi-terminal do substrato (classificadas como amino e carboxipeptidases, respectivamente), enquanto as endopeptidases clivam as ligações peptídicas distantes do grupo terminal do substrato. As endopeptidases podem ser ainda subdivididas de acordo com o grupo reativo no sítio ativo envolvido com a catálise em: serina proteases, cisteína proteases, aspártico-proteases ou aspártico-endopeptidases e metaloproteases ou metaloendopeptidases (RAO et al., 1998).

Da mesma forma que outros tipos de enzimas, a suplementação de proteases exógenas em dietas para frangos de corte vem sendo estudada com o intuito de melhorar o aproveitamento dos ingredientes, com consequente melhora no desempenho animal e redução de custos de produção.

Para Grimes et al. (2012), a utilização de proteases exógenas pode melhorar a utilização da proteína e disponibilizar mais aminoácidos, permitindo a formulação de rações com níveis mais baixos de proteína e resultando em diminuição do custo das rações.

Grimes (2011) mencionou que há um grande interesse em novas melhorias na digestibilidade do farelo de soja, incluindo o uso de proteases. Para Wyatt e Bedford (1998), as proteases agem neutralizando os efeitos dos fatores antinutricionais do farelo de soja e aumentam a digestibilidade da proteína.

Segundo Yu et al. (2007), a suplementação de enzimas específicas para a hidrólise de farelo de soja pode melhorar o desempenho de produção de frangos de corte. Além disso, a inclusão apropriada de enzima permite a formulação de uma dieta mais ecologicamente correta devido à redução da excreção de nitrogênio, viabilizada pela diminuição dos níveis de proteína com o uso da enzima protease na dieta.

Wang, Garlich e Shih (2006) citaram que o uso de uma protease produzida pelo *Bacillus licheniformis* PWD-1, naturalmente termofílico e com uma elevada atividade queratinolítica, proporcionou melhoras na conversão alimentar e na integridade intestinal das aves, indicando significantes benefícios na morfologia intestinal dos animais aos 42 dias de idade.

A PWD-1-queratinase hidrolisa uma ampla gama de substratos proteicos incluindo caseína, colágeno, elastina e queratina (ODETALLAH et al., 2005) e possui alta atividade proteolítica sobre proteínas animais e vegetais, exibindo atividade ótima de queratinase em 50-60 °C e pH 7,5-8,0 (SHIH; WANG, 2006).

Segundo Odetallah et al. (2005), dietas contendo níveis muito baixos de proteína são mais sensíveis à adição de protease. Também mencionaram que a resposta significativa no desempenho sugere um efeito poupador de proteína pela queratinase, e que, embora as dietas milho e farelo de soja sejam altamente digestíveis pelas aves, a possibilidade de melhoria na digestibilidade ainda pode existir.

Yan et al. (2012) relataram que a proteína não digerida no intestino, favorece o crescimento de *Clostridium perfringens* e consequente redução no desempenho e, nesse contexto, o uso de protease pode aliviar esses efeitos negativos através da melhoria da digestão de proteínas e da morfologia intestinal em frangos de corte.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ANIMAIS

Foram utilizados neste estudo 1764 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb-500 Slow. As aves foram alojadas em densidade de 14 aves/m² e receberam dietas específicas no período de 1 a 42 dias de idade, de acordo com o protocolo experimental.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizados 9 tratamentos em delineamento inteiramente casualizado, com 14 repetições de 14 aves cada, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição dos tratamentos.

Tratamento	Níveis de AAs e EMA	Inclusão de Protease
T1	- 3x a matriz	-
T2	- 2x a matriz	-
T3	- 1x a matriz	-
T4	Padrão	-
T5	+ 1x a matriz	-
T6	Dieta T2	125 g/ton
T7	Dieta T2	250 g/ton
T8	Dieta T2	375 g/ton
T9	Dieta T2	500 g/ton

Para o tratamento padrão (T4) foram utilizados os níveis para rações de frangos machos desempenho médio, descritos por Rostagno et al. (2011), com adaptação nos níveis de energia, Met+Cys e colina (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 - Níveis nutricionais do tratamento padrão, adaptado de Rostagno et al. (2011) para Frango Macho Desempenho Médio.

		Pré-Inicial 1 a 7 dias	Inicial 8 a 21 dias	Crescimento 22 a 35 dias	Final 36 a 42 dias
EMA	Kcal/Kg	2.950	3.050	3.150	3.200
Lys dig	%	1,31	1,17	1,08	1,01
Met dig	%	0,51	0,46	0,43	0,40
Met+Cys dig	%	0,98	0,89	0,83	0,79
Thr dig	%	0,85	0,76	0,70	0,66
Trp dig	%	0,22	0,20	0,19	0,18
Val dig	%	1,00	0,90	0,84	0,79
Ile dig	%	0,88	0,79	0,73	0,69
Cálcio	%	0,92	0,82	0,73	0,64
P disp	%	0,47	0,39	0,34	0,30
Colina	g	1,60	1,55	1,40	1,30
Sódio	%	0,220	0,210	0,200	0,195

Tabela 6 - Relação aminoácidos / lisina do tratamento padrão, de acordo com Rostagno et al. (2011) para Frango Macho Desempenho Médio.

		Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Lys dig	%	100	100	100	100
Met dig	%	39	39	40	40
Met+Cys dig	%	75	76	77	78
Thr dig	%	65	65	65	65
Trp dig	%	17	17	18	18
Val dig	%	76	77	78	78
Ile dig	%	67	68	68	68

Os demais tratamentos tiveram a composição de suas dietas calculadas de acordo com a matriz nutricional de aminoácidos e energia sugerida pelo fornecedor da protease (Tabela 7). A matriz nutricional corresponde ao valor nutricional virtual da enzima em determinado substrato, decorrente do melhor aproveitamento dos ingredientes pelo animal, estimado por ensaios de digestibilidade e que é periodicamente revisado. Quando esse recurso é utilizado, teoricamente podem ser reduzidos os níveis nutricionais das rações, sem prejuízo no desempenho zootécnico dos animais.

Tabela 11 - Níveis dos tratamentos na fase Final (36 a 42 dias de idade).

Tratamento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		- 3x a matriz	- 2x a matriz	- 1x a matriz	Padrão	+ 1x a matriz	T2 + 125g on top	T2 + 250g on top	T2 + 375g on top	T2 + 500g on top
EMA	Kcal/Kg	3.121	3.147	3.174	3.200	3.226	3.147	3.147	3.147	3.147
Lys dig	%	0,92	0,95	0,98	1,01	1,04	0,95	0,95	0,95	0,95
Met dig	%	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,38	0,38	0,38	0,38
Met+Cys dig	%	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,73	0,73	0,73	0,73
Thr dig	%	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70	0,58	0,58	0,58	0,58
Trp dig	%	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,16	0,16	0,16	0,16
Val dig	%	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,73	0,73	0,73	0,73
Ile dig	%	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,59	0,59	0,59	0,59
Cálcio	%	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
P disp	%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Colina	g	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Sódio	%	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

4.3 COMPOSIÇÃO DAS DIETAS

As dietas experimentais tiveram em sua composição ingredientes utilizados pela indústria brasileira tais como milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras e farinha de penas hidrolisadas. Todas as rações tiveram o uso de fitase, associado ou não com protease.

A inclusão das farinhas de origem animal em cada fase de criação foi realizada conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Percentual de inclusão de farinhas de origem animal de acordo com a fase de criação.

INGREDIENTE	PRÉ- INICIAL	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
Farinha de Vísceras	-	2%	3%	4%
Farinha de Penas e Sangue	-	-	2%	3%
Farinha de Carne e Ossos	*	*	*	*

* de acordo com o nível de fósforo disponível especificado na formulação.

Em todos os tratamentos foi utilizada uma enzima 3-fitase fúngica produzida por *Aspergillus niger* (CBS 101.672), contribuindo apenas com de 0,1% do cálcio e 0,115% do fósforo disponível (P disp) das rações. Em algumas

dietas utilizou-se também uma serina protease subtilisina (EC 3.4.21.62), que é uma endopeptidase de origem bacteriana (*Bacillus lincheniformis* PWD-1), também chamada de PWD-1 queratinase.

4.4 CONFECÇÃO DAS RAÇÕES

Os principais ingredientes utilizados na dieta (milho, farelo de soja, farinha de vísceras, farinha de penas, farinha de carne, calcário e farelo de trigo) foram amostrados e analisados antes da formulação. Os valores de aminoácidos totais foram obtidos via *near-infrared spectroscopy* (NIRS). Sobre estes valores foram aplicados os coeficientes de digestibilidade descritos por Rostagno et al. (2011) para cada ingrediente, obtendo-se assim os respectivos valores de aminoácidos digestíveis.

Inicialmente foram formuladas as rações do tratamento padrão (T4) para a determinação da matriz da protease junto ao fornecedor da enzima. Após esta etapa foram formuladas as dietas dos demais tratamentos. Segundo Odetallah et al. (2005), dietas contendo níveis muito baixos de proteína são mais sensíveis à adição de protease. Dessa forma, foi estabelecido que a protease fosse avaliada em uma condição duas vezes mais baixa na razão de sua matriz nutricional. Para tanto, foi fixado um mínimo de 0,5% de óleo (5 Kg/ton) nas dietas, evitando-se que a diferença de óleo em relação ao padrão (T4-T2) ficasse superior a 10 Kg/ton ração. O uso de até 1% de substância inerte (sem valor nutricional) foi um recurso para se reduzir a entrada do farelo de trigo. As composições de cada dieta seguem descritas nas Tabelas de 13 a 20.

Visando assegurar uma boa qualidade da mistura da ração, foi feita uma pré-mistura com os ingredientes de baixa inclusão de cada tratamento. Esta continha o suplemento vitamínico mineral com fitase, a protease e os aminoácidos sintéticos (Metionina Hidróxi-Análoga, L-Lisina e L-Treonina), diluídos em veículo apropriado. A dosagem de cada ingrediente foi rigorosamente conferida.

Tabela 13 – Composição das rações para a fase pré-inicial.

PRÉ-INICIAL		- 3x a matriz	- 2x a matriz	- 1x a matriz	Padrão	+ 1x a matriz	Dieta T2 com 125g on top	Dieta T2 com 250g on top	Dieta T2 com 375g on top	Dieta T2 com 500g on top
Ingredientes	Custo (R\$/kg)	PRÉ T1	PRÉ T2	PRÉ T3	PRÉ T4	PRÉ T5	PRÉ T6	PRÉ T7	PRÉ T8	PRÉ T9
MILHO MOIDO (8.8% PB)	0,453	544,050	557,750	568,350	541,450	501,500	557,750	557,750	557,750	557,750
FO SOJA 45,5%	1,025	306,000	332,000	356,000	381,000	407,000	332,000	332,000	332,000	332,000
FO TRIGO	0,400	72,000	32,000	-----	-----	-----	32,000	32,000	32,000	32,000
OLEO DEGOMADO DE SOJA	2,907	5,000	5,000	5,000	14,000	28,000	5,000	5,000	5,000	5,000
FA CARNE 47.5% Lote1	0,760	40,000	41,000	43,000	42,000	42,000	41,000	41,000	41,000	41,000
CALCARIO 36% Ca	0,150	2,500	1,800	1,200	1,100	1,000	1,800	1,800	1,800	1,800
SAL COMUM	0,400	4,450	4,450	4,450	4,450	4,500	4,450	4,450	4,450	4,450
INERTE (Areia Fina Lavada)	0,200	10,000	10,000	6,000	-----	-----	10,000	10,000	10,000	10,000
Pré-mistura										
SUPLEMENTO VITAMINICO-MINERAL*	12,488	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
MILHO DESGERMINADO	0,610	5,350	4,930	4,500	4,060	3,640	4,805	4,680	4,555	4,430
METIONINA MHA-Ca 84%	10,000	3,400	3,500	3,600	3,730	3,880	3,500	3,500	3,500	3,500
L-LISINA	5,500	1,030	1,060	1,110	1,120	1,090	1,060	1,060	1,060	1,060
L-TREONINA	6,000	0,220	0,510	0,790	1,090	1,390	0,510	0,510	0,510	0,510
PROTEASE	30,000	-----	-----	-----	-----	-----	0,125	0,250	0,375	0,500
Batida (Kg)		1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Custo (R\$/ton)		757,282	777,445	797,371	837,883	890,015	781,118	784,792	788,466	792,140

***Níveis do suplemento vitamínico-mineral por Kg de ração da fase pré-inicial:** Vitamina A (mín.) 9.375,00 UI; Vitamina D3 (mín.) 2.375,00 UI; Vitamina E (mín.) 35,00 mg; Vitamina K3 (mín.) 1,88 mg; Vitamina B1 (mín.) 2,50 mg; Vitamina B2 (mín.) 6,25 mg; Vitamina B6 (mín.) 3,50 mg; Vitamina B12 (mín.) 15,00 mcg; Ácido Nicotínico (mín.) 37,50 mg; Ácido Pantotênico (mín.) 12,50 mg; Ácido Fólico (mín.) 0,88 mg; Biotina (mín.) 90,00 mcg; Colina (mín.) 292,20 mg; Ferro (mín.) 62,50 mg; Manganês (mín.) 88,00 mg; Zinco (mín.) 81,30 mg; Cobre (mín.) 100,00 mg; Iodo (mín.) 1,25 mg; Selênio (mín.) 0,38 mg; Virginiamicina 16,50 mg; Fitase (Natuphós® 10.000G) 500 FTU; Antioxidante (BHT) 100 mg.

Tabela 14 – Valor nutricional calculado das rações para a fase pré-inicial.

Valor nutricional	Unidade	PRÉ T1	PRÉ T2	PRÉ T3	PRÉ T4	PRÉ T5	PRÉ T6	PRÉ T7	PRÉ T8	PRÉ T9
EMA	Mcal/kg	2,826	2,867	2,909	2,949	2,992	2,867	2,867	2,867	2,867
PROTEINA	%	21,972	22,794	23,657	24,536	25,391	22,794	22,794	22,794	22,794
FIBRA	%	3,246	3,028	2,869	2,946	3,004	3,028	3,028	3,028	3,028
E.ETEREO	%	3,743	3,696	3,674	4,478	5,732	3,696	3,696	3,696	3,696
MINERAL	%	4,921	4,858	4,859	4,926	5,016	4,858	4,858	4,858	4,858
CALCIO	%	0,921	0,914	0,925	0,915	0,919	0,914	0,914	0,914	0,914
P TOTAL	%	0,665	0,651	0,650	0,653	0,659	0,651	0,651	0,651	0,651
P DISP	%	0,470	0,467	0,473	0,468	0,470	0,467	0,467	0,467	0,467
LISINA	%	1,245	1,306	1,369	1,433	1,496	1,306	1,306	1,306	1,306
LIS DIG AVES	%	1,129	1,189	1,250	1,310	1,369	1,189	1,189	1,189	1,189
METIONINA	%	0,601	0,620	0,640	0,661	0,682	0,620	0,620	0,620	0,620
METIONINA DIG AVES	%	0,571	0,590	0,610	0,630	0,651	0,590	0,590	0,590	0,590
MET+CIS	%	0,979	1,009	1,039	1,073	1,105	1,009	1,009	1,009	1,009
MET+CIS DIG AVES	%	0,890	0,920	0,950	0,980	1,010	0,920	0,920	0,920	0,920
TREONINA	%	0,773	0,836	0,897	0,961	1,025	0,836	0,836	0,836	0,836
TREONINA DIG AVES	%	0,669	0,730	0,789	0,850	0,910	0,730	0,730	0,730	0,730
TRIPTOFANO	%	0,246	0,252	0,259	0,273	0,286	0,252	0,252	0,252	0,252
TRIPTOFANO DIG AVES	%	0,220	0,227	0,234	0,246	0,259	0,227	0,227	0,227	0,227
VALINA	%	1,004	1,044	1,086	1,131	1,174	1,044	1,044	1,044	1,044
VALINA DIG AVES	%	0,880	0,920	0,960	1,000	1,039	0,920	0,920	0,920	0,920
ISOLEUCINA	%	0,902	0,947	0,991	1,037	1,084	0,947	0,947	0,947	0,947
ISOLEUCINA DIG AVES	%	0,809	0,853	0,895	0,937	0,979	0,853	0,853	0,853	0,853
SODIO	%	0,220	0,219	0,219	0,219	0,221	0,219	0,219	0,219	0,219
MANGANES	g/Kg	0,109	0,105	0,102	0,103	0,103	0,105	0,105	0,105	0,105
COBRE	g/Kg	0,108	0,108	0,108	0,109	0,109	0,108	0,108	0,108	0,108
COLINA	g/Kg	1,573	1,591	1,599	1,650	1,699	1,591	1,591	1,591	1,591
VIRGINIAMICINA	g/Kg	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
No.MONGIN	Meq/100g	22,070	22,376	22,802	23,796	24,761	22,376	22,376	22,376	22,376

Tabela 15 – Composição das rações para a fase inicial.

INICIAL		- 3x a matriz	- 2x a matriz	- 1x a matriz	Padrão	+ 1x a matriz	Dieta T2 com 125g on top	Dieta T2 com 250g on top	Dieta T2 com 375g on top	Dieta T2 com 500g on top
Ingredientes	Custo (R\$/kg)	INI T1	INI T2	INI T3	INI T4	INI T5	INI T6	INI T7	INI T8	INI T9
MILHO MOIDO (8.8% PB)	0,453	618,700	632,300	635,922	606,600	575,800	632,300	632,300	632,300	632,300
FO SOJA 45,5%	1,025	253,000	272,000	289,000	309,000	329,000	272,000	272,000	272,000	272,000
FO TRIGO	0,400	45,000	12,000	-----	-----	-----	12,000	12,000	12,000	12,000
OLEO DEGOMADO DE SOJA	2,907	5,000	5,000	5,000	16,000	27,000	5,000	5,000	5,000	5,000
FA CARNE 47.5% Lote1	0,760	23,000	24,000	25,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
FA VISCERAS	0,960	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
CALCARIO 36% Ca	0,150	5,000	4,400	4,200	4,100	3,900	4,400	4,400	4,400	4,400
SAL COMUM	0,400	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300
INERTE (Areia Fina Lavada)	0,200	10,000	10,000	0,578	-----	-----	10,000	10,000	10,000	10,000
Pré-mistura										
SUPLEMENTO VITAMINICO-MINERAL*	18,921	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
MILHO DESGERMINADO	0,610	6,180	5,660	5,120	4,610	4,080	5,535	5,410	5,285	5,160
METIONINA MHA-Ca 84%	10,000	2,660	2,830	2,990	3,190	3,390	2,830	2,830	2,830	2,830
L-LISINA	5,500	1,040	1,130	1,240	1,280	1,330	1,130	1,130	1,130	1,130
L-TREONINA	6,000	0,120	0,380	0,650	0,920	1,200	0,380	0,380	0,380	0,380
PROTEASE	30,000	-----	-----	-----	-----	-----	0,125	0,250	0,375	0,500
Batida (Kg)		1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Custo (R\$/ton)		763,743	780,289	796,897	838,728	880,852	783,963	787,636	791,310	794,984

***Níveis do suplemento vitamínico-mineral por Kg de ração da fase inicial:** Vitamina A (mín.) 8.250,00 UI; Vitamina D3 (mín.) 2.090,00 UI; Vitamina E (mín.) 31,00 mg; Vitamina K3 (mín.) 1,65 mg; Vitamina B1 (mín.) 2,20 mg; Vitamina B2 (mín.) 5,50 mg; Vitamina B6 (mín.) 3,08 mg; Vitamina B12 (mín.) 13,00 mcg; Ácido Nicotínico (mín.) 33,00 mg; Ácido Pantotênico (mín.) 11,00 mg; Ácido Fólico (mín.) 0,77 mg; Biotina (mín.) 78,00 mcg; Colina (mín.) 307,20 mg; Ferro (mín.) 55,00 mg; Manganês (mín.) 77,00 mg; Zinco (mín.) 71,50 mg; Cobre (mín.) 100,00 mg; Iodo (mín.) 1,10 mg; Selênio (mín.) 0,33 mg; Virginiamicina 16,50 mg; Nicarbazina+Narazina 100,00 mg; Fitase (Natuphós® 10.000G) 500 FTU; Antioxidante (BHT) 100 mg.

Tabela 16 – Valor nutricional calculado das rações para a fase inicial.

Valor nutricional	Unidade	INI T1	INI T2	INI T3	INI T4	INI T5	INI T6	INI T7	INI T8	INI T9
EMA	Mcal/kg	2,943	2,980	3,013	3,051	3,086	2,980	2,980	2,980	2,980
PROTEINA	%	20,285	20,890	21,610	22,244	22,914	20,890	20,890	20,890	20,890
FIBRA	%	2,867	2,679	2,659	2,705	2,750	2,679	2,679	2,679	2,679
E.ETEREO	%	3,895	3,863	3,866	4,849	5,835	3,863	3,863	3,863	3,863
MINERAL	%	4,579	4,519	4,576	4,610	4,662	4,519	4,519	4,519	4,519
CALCIO	%	0,817	0,813	0,826	0,815	0,815	0,813	0,813	0,813	0,813
P TOTAL	%	0,555	0,544	0,550	0,549	0,554	0,544	0,544	0,544	0,544
P DISP	%	0,389	0,387	0,392	0,387	0,388	0,387	0,387	0,387	0,387
LISINA	%	1,132	1,181	1,236	1,287	1,341	1,181	1,181	1,181	1,181
LIS DIG AVES	%	1,021	1,069	1,121	1,170	1,221	1,069	1,069	1,069	1,069
METIONINA	%	0,528	0,550	0,572	0,595	0,619	0,550	0,550	0,550	0,550
METIONINA DIG AVES	%	0,499	0,521	0,543	0,566	0,589	0,521	0,521	0,521	0,521
MET+CIS	%	0,882	0,912	0,944	0,976	1,007	0,912	0,912	0,912	0,912
MET+CIS DIG AVES	%	0,800	0,830	0,861	0,890	0,920	0,830	0,830	0,830	0,830
TREONINA	%	0,710	0,761	0,814	0,866	0,919	0,761	0,761	0,761	0,761
TREONINA DIG AVES	%	0,611	0,660	0,710	0,760	0,811	0,660	0,660	0,660	0,660
TRIPTOFANO	%	0,219	0,223	0,231	0,241	0,251	0,223	0,223	0,223	0,223
TRIPTOFANO DIG AVES	%	0,196	0,200	0,207	0,216	0,226	0,200	0,200	0,200	0,200
VALINA	%	0,926	0,955	0,988	1,021	1,055	0,955	0,955	0,955	0,955
VALINA DIG AVES	%	0,811	0,840	0,871	0,900	0,930	0,840	0,840	0,840	0,840
ISOLEUCINA	%	0,826	0,858	0,893	0,928	0,963	0,858	0,858	0,858	0,858
ISOLEUCINA DIG AVES	%	0,740	0,772	0,804	0,835	0,867	0,772	0,772	0,772	0,772
SODIO	%	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
MANGANES	g/Kg	0,094	0,091	0,090	0,090	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
COBRE	g/Kg	0,107	0,107	0,108	0,108	0,108	0,107	0,107	0,107	0,107
COLINA	g/Kg	1,529	1,548	1,559	1,595	1,632	1,548	1,548	1,548	1,548
VIRGINIAMICINA	g/Kg	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
NICARBAZINA	g/Kg	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
NARAZINA	g/Kg	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
No.MONGIN	Meq/100g	19,276	19,429	19,982	20,711	21,451	19,429	19,429	19,429	19,429

Tabela 17 – Composição das rações para a fase crescimento.

CRESCIMENTO		- 3x a matriz	- 2x a matriz	- 1x a matriz	Padrão	+ 1x a matriz	Dieta T2 com 125g on top	Dieta T2 com 250g on top	Dieta T2 com 375g on top	Dieta T2 com 500g on top
Ingredientes	Custo (R\$/kg)	CRE T1	CRE T2	CRE T3	CRE T4	CRE T5	CRE T6	CRE T7	CRE T8	CRE T9
MILHO MOIDO (8.8% PB)	0,453	681,850	688,500	684,700	653,800	622,900	688,500	688,500	688,500	688,500
FO SOJA 45,5%	1,025	159,000	191,000	213,000	234,000	255,000	191,000	191,000	191,000	191,000
FO TRIGO	0,400	48,000	9,000	-----	-----	-----	9,000	9,000	9,000	9,000
OLEO DEGOMADO DE SOJA	2,907	10,000	10,000	11,000	21,000	31,000	10,000	10,000	10,000	10,000
FA CARNE 47.5% Lote1	0,760	13,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
FA VISCERAS	0,960	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
FA PENAS	0,790	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
CALCARIO 36% Ca	0,150	6,200	5,500	5,300	5,200	5,100	5,500	5,500	5,500	5,500
SAL COMUM	0,400	3,950	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
INERTE (Areia Fina Lavada)	0,200	10,000	10,000	-----	-----	-----	10,000	10,000	10,000	10,000
Pré-mistura										
SUPLEMENTO VITAMINICO-MINERAL*	13,262	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
MILHO DESGERMINADO	0,610	6,580	6,980	6,970	6,750	6,520	6,855	6,730	6,605	6,480
METIONINA MHA-Ca 84%	10,000	2,260	2,300	2,400	2,590	2,780	2,300	2,300	2,300	2,300
L-LISINA	5,500	2,740	2,310	2,120	2,000	1,880	2,310	2,310	2,310	2,310
L-TREONINA	6,000	0,420	0,410	0,510	0,660	0,820	0,410	0,410	0,410	0,410
PROTEASE	30,000	-----	-----	-----	-----	-----	0,125	0,250	0,375	0,500
Batida (Kg)		1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Custo (R\$/ton)		703,029	722,137	740,791	779,377	818,017	725,811	729,484	733,158	736,832

***Níveis do suplemento vitamínico-mineral por Kg de ração da fase crescimento:** Vitamina A (mín.) 7.500,00 UI; Vitamina D3 (mín.) 1.900,00 UI; Vitamina E (mín.) 28,00 mg; Vitamina K3 (mín.) 1,50 mg; Vitamina B1 (mín.) 2,00 mg; Vitamina B2 (mín.) 5,00 mg; Vitamina B6 (mín.) 2,80 mg; Vitamina B12 (mín.) 12,00 mcg; Ácido Nicotínico (mín.) 30,00 mg; Ácido Pantotênico (mín.) 10,00 mg; Ácido Fólico (mín.) 0,70 mg; Biotina (mín.) 72,00 mcg; Colina (mín.) 338,40 mg; Ferro (mín.) 50,00 mg; Manganês (mín.) 70,00 mg; Zinco (mín.) 65,00 mg; Cobre (mín.) 100,00 mg; Iodo (mín.) 1,00 mg; Selênio (mín.) 0,30 mg; Virginiamicina 16,50 mg; Salinomicina 66,00 mg; Fitase (Natuphós® 10.000G) 500 FTU; Antioxidante (BHT) 100 mg.

Tabela 18 – Valor nutricional calculado das rações para a fase crescimento.

Valor nutricional	Unidade	CRE T1	CRE T2	CRE T3	CRE T4	CRE T5	CRE T6	CRE T7	CRE T8	CRE T9
EMA	Mcal/kg	3,061	3,092	3,122	3,150	3,178	3,092	3,092	3,092	3,092
PROTEINA	%	18,642	19,627	20,464	21,155	21,847	19,627	19,627	19,627	19,627
FIBRA	%	2,561	2,372	2,392	2,442	2,492	2,372	2,372	2,372	2,372
E.ETEREO	%	4,643	4,585	4,668	5,559	6,450	4,585	4,585	4,585	4,585
MINERAL	%	4,089	4,063	4,123	4,192	4,260	4,063	4,063	4,063	4,063
CALCIO	%	0,735	0,729	0,728	0,732	0,735	0,729	0,729	0,729	0,729
P TOTAL	%	0,476	0,465	0,469	0,475	0,481	0,465	0,465	0,465	0,465
P DISP	%	0,343	0,340	0,340	0,341	0,343	0,340	0,340	0,340	0,340
LISINA	%	1,073	1,114	1,157	1,201	1,245	1,114	1,114	1,114	1,114
LIS DIG AVES	%	0,962	1,001	1,041	1,081	1,121	1,001	1,001	1,001	1,001
METIONINA	%	0,466	0,483	0,502	0,525	0,548	0,483	0,483	0,483	0,483
METIONINA DIG AVES	%	0,437	0,454	0,473	0,496	0,518	0,454	0,454	0,454	0,454
MET+CIS	%	0,839	0,870	0,902	0,935	0,967	0,870	0,870	0,870	0,870
MET+CIS DIG AVES	%	0,740	0,770	0,800	0,830	0,860	0,770	0,770	0,770	0,770
TREONINA	%	0,690	0,732	0,775	0,818	0,861	0,732	0,732	0,732	0,732
TREONINA DIG AVES	%	0,581	0,620	0,660	0,700	0,741	0,620	0,620	0,620	0,620
TRIPTOFANO	%	0,184	0,193	0,204	0,215	0,226	0,193	0,193	0,193	0,193
TRIPTOFANO DIG AVES	%	0,160	0,170	0,180	0,190	0,200	0,170	0,170	0,170	0,170
VALINA	%	0,876	0,928	0,971	1,007	1,043	0,928	0,928	0,928	0,928
VALINA DIG AVES	%	0,752	0,802	0,841	0,874	0,906	0,802	0,802	0,802	0,802
ISOLEUCINA	%	0,731	0,788	0,832	0,870	0,907	0,788	0,788	0,788	0,788
ISOLEUCINA DIG AVES	%	0,645	0,699	0,739	0,773	0,808	0,699	0,699	0,699	0,699
SODIO	%	0,199	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201
MANGANES	g/Kg	0,085	0,082	0,081	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082
COBRE	g/Kg	0,106	0,106	0,106	0,107	0,107	0,106	0,106	0,106	0,106
COLINA	g/Kg	1,404	1,423	1,471	1,511	1,551	1,423	1,423	1,423	1,423
VIRGINIAMICINA	g/Kg	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
SALINOMICINA	g/Kg	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066
No.MONGIN	Meq/100g	15,445	16,026	16,829	17,620	18,410	16,026	16,026	16,026	16,026

Tabela 19 – Composição das rações para a fase final.

FINAL		- 3x a matriz	- 2x a matriz	- 1x a matriz	Padrão	+ 1x a matriz	Dieta T2 com 125g on top	Dieta T2 com 250g on top	Dieta T2 com 375g on top	Dieta T2 com 500g on top
Ingredientes	Custo (R\$/kg)	FIN T1	FIN T2	FIN T3	FIN T4	FIN T5	FIN T6	FIN T7	FIN T8	FIN T9
MILHO MOIDO (8.8% PB)	0,453	711,100	716,400	709,500	678,600	647,700	716,400	716,400	716,400	716,400
FO SOJA 45,5%	1,025	125,000	156,000	177,000	198,000	219,000	156,000	156,000	156,000	156,000
FO TRIGO	0,400	41,000	5,000	-----	-----	-----	5,000	5,000	5,000	5,000
OLEO DEGOMADO DE SOJA	2,907	11,000	11,000	12,000	22,000	32,000	11,000	11,000	11,000	11,000
FA CARNE 44.4% Lote2	0,760	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
FA VISCERAS	0,960	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
FA PENAS	0,790	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
CALCARIO 36% Ca	0,150	5,100	4,800	4,700	4,600	4,500	4,800	4,800	4,800	4,800
SAL COMUM	0,400	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800	3,800
INERTE (Areia Fina Lavada)	0,200	10,000	10,000	-----	-----	-----	10,000	10,000	10,000	10,000
Pré-mistura										
SUPLEMENTO VITAMINICO-MINERAL*	11,464	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
MILHO DESGERMINADO	0,610	5,320	5,780	5,830	5,740	5,650	5,655	5,530	5,405	5,280
METIONINA MHA-Ca 84%	10,000	1,730	1,780	1,900	2,080	2,270	1,780	1,780	1,780	1,780
L-LISINA	5,500	2,900	2,380	2,100	1,850	1,600	2,380	2,380	2,380	2,380
L-TREONINA	6,000	0,050	0,060	0,170	0,330	0,480	0,060	0,060	0,060	0,060
PROTEASE	30,000	-----	-----	-----	-----	-----	0,125	0,250	0,375	0,500
Batida (Kg)		1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Custo (R\$/ton)		676,061	693,774	711,414	749,325	787,275	697,447	701,121	704,795	708,469

***Níveis do suplemento vitamínico-mineral por Kg de ração da fase final:** Vitamina A (mín.) 5.625,00 UI; Vitamina D3 (mín.) 1.425,00 UI; Vitamina E (mín.) 21,00 mg; Vitamina K3 (mín.) 1,13 mg; Vitamina B1 (mín.) 1,50 mg; Vitamina B2 (mín.) 3,75 mg; Vitamina B6 (mín.) 2,10 mg; Vitamina B12 (mín.) 9,00 mcg; Ácido Nicotínico (mín.) 22,50 mg; Ácido Pantotênico (mín.) 7,50 mg; Ácido Fólico (mín.) 0,53 mg; Biotina (mín.) 54,00 mcg; Colina (mín.) 307,20 mg; Ferro (mín.) 37,50 mg; Manganês (mín.) 53,00 mg; Zinco (mín.) 48,80 mg; Cobre (mín.) 100,00 mg; Iodo (mín.) 0,75 mg; Selênio (mín.) 0,23 mg; Virginiamicina 16,50 mg; Fitase (Natuphós® 10.000G) 500 FTU; Antioxidante (BHT) 100 mg.

Tabela 20 – Valor nutricional calculado das rações para a fase final.

Valor nutricional	Unidade	FIN T1	FIN T2	FIN T3	FIN T4	FIN T5	FIN T6	FIN T7	FIN T8	FIN T9
EMA	Mcal/kg	3,121	3,147	3,171	3,199	3,228	3,147	3,147	3,147	3,147
PROTEINA	%	18,365	19,316	20,129	20,810	21,454	19,316	19,316	19,316	19,316
FIBRA	%	2,395	2,224	2,271	2,321	2,372	2,224	2,224	2,224	2,224
E.ETEREO	%	4,884	4,826	4,911	5,802	6,688	4,826	4,826	4,826	4,826
MINERAL	%	3,723	3,736	3,816	3,885	3,924	3,736	3,736	3,736	3,736
CALCIO	%	0,631	0,641	0,644	0,647	0,635	0,641	0,641	0,641	0,641
P TOTAL	%	0,439	0,432	0,438	0,444	0,442	0,432	0,432	0,432	0,432
P DISP	%	0,322	0,321	0,322	0,323	0,317	0,321	0,321	0,321	0,321
LISINA	%	1,035	1,067	1,102	1,136	1,167	1,067	1,067	1,067	1,067
LIS DIG AVES	%	0,920	0,950	0,981	1,011	1,039	0,950	0,950	0,950	0,950
METIONINA	%	0,417	0,435	0,455	0,478	0,501	0,435	0,435	0,435	0,435
METIONINA DIG AVES	%	0,388	0,406	0,425	0,447	0,470	0,406	0,406	0,406	0,406
MET+CIS	%	0,809	0,840	0,873	0,905	0,937	0,840	0,840	0,840	0,840
MET+CIS DIG AVES	%	0,700	0,730	0,760	0,790	0,820	0,730	0,730	0,730	0,730
TREONINA	%	0,657	0,700	0,743	0,787	0,828	0,700	0,700	0,700	0,700
TREONINA DIG AVES	%	0,540	0,580	0,620	0,661	0,700	0,580	0,580	0,580	0,580
TRIPTOFANO	%	0,174	0,184	0,195	0,206	0,217	0,184	0,184	0,184	0,184
TRIPTOFANO DIG AVES	%	0,150	0,160	0,170	0,180	0,190	0,160	0,160	0,160	0,160
VALINA	%	0,886	0,937	0,979	1,015	1,050	0,937	0,937	0,937	0,937
VALINA DIG AVES	%	0,754	0,803	0,841	0,873	0,904	0,803	0,803	0,803	0,803
ISOLEUCINA	%	0,719	0,775	0,817	0,855	0,892	0,775	0,775	0,775	0,775
ISOLEUCINA DIG AVES	%	0,629	0,682	0,721	0,755	0,788	0,682	0,682	0,682	0,682
SODIO	%	0,195	0,195	0,195	0,195	0,194	0,195	0,195	0,195	0,195
MANGANES	g/Kg	0,067	0,063	0,063	0,064	0,064	0,063	0,063	0,063	0,063
COBRE	g/Kg	0,106	0,106	0,106	0,106	0,107	0,106	0,106	0,106	0,106
COLINA	g/Kg	1,314	1,365	1,412	1,452	1,491	1,365	1,365	1,365	1,365
VIRGINIAMICINA	g/Kg	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
No.MONGIN	Meq/100g	13,966	14,561	15,402	16,193	16,970	14,561	14,561	14,561	14,561

4.5 ANÁLISE BROMATOLÓGICA DAS RAÇÕES

Após a confecção das rações foram coletadas amostras de cada dieta a partir de diferentes sacos, misturadas e em seguida subamostradas de modo a compor uma amostra de 0,5 kg para análise bromatológica. Foram determinados os teores de proteína bruta (via Dumas), cálcio, fósforo total, sódio e manganês, e considerados os desvios analíticos na interpretação dos resultados (Tabela 21).

Tabela 21 – Desvios analíticos considerados na análise bromatológica das rações.

Análise	Desvio Analítico
Proteína Bruta	±5,0% (Bom) a ±10% (Aceitável)
Cálcio	±10,0%
Fósforo total	±10,0%
Sódio	±15,0%
Manganês	±15,0%

Em relação à qualidade da mistura, Butolo (2010) menciona que o coeficiente de variação (CV) para premix e rações completas deve estar ao redor de 5%. Conforme Bellaver e Nones (2000), a corrente recomendação das indústrias é que o CV deve ser de 10% ou menos para uma mistura adequada. Também é citado por Butolo (2010) que na aferição de resultados de análises de proteína bruta em equipamento macro-Kjeldal, utilizando-se uma mesma amostra-padrão, a tolerância de variação é de mais ou menos 2%.

Considerando-se o CV aceitável para uma boa mistura e os desvios analíticos inerentes a cada tipo de análise, os teores obtidos de proteína bruta, cálcio, fósforo total, sódio e manganês encontraram-se dentro da faixa de variação esperada.

Os valores obtidos para proteína bruta de cada dieta seguem apresentados nas Tabelas 22 e 23. Foi realizado um comparativo entre o valor analisado em relação ao calculado para todos os tratamentos. Com exceção das rações Inicial T1 e Inicial T3, todas as rações apresentaram variação boa (menor que 5%) ou aceitável (menor que 10%) em relação aos valores calculados. Adicionalmente, os tratamentos que receberam a inclusão de protease foram comparados ao tratamento T2, de mesma composição de macroingredientes,

porém sem a adição de protease. Seguindo-se o mesmo critério, todas as rações apresentaram variação boa ou aceitável.

De modo geral, observou-se que os valores analisados de proteína bruta foram mais baixos do que os calculados, e de modo mais acentuado nas dietas da fase inicial (Tabela 22). Essa constatação é justificada em parte pelo uso de metodologias diferentes para a quantificação da proteína bruta dos ingredientes e das rações, sendo NIRS para aqueles e Dumas para estas, ou ainda por possíveis falhas de amostragem dos lotes de ingredientes.

Levando-se em conta os desvios na ordem de 5%, conforme apresentados nas Tabelas 22 e 23, fica evidente que a análise da proteína bruta das rações possui variação analítica maior do que a variação calculada do teor proteico entre as dietas, servindo apenas com um indicador de qualidade.

4.6 OBSERVAÇÕES DIÁRIAS E AVALIAÇÕES

Os animais foram observados atentamente pelo menos duas vezes por dia. A mortalidade de aves foi registrada, anotando-se o peso corporal da ave morta, a data e o horário, com a finalidade de corrigir o consumo de ração.

O peso corporal, o consumo de ração e a conversão alimentar foram analisados semanalmente, corrigindo-se os valores médios de acordo com as mortalidades. Também foi feita a avaliação destes parâmetros no período acumulado de 1 a 42 dias.

A mensuração do consumo de ração semanal foi feita retirando-se a sobra dos comedouros e subtraindo-a do total de ração fornecida.

A conversão alimentar foi obtida pela divisão do consumo médio de ração pelo ganho de peso médio dos frangos.

O rendimento de cortes foi avaliado ao término do experimento na ocasião do abate aos 43 dias de idade. Para esta avaliação foram utilizadas 2 aves por unidade experimental, representando o peso médio do “box”. Foram anotados os pesos da carcaça fria e dos cortes de peito, asas, coxas + sobrecoxas e das sobras, as quais incluíam dorso, gordura, pés e pescoço. Foram descartadas as observações que apresentaram variação no peso dos cortes superior a 3% em relação ao peso da carcaça fria.

Tabela 22 – Comparativo entre teor de proteína bruta analisado e calculado das rações pré-inicial e inicial (%).

	- 3x a matriz	- 2x a matriz	- 1x a matriz	Padrão	+ 1x a matriz	Dieta T2 + 125g	Dieta T2 + 250g	Dieta T2 + 375g	Dieta T2 + 500g
PRÉ-INICIAL	PRÉ T1	PRÉ T2	PRÉ T3	PRÉ T4	PRÉ T5	PRÉ T6	PRÉ T7	PRÉ T8	PRÉ T9
PB Calculado	21,97	22,79	23,66	24,54	25,39	22,79	22,79	22,79	22,79
PB Analisado	22,04	22,57	24,26	22,30	23,66	22,70	22,82	22,60	20,52
Desvio Superior (+ 5,0%)	23,14	23,70	25,47	23,42	24,84	23,84	23,96	23,73	21,55
Desvio Inferior (- 5,0%)	20,94	21,44	23,05	21,19	22,48	21,57	21,68	21,47	19,49
Analisado / Calculado	0,3%	-1,0%	2,6%	-9,1%	-6,8%	-0,4%	0,1%	-0,8%	-10,0%
Protease / T2 (Analisado)						0,6%	1,1%	0,1%	-9,1%
INICIAL	INI T1	INI T2	INI T3	INI T4	INI T5	INI T6	INI T7	INI T8	INI T9
PB Calculado	20,28	20,89	21,61	22,24	22,91	20,89	20,89	20,89	20,89
PB Analisado	17,91	19,58	19,00	20,02	21,92	20,83	20,65	20,10	19,48
Desvio Superior (+ 5,0%)	18,81	20,56	19,95	21,02	23,02	21,87	21,68	21,11	20,45
Desvio Inferior (- 5,0%)	17,01	18,60	18,05	19,02	20,82	19,79	19,62	19,10	18,51
Analisado / Calculado	-11,7%	-6,3%	-12,1%	-10,0%	-4,3%	-0,3%	-1,1%	-3,8%	-6,8%
Protease / T2 (Analisado)						6,4%	5,5%	2,7%	-0,5%

Tabela 23 – Comparativo entre teor de proteína bruta analisado e calculado das rações crescimento e final (%).

	- 3x a matriz	- 2x a matriz	- 1x a matriz	Padrão	+ 1x a matriz	Dieta T2 + 125g	Dieta T2 + 250g	Dieta T2 + 375g	Dieta T2 + 500g
CRESCIMENTO - Batida 1	CRE T1	CRE T2	CRE T3	CRE T4	CRE T5	CRE T6	CRE T7	CRE T8	CRE T9
PB Calculado	18,64	19,63	20,46	21,16	21,85	19,63	19,63	19,63	19,63
PB Analisado	17,66	18,99	19,71	20,46	21,66	19,06	18,43	18,80	19,05
Desvio Superior (+ 5,0%)	18,54	19,94	20,70	21,48	22,74	20,01	19,35	19,74	20,00
Desvio Inferior (- 5,0%)	16,78	18,04	18,72	19,44	20,58	18,11	17,51	17,86	18,10
Analisado / Calculado	-5,3%	-3,2%	-3,7%	-3,3%	-0,9%	-2,9%	-6,1%	-4,2%	-2,9%
Protease / T2 (Analisado)						0,4%	-2,9%	-1,0%	0,3%
CRESCIMENTO - Batida 2	CRE T1	CRE T2	CRE T3	CRE T4	CRE T5	CRE T6	CRE T7	CRE T8	CRE T9
PB Calculado	18,64	19,63	20,46	21,16	21,85	19,63	19,63	19,63	19,63
PB Analisado	17,68	19,62	19,53	21,08	21,91	19,00	18,70	19,39	18,91
Desvio Superior (+ 5,0%)	18,56	20,60	20,51	22,13	23,01	19,95	19,64	20,36	19,86
Desvio Inferior (- 5,0%)	16,80	18,64	18,55	20,03	20,81	18,05	17,77	18,42	17,96
Analisado / Calculado	-5,2%	0,0%	-4,6%	-0,4%	0,3%	-3,2%	-4,7%	-1,2%	-3,7%
Protease / T2 (Analisado)						-3,2%	-4,7%	-1,2%	-3,6%
FINAL	FIN T1	FIN T2	FIN T3	FIN T4	FIN T5	FIN T6	FIN T7	FIN T8	FIN T9
PB Calculado	18,36	19,32	20,13	20,81	21,45	19,32	19,32	19,32	19,32
PB Analisado	18,81	18,75	20,47	20,84	20,61	20,02	19,29	19,08	19,07
Desvio Superior (+ 5,0%)	19,75	19,69	21,49	21,88	21,64	21,02	20,25	20,03	20,02
Desvio Inferior (- 5,0%)	17,87	17,81	19,45	19,80	19,58	19,02	18,33	18,13	18,12
Analisado / Calculado	2,4%	-2,9%	1,7%	0,1%	-3,9%	3,6%	-0,1%	-1,2%	-1,3%
Protease / T2 (Analisado)						6,8%	2,9%	1,8%	1,7%

4.7 PROGRAMA DE ILUMINAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

O programa de iluminação foi realizado seguindo-se os parâmetros recomendados por Cobb (2012). A mensuração da temperatura ambiente e da umidade foi feita por meio de sondas incorporadas ao sistema controlador da climatização do aviário experimental da FZEA/USP.

As médias diárias de temperatura e de umidade relativa do ar registradas durante o período experimental seguem apresentadas na Fig. 1. Os dados registrados foram confrontados com os valores máximos e mínimos recomendados por Cobb (2012) para estes parâmetros. Até os 10 a 15 dias de idade, período em que o sistema termorregulador das aves ainda está imaturo (FURLAN; MACARI, 2002), observou-se na primeira semana temperatura média de 30,0 °C e na segunda semana temperatura média de 26,0 °C, um pouco abaixo do mínimo recomendado de 32,0 °C e 29,0 °C, respectivamente, para o período de aquecimento. Nas semanas seguintes, as temperaturas médias semanais oscilaram entre 24,4 °C e 19,2 °C. A umidade relativa do ar oscilou entre 51 e 74% nas duas primeiras semanas e entre 65 a 94% da terceira semana até o fim do experimento.

Figura 1 – Temperatura e umidade relativa do ar médias registradas durante o período experimental, confrontadas com parâmetros recomendados por Cobb (2012).

4.8 ANÁLISE ECONÔMICA

Para a avaliação econômica foram utilizadas as equações descritas por (ALBANEZ et al., 2000) e feitas algumas adaptações com base em outros trabalhos encontrados na literatura (BELLAYER et al., 1985; MURAKAMI et al., 2009; RAMOS et al., 2011; TOGASHI, 2004).

Os preços de frango vivo, peito, coxas e asas considerados foram os praticados no Estado de São Paulo nos meses de junho e julho de 2013 da mesma forma que os preços dos ingredientes da ração (JOX ASSESSORIA AGROPECUÁRIA, 2013a; 2013b).

O Custo Médio do Arraçoamento (CMA) foi calculado para cada tratamento multiplicando-se o custo da dieta experimental pelo consumo médio das rações em cada fase.

A Receita Bruta Média (RBM) representa o valor da venda do frango pelo produtor, com a ressalva de que foi calculada com base no Ganho de Peso Médio (GPM) e, portanto, descontado o peso do pintinho. Também foi calculada a Receita Bruta Média dos Cortes (RBMct), obtida pela soma das receitas obtidas pela venda dos corte de peito, asas e coxas + sobrecoxas.

A análise econômica foi feita com base na Margem Bruta Média (MBM) e no Índice de Rentabilidade (IR) de cada tratamento. A MBM foi estimada pela diferença entre RBM e CMA, enquanto o IR foi obtido pelo quociente MBM e CMA. Este índice mostra a taxa de retorno do capital empregado, considerando-se apenas os custos relativos ao arraçoamento.

Adicionalmente, foi calculado o Índice de Rentabilidade Relativo (IRR), tomando-se como base o T2, que é o controle negativo dos tratamentos que receberam inclusão de protease e comum às duas análises.

Estes critérios também foram utilizados com os resultados acumulados ao longo das semanas do experimento e não somente ao término deste. Para esta avaliação no período inicial de criação foi observado somente o IRR.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados como um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo usando procedimento MIXED do SAS versão 9.3. O modelo incluiu os efeitos aleatórios da idade, tratamento, idade x tratamento, e os efeitos fixos do tratamento (níveis de proteína ou inclusões de protease).

As estruturas de covariância para os resíduos foram comparadas e identificadas considerando o critério Bayesiano (BIC), sendo escolhida a estrutura de covariância Autoregressiva de Primeira Ordem (AR(1)). Quando a interação tratamento x idade foi significativa, o teste F para efeito de tratamento em cada idade foi conduzido utilizando-se a opção SLICE do LSMEANS. Foram desdobrados os contrastes ortogonais para se verificar o efeito do aumento de dose da enzima ou teor proteico na variável utilizada. Na presença de efeito significativo da dose ou teor de proteína em certa idade, as médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes ortogonais e verificaram-se efeitos lineares e quadráticos, considerando-se a significância de $p \leq 0.05$.

Resumidamente, os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 foram avaliados por análise de regressão, com a finalidade de se avaliar o efeito dos níveis da matriz nutricional da protease sobre o desempenho zootécnico dos frangos.

Os tratamentos com inclusão crescente de protease T6, T7, T8 e T9 foram avaliados por análise de regressão distinta, na qual constou também o T2. Este tratamento, portanto, foi comum para ambas as análises e serviu como ponto de intersecção entre as duas curvas.

Quando houve efeito significativo da inclusão da protease sobre os parâmetros de desempenho avaliados, os valores obtidos nessa curva foram plotados na curva de níveis de proteína, na razão de uma matriz da protease. O valor correspondente foi utilizado para avaliar se a enzima contribuiu com a matriz nutricional preconizada.

5 RESULTADOS

5.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

A proposta desse trabalho foi comparar a curva da inclusão crescente da protease com a curva de níveis na razão de uma matriz nutricional da enzima. As duas curvas foram obtidas por análises estatísticas independentes. A seguir serão apresentados os resultados obtidos em relação ao desempenho zootécnico.

5.1.1 Ganho de peso

Foram observados efeitos significativos ($p < 0,05$) dos níveis de proteína sobre o ganho de peso (GP) conforme apresentados nas Tabelas 24 e 25. Os resultados obtidos no desdobramento da interação tratamento-tempo (Tabela 25) apontam que o GP aumentou linearmente conforme o aumento nos níveis proteicos nas 3 primeiras semanas, de forma quadrática na quarta semana, voltando a ter resposta linear na quinta semana. Não foi observado efeito significativo de 36 a 42 dias e, portanto, não houve sensibilidade analítica neste experimento para avaliar a matriz da protease utilizada na ração final no parâmetro GP.

Conforme apresentado na Tabela 26, não foi observado efeito significativo ($p < 0,05$) das inclusões de protease sobre o GP. Na Tabela 27 seguem apresentados os valores observados de GP em cada tempo

O comparativo dos valores observados nas duas análises em cada tempo estão apresentados nas figuras de 2 a 7.

Tabela 24 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para níveis de proteína no parâmetro ganho de peso.

FV	GL	P
TRATAMENTO	4	<0,001
TEMPO	5	<0,001
TRATAMENTO*TEMPO	20	0,0005

Tabela 25 – Quadro das interações para níveis de proteína no parâmetro ganho de peso em cada tempo.

TRATAMENTO	GP (g) / TEMPO						Média Geral
	1-7 d	8-14 d	15-21 d	22-28 d	29-35 d	36-42 d	
T1 (-3X)	121,18	250,85	426,42	565,54	733,96	560,61	443,09
T2 (-2X)	120,68	262,42	445,03	602,77	766,97	570,15	461,34
T3 (-1X)	124,65	265,81	451,23	620,94	766,32	567,61	466,09
T4 (Padrão)	124,69	273,80	472,68	639,19	783,56	560,76	475,78
T5 (+1X)	128,13	284,95	488,65	647,66	791,70	595,02	489,35
Média Geral	123,86	267,57	456,80	615,22	768,50	570,83	
CV (%)	1,07	1,81	1,64	1,69	1,59	1,23	
Efeito Linear	0,002 ¹	<0,0001 ²	<0,0001 ³	<0,0001	<0,0001 ⁵	0,130	
Efeito Quadrático	0,550	0,889	0,730	0,020 ⁴	0,260	0,330	

¹ Efeito Linear (p<0,05): $y = 1,7922x + 118,49$; $R^2 = 0,8709$.

² Efeito Linear (p<0,05): $y = 7,9577x + 243,69$; $R^2 = 0,9742$.

³ Efeito Linear (p<0,05): $y = 15,211x + 411,17$; $R^2 = 0,9808$.

⁴ Efeito Quadrático (p<0,05): $y = -4,1028x^2 + 44,685x + 526,3$; $R^2 = 0,9952$.

⁵ Efeito Linear (p<0,05): $y = 13,207x + 728,88$; $R^2 = 0,8875$.

Tabela 26 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para inclusões de protease no parâmetro ganho de peso.

FV	GL	p
TRATAMENTO	5	0,769
TEMPO	5	<0.0001
TRATAMENTO*TEMPO	25	0,602

Tabela 27 – Quadro das interações para inclusões de protease no parâmetro ganho de peso em cada tempo.

TRATAMENTO	GP (g) / TEMPO						Média Geral
	1-7 d	8-14 d	15-21 d	22-28 d	29-35 d	36-42 d	
T2 (0 g/ton)	120,68	262,42	445,03	602,77	766,97	570,15	461,34
T6 (125 g/ton)	124,75	269,59	459,08	608,77	755,89	570,37	464,74
T7 (250 g/ton)	124,87	271,76	457,74	606,46	765,10	578,47	467,40
T8 (375 g/ton)	122,75	259,90	457,68	603,52	753,25	571,58	461,45
T9 (500 g/ton)	120,13	263,27	451,60	611,84	770,11	567,85	464,13
Média Geral	122,63	265,39	454,23	606,67	762,27	571,68	
CV (%)	3,22	3,59	2,74	2,74	2,72	2,77	

Efeito não significativo (p>0,05).

Figura 2 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 1 a 7 dias.

Figura 3 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 8 a 14 dias.

Figura 4 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 15 a 21 dias.

Figura 5 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 22 a 28 dias.

Figura 6 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 29 a 35 dias.

Figura 7 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 36 a 42 dias.

5.1.2 Consumo de ração

Em relação ao consumo de ração (CR) não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) dos níveis de proteína sobre este parâmetro, conforme apresentados na Tabela 28. Os valores observados de CR em cada tempo seguem apresentados na Tabela 29.

Tabela 28 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para níveis de proteína no parâmetro consumo de ração.

FV	GL	p
TRATAMENTO	4	0,9138
TEMPO	5	<0,001
TRATAMENTO*TEMPO	20	0,213

Tabela 29 – Quadro das interações para níveis de proteína no parâmetro consumo de ração em cada tempo.

TRATAMENTO	CR (g) / TEMPO						Média Geral
	1-7 d	8-14 d	15-21 d	22-28 d	29-35 d	36-42 d	
T1 (-3X)	143,93	380,89	679,30	986,78	1320,08	1238,74	791,62
T2 (-2X)	142,25	376,50	681,69	998,50	1312,38	1240,39	791,96
T3 (-1X)	140,30	380,94	692,58	991,22	1319,11	1234,78	793,16
T4 (Padrão)	138,69	376,46	690,13	1000,18	1292,56	1219,02	786,17
T5 (+1X)	139,05	371,26	681,54	988,46	1347,78	1244,72	795,47
Média Geral	140,84	377,21	685,05	993,03	1318,38	1235,53	
CV (%)	1,87	1,76	1,52	1,58	1,51	1,71	

Efeito não significativo ($p > 0,05$).

Contudo, foi observado interação tratamento-tempo significativa ($p < 0,05$) das inclusões de protease sobre o CR através da análise da variância (Tabela 30). Na Tabela 31 seguem apresentados os valores observados de CR em cada tempo. No período de 29 a 35 dias o CR dos animais que não receberam enzima (T2) foi menor do que o daqueles que receberam (T6 a T9).

Tabela 30 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para inclusões de protease no parâmetro consumo de ração.

FV	GL	p
TRATAMENTO	5	0,177
TEMPO	5	<0,001
TRATAMENTO*TEMPO	25	<0,001

Tabela 31 – Quadro das interações para inclusões de protease no parâmetro consumo de ração em cada tempo.

TRATAMENTO	TEMPO						Média Geral
	1-7 d	8-14 d	15-21 d	22-28 d	29-35 d	36-42 d	
T2 (0 g/ton)	142,25	376,50	681,69	998,50	1312,38	1240,39	791,96
T6 (125 g/ton)	141,20	382,22	699,76	1015,71	1392,77	1245,86	812,92
T7 (250 g/ton)	144,47	385,29	689,06	999,59	1395,34	1253,63	811,23
T8 (375 g/ton)	143,15	373,96	688,54	989,99	1373,19	1240,94	801,63
T9 (500 g/ton)	145,70	375,86	686,51	991,77	1388,45	1233,81	803,69
Média Geral	143,35	378,77	689,12	999,11	1372,43	1242,93	
CV (%)	3,77	3,41	2,76	4,23	3,70	4,83	
Efeito Linear	0,105	0,383	0,928	0,290	0,001	0,720	
Efeito Quadrático	0,625	0,193	0,116	0,590	0,001 ¹	0,450	

¹ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = -0,0007x^2 + 0,4603x + 1323,8$; $R^2 = 0,7232$.

O comparativo dos valores observados em cada tempo nas duas análises estão apresentados nas figuras de 8 a 13. Na figura 12, o gráfico com efeito do 2º grau indica que houve um ponto de CR máximo entre as inclusões de 250 e 375 g de protease por ton de ração, e um ponto de CR mínimo (no zero). Todavia, o coeficiente de determinação foi mais baixo ($R^2 = 0,72$) e indica cautela na afirmação de que a enzima causou aumento no CR. Esse cuidado deve ser tomado, pois não houve alteração no CR quando se trabalhou com 5 diferentes níveis de proteína.

Figura 8 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 1 a 7 dias.

Figura 9 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 8 a 14 dias.

Figura 10 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 15 a 21 dias.

Figura 11 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 22 a 28 dias.

Figura 12 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 29 a 35 dias.

Figura 13 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 36 a 42 dias.

5.1.3 Conversão alimentar

Em relação ao parâmetro conversão alimentar (CA), foi observado interação tratamento-tempo ($p < 0,05$) dos níveis de proteína sobre a CA (Tabela 32). Os resultados obtidos no desdobramento da interação (Tabela 33) indicam que a CA foi menor à medida que houve aumento nos níveis proteicos, em todos os tempos. Foi observado efeito linear nas 2 primeiras semanas, quadrático na terceira, quarta e quinta semanas e novamente linear na sexta semana.

Tabela 32 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para níveis de proteína no parâmetro conversão alimentar.

FV	GL	p
TRATAMENTO	4	<0,001
TEMPO	5	<0,001
TRATAMENTO*TEMPO	20	<0,001

Tabela 33 – Quadro das interações para níveis de proteína no parâmetro conversão alimentar em cada tempo.

TRATAMENTO	CA / TEMPO						Média Geral
	1-7 d	8-14 d	15-21 d	22-28 d	29-35 d	36-42 d	
T1 (-3X)	1,19	1,52	1,59	1,73	1,80	2,21	1,67
T2 (-2X)	1,18	1,43	1,53	1,66	1,71	2,17	1,61
T3 (-1X)	1,13	1,43	1,53	1,60	1,72	2,17	1,60
T4 (Padrão)	1,11	1,37	1,46	1,54	1,65	2,17	1,55
T5 (+1X)	1,09	1,30	1,39	1,53	1,70	2,09	1,52
Média Geral	1,14	1,41	1,50	1,61	1,72	2,16	
CV (%)	6,02	8,07	6,29	3,94	5,57	6,05	
Efeito Linear	<0,0001 ¹	<0,0001 ²	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,009 ⁶	
Efeito Quadrático	0,990	0,135	0,013 ³	0,001 ⁴	0,0003 ⁵	0,410	

¹ Efeito Linear ($p < 0,05$): $y = 1,8598x + 168,12$; $R^2 = 0,94$.

² Efeito Linear ($p < 0,05$): $y = -0,0498x + 1,5616$; $R^2 = 0,9407$.

³ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = -0,0061x^2 - 0,01x + 1,6004$; $R^2 = 0,9552$.

⁴ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = 0,009x^2 - 0,1066x + 1,8321$; $R^2 = 0,998$.

⁵ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = 0,0142x^2 - 0,1105x + 1,892$; $R^2 = 0,8078$.

⁶ Efeito Linear ($p < 0,05$): $y = -0,0228x + 2,2315$; $R^2 = 0,7$.

Também foi constatada a interação tratamento-tempo significativa ($p < 0,05$) das inclusões de protease sobre a CA (Tabela 34). Na Tabela 35 seguem apresentados os valores observados de CA em cada tempo. De um modo geral, observou-se efeito quadrático ($p < 0,05$) favorável à adição de protease até os 28 dias, sendo também considerado significativo ($p \leq 0,053$) de 15 a 21 dias. Em contrapartida, de 29 a 35 dias houve uma inversão nesta tendência, ou seja, com o uso da protease houve piora na CA. No entanto, deve ser levada em consideração a discussão sobre o CR de 29 a 35 dias apresentada anteriormente para a correta interpretação dos resultados de CA da quinta semana.

Tabela 34 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e probabilidade de significância (p) para inclusões de protease no parâmetro conversão alimentar.

FV	GL	p
TRATAMENTO	5	0,42
TEMPO	5	<0,001
TRATAMENTO*TEMPO	25	<0,001

Tabela 35 – Quadro das interações para inclusões de protease no parâmetro conversão alimentar em cada tempo.

TRATAMENTO	CA / TEMPO						Média Geral
	1-7 d	8-14 d	15-21 d	22-28 d	29-35 d	36-42 d	
T2 (0 g/ton)	1,18	1,43	1,53	1,66	1,71	2,17	1,61
T6 (125 g/ton)	1,13	1,42	1,52	1,67	1,84	2,18	1,63
T7 (250 g/ton)	1,16	1,42	1,51	1,69	1,82	2,20	1,63
T8 (375 g/ton)	1,17	1,44	1,50	1,63	1,84	2,17	1,63
T9 (500 g/ton)	1,21	1,43	1,52	1,62	1,80	2,17	1,63
Média Geral	1,17	1,43	1,52	1,65	1,80	2,18	
CV (%)	4,22	3,01	2,08	3,32	4,01	5,15	
Efeito Linear	0,005	0,850	0,107	0,004	0,003	0,984	
Efeito Quadrático	0,001 ¹	0,430	0,053 ²	0,0012 ³	<0,0001 ⁴	0,483	

¹ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = 8E-07x^2 - 0,0003x + 1,1729$; $R^2 = 0,8856$.

² Efeito Quadrático ($p \leq 0,053$): $y = 3E-07x^2 - 0,0002x + 1,5349$; $R^2 = 0,8374$.

³ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = -6E-07x^2 + 0,0002x + 1,6572$; $R^2 = 0,7574$.

⁴ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = -1E-06x^2 + 0,0008x + 1,7239$; $R^2 = 0,8335$.

O comparativo dos valores observados de CA nas duas análises em cada tempo estão apresentados nas figuras de 14 a 19. Na figura 14 observa-se que de 1 a 7 dias a melhor dose de protease foi próxima de 200 g / ton (187,5 g). De 15 a 21 dias (Fig. 16) foi próxima de 300 g (333 g), com $p < 0,053$. De 22 a 28 dias (Fig. 17) a melhor dose foi 500 g. Nestes três casos, a CA observada com a melhor dose possui valor equivalente ao obtido com o T3 (controle positivo) na curva de níveis de proteína. Porém, conforme já exposto, de 29 a 35 dias (Fig. 18) houve uma inversão nesta tendência e a melhor dose foi zero.

Figura 14 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 1 a 7 dias.

Figura 15 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 8 a 14 dias.

Figura 16 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 15 a 21 dias.

Figura 17 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 22 a 28 dias.

Figura 18 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 29 a 35 dias.

Figura 19 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 36 a 42 dias.

5.1.4 Resultados acumulados de 1 a 42 dias

Os efeitos dos níveis de proteína sobre o GP, CR e CA no período de 1 a 42 dias seguem descritos na Tabela 36. O GP aumentou linearmente enquanto que a CA reduziu linearmente conforme o aumento nos níveis. Não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) sobre o CR.

Tabela 36 – Efeito acumulado de 1 a 42 dias para níveis de proteína nos parâmetros ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA).

TRATAMENTO	GP 1-42 d	CR 1-42 d	CA 1-42 d
T1 (-3X)	2663,0	4764,0	1,78
T2 (-2X)	2779,0	4768,3	1,72
T3 (-1X)	2811,0	4720,6	1,69
T4 (Padrão)	2857,0	4720,0	1,66
T5 (+1X)	2940,0	4786,3	1,64
MEDIA	2810,0	4751,8	1,70
p	<0,0001	0,66	<0,0001
CV (%)	3,31	1,34	1,65
Efeito Linear	<0,0001 ¹		<0,0001 ²
Efeito Quadrático	0,575		0,079

¹ Efeito Linear ($p < 0,05$): $y = 63,2x + 2620,4$; $R^2 = 0,9583$.

² Efeito Linear ($p < 0,05$): $y = -0,034x + 1,8$; $R^2 = 0,957$.

Na Tabela 37 seguem descritos os efeitos da inclusão crescente de protease sobre o GP, CR e CA no período de 1 a 42 dias. Não foram observados efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre estes parâmetros no período acumulado.

Tabela 37 – Efeito acumulado (Ac) de 1 a 42 dias para inclusões de protease nos parâmetros ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA).

TRATAMENTO	GP 1-42 d	CR 1-42 d	CA 1-42 d
T2 (0 g/ton)	2779,0	4768,0	1,72
T6 (125 g/ton)	2793,0	4884,0	1,75
T7 (250 g/ton)	2800,0	4883,0	1,74
T8 (375 g/ton)	2772,0	4830,0	1,74
T9 (500 g/ton)	2787,0	4825,0	1,73
MEDIA	2786,2	4838,0	1,74
p	0,907	0,2065	0,065
CV (%)	2,97	2,93	1,88

Efeito não significativo ($p > 0,05$).

Figura 20 – Efeito acumulado dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o ganho de peso no período de 1 a 42 dias.

Figura 21 – Efeito acumulado dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o consumo de ração no período de 1 a 42 dias.

Figura 22 – Efeito acumulado dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre a conversão alimentar no período de 1 a 42 dias.

5.1.5 Rendimento de cortes

Aos 43 dias, na ocasião do abate, foi realizada a pesagem da carcaça fria e dos cortes para obtenção do rendimento de cortes. Também foi mensurado o peso das sobras (dorso, gordura abdominal, pés e pescoço) como critério de tolerância de 3% para mais ou para menos da soma do peso dos cortes e sobras em relação ao peso da carcaça fria.

Os resultados obtidos para níveis de proteína seguem relacionados na Tabela 38. Houve efeito quadrático ($p < 0,05$) sobre o peso da carcaça fria, peito e coxas + sobrecoxas, sendo o maior valor obtido com T4. Já para asas e sobras, o peso aumentou linearmente à medida que houve aumento no nível proteico. Entretanto, se considerados os valores percentuais de cada corte em relação à carcaça fria, não foi observado diferença significativa.

Tabela 38 – Rendimento de cortes aos 43 dias para níveis de proteína.

PESO (g)					
TRATAMENTOS	CARCAÇA FRIA	ASAS	PEITO	COXAS E SOBRECOXAS	SOBRAS**
T1 (-3X)	1877,7	217,3 (11,6%)	614,1 (32,7%)	607,9 (32,4%)	449,5 (23,9%)
T2 (-2X)	2017,9	223,4 (11,1%)	655,1 (32,5%)	644,7 (32,0%)	468,9 (23,2%)
T3 (-1X)	2037,9	226,6 (11,1%)	683,1 (33,5%)	654,5 (32,1%)	474,4 (23,3%)
T4 (Padrão)	2120,4	230,8 (10,9%)	696,2 (32,8%)	692,2 (32,6%)	488,4 (23,0%)
T5 (+1X)	2093,2	236,6 (11,3%)	690,1 (33,0%)	674,3 (32,2%)	489,3 (23,4%)
MÉDIA	2029,4	226,9 (11,2%)	667,7 (32,9%)	654,7 (32,3%)	474,1 (23,4%)
CV(%)	5,09	6,30	9,08	4,89	6,04
Efeito Linear	<0,0001	0,0004 ²	0,0004	<0,0001	0,0002 ⁵
Efeito Quadrático	0,0115 ¹	0,9819	0,008 ³	0,0146 ⁴	0,3332

¹ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = -19,437x^2 + 169,98x + 1733,3$; $R^2 = 0,9491$.

² Efeito Linear ($p < 0,05$): $y = 4,5956x + 213,15$; $R^2 = 0,9903$.

³ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = -7,8002x^2 + 66,107x + 555,2$; $R^2 = 0,9991$.

⁴ Efeito Quadrático ($p < 0,05$): $y = -5,8222x^2 + 52,956x + 559,9$; $R^2 = 0,9127$.

⁵ Efeito Linear ($p < 0,05$): $y = 9,8995x + 444,38$; $R^2 = 0,9204$.

* Houve tolerância de 3% da soma do peso dos cortes e sobras em relação ao peso da carcaça fria.

** Dorso, gordura abdominal, pés e pescoço.

Por outro lado, conforme apresentado na Tabela 39, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das inclusões de protease sobre o rendimento de cortes.

O comparativo dos valores observados nas duas análises em cada tempo seguem apresentados nas Figuras de 23 a 27.

Tabela 39 – Rendimento de cortes aos 43 dias para inclusões de protease.

PESO (g)					
TRATAMENTOS	CARCAÇA FRIA*	ASAS	PEITO	COXAS E SOBRECOXAS	SOBRAS**
T2 (0 g/ton)	2017,9	223,4 (11,1%)	655,1 (32,5%)	644,7 (32,0%)	468,9 (23,2%)
T6 (125 g/ton)	2028,6	231,0 (11,4%)	663,3 (32,7%)	661,7 (32,6%)	471,8 (23,3%)
T7 (250 g/ton)	1968,6	216,6 (11,0%)	645,7 (32,8%)	643,6 (32,7%)	467,1 (23,7%)
T8 (375 g/ton)	2026,5	226,8 (11,2%)	665,7 (32,8%)	654,7 (32,3%)	473,1 (23,3%)
T9 (500 g/ton)	2025,7	226,4 (11,2%)	682,7 (33,7%)	633,1 (31,3%)	477,2 (23,6%)
MÉDIA	2013,3	224,8 (11,2%)	662,5 (32,9%)	647,4 (32,2%)	471,6 (23,4%)
CV(%)	4,97	5,59	8,21	5,21	6,51
Efeito Linear	0,873	0,8632	0,2171	0,29	0,49
Efeito Quadrático	0,349	0,513	0,3146	0,16	0,67

* Houve tolerância de 3% da soma do peso dos cortes e sobras em relação ao peso da carcaça fria.

** Dorso, gordura abdominal, pés e pescoço.

Figura 23 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso de carcaça fria aos 43 dias.

Figura 24 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso do corte asas aos 43 dias.

Figura 25 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso do corte peito aos 43 dias.

Figura 26 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso do corte coxas e sobrecoxas aos 43 dias.

Figura 27 – Efeito dos níveis de proteína e das inclusões de protease sobre o peso das sobras da carcaça aos 43 dias.

5.2 ANÁLISE ECONÔMICA

De acordo com o apresentado nas Tabelas 40 e 41, o Índice de Rentabilidade Relativo (IRR) sinaliza que pode haver benefício econômico na utilização da protease no período inicial de criação. Isso ocorreu com o T6 e T7 no período acumulado até 7, 14, ou 21 dias, e para o T7 de 1 a 28 dias. Em contrapartida, à medida que os resultados zootécnicos a partir de 29 dias não mostraram benefício com o uso da enzima, a sua utilização representou custo adicional aos tratamentos que receberam protease. Para esta avaliação no período inicial de criação foram observados somente o IRR, uma vez que o preço por Kg de frango utilizado se refere somente aos períodos finais de criação.

A avaliação econômica em relação ao ganho de peso apresentada na Tabela 41 indica que de 1 a 42 dias a maior Receita Bruta Média (RBM) foi obtida com o tratamento com o maior nível de proteína (T5), no entanto maiores Margem Bruta Média (MBM) e Índice de Rentabilidade (IR) foram obtidos com o tratamento controle negativo (T2).

Já em relação ao rendimento de cortes (Tabela 42), de 1 a 42 dias as maiores RBM e MBM foram obtidas com o T4 com níveis adaptados de Rostagno et al. (2011), porém os maiores Índices de Rentabilidade foram obtidos com o tratamento controle positivo (T3) e o tratamento controle negativo (T2).

Dados semelhantes a estes, em que o tratamento que obteve a maior Receita Média Bruta não foi o tratamento que obteve a melhor rentabilidade, também foram obtidos por Albanez et al. (2000).

Albanez et al. (2000), ao avaliarem a rentabilidade econômica para diferentes programas de restrição alimentar, observaram que a renda bruta, por frango, decresceu com o aumento do número de dias de restrição alimentar, e consequente redução de peso dos frangos. Para relacionarem a redução da receita à diminuição do custo da ração, mantendo-se constantes os demais custos, fizeram uso dos indicadores econômicos margem bruta por frango e índice de rentabilidade. Dessa forma, constataram que o índice de rentabilidade foi superior para os diferentes programas de restrição alimentar, indicando que,

embora o saldo bruto seja menor, a rentabilidade, por real gasto com ração, é maior.

Tabela 40 – Indicadores de viabilidade econômica acumulada até 7, 14, ou 21 dias.

Tratamento	GPM (Kg/ave)	RBM (R\$/ave)	CMA (R\$/ave)	MBM (R\$/ave)	IR (%)	IRR (%)
1 a 7 d						
T1 -3x	0,121	0,230	0,109	0,121	111,2	103,7
T2 -2x (0 g/ton)	0,121	0,229	0,111	0,119	107,3	100,0
T3 -1x	0,125	0,237	0,112	0,125	111,7	104,1
T4 padrão	0,125	0,237	0,116	0,121	103,9	96,8
T5 +1x	0,128	0,243	0,124	0,120	96,7	90,1
T6 125 g/ton	0,125	0,237	0,110	0,127	114,9	107,1
T7 250 g/ton	0,125	0,237	0,113	0,124	109,3	101,8
T8 375 g/ton	0,123	0,233	0,113	0,120	106,6	99,4
T9 500 g/ton	0,120	0,228	0,115	0,113	97,8	91,1
1 a 14 d						
T1 -3x	0,372	0,707	0,400	0,307	76,8	96,0
T2 -2x (0 g/ton)	0,383	0,728	0,404	0,323	80,0	100,0
T3 -1x	0,390	0,742	0,415	0,326	78,6	98,2
T4 padrão	0,398	0,757	0,432	0,325	75,3	94,1
T5 +1x	0,413	0,785	0,451	0,334	74,1	92,6
T6 125 g/ton	0,394	0,749	0,410	0,339	82,8	103,5
T7 250 g/ton	0,397	0,754	0,417	0,337	80,8	101,0
T8 375 g/ton	0,383	0,727	0,409	0,318	77,9	97,3
T9 500 g/ton	0,383	0,728	0,414	0,314	75,9	94,8
1 a 21 d						
T1 -3x	0,798	1,517	0,919	0,598	65,1	95,7
T2 -2x (0 g/ton)	0,828	1,573	0,936	0,637	68,0	100,0
T3 -1x	0,842	1,599	0,967	0,632	65,3	96,0
T4 padrão	0,871	1,655	1,011	0,644	63,8	93,7
T5 +1x	0,902	1,713	1,051	0,662	63,0	92,6
T6 125 g/ton	0,853	1,621	0,959	0,663	69,2	101,6
T7 250 g/ton	0,854	1,623	0,960	0,664	69,2	101,6
T8 375 g/ton	0,840	1,597	0,954	0,643	67,4	99,1
T9 500 g/ton	0,835	1,586	0,960	0,626	65,3	95,9

GPM: Ganho de Peso Médio. RBM: Receita Bruta Média. CMA: Custo Médio do Arraçoamento. MBM: Margem Bruta Média. IR: Índice de Rentabilidade. IRR: Índice de Rentabilidade Relativo.

Tabela 41 – Indicadores de viabilidade econômica acumulada até 28, 35 ou 42 dias.

Tratamento	GPM (Kg/ave)	RBM (R\$/ave)	CMA (R\$/ave)	MBM (R\$/ave)	IR (%)	IRR (%)
1 a 28 d						
T1 -3x	1,364	2,592	1,612	0,979	60,7	94,8
T2 -2x (0 g/ton)	1,431	2,719	1,657	1,061	64,0	100,0
T3 -1x	1,463	2,779	1,702	1,077	63,3	98,9
T4 padrão	1,510	2,870	1,790	1,079	60,3	94,1
T5 +1x	1,549	2,944	1,860	1,084	58,3	91,0
T6 125 g/ton	1,462	2,778	1,696	1,082	63,8	99,7
T7 250 g/ton	1,461	2,776	1,689	1,087	64,4	100,5
T8 375 g/ton	1,444	2,743	1,679	1,064	63,3	98,9
T9 500 g/ton	1,447	2,749	1,691	1,058	62,6	97,7
1 a 35 d						
T1 -3x	2,098	3,986	2,540	1,446	56,9	94,4
T2 -2x (0 g/ton)	2,198	4,176	2,605	1,571	60,3	100,0
T3 -1x	2,229	4,235	2,679	1,556	58,1	96,3
T4 padrão	2,294	4,358	2,798	1,561	55,8	92,5
T5 +1x	2,341	4,448	2,962	1,486	50,2	83,2
T6 125 g/ton	2,218	4,214	2,707	1,508	55,7	92,4
T7 250 g/ton	2,226	4,229	2,707	1,523	56,3	93,3
T8 375 g/ton	2,197	4,174	2,686	1,488	55,4	91,9
T9 500 g/ton	2,217	4,212	2,714	1,498	55,2	91,6
1 a 42 d						
T1 -3x	2,659	5,051	3,378	1,673	49,5	95,7
T2 -2x (0 g/ton)	2,768	5,259	3,466	1,794	51,8	100,0
T3 -1x	2,797	5,313	3,557	1,756	49,4	95,4
T4 padrão	2,855	5,424	3,711	1,713	46,2	89,2
T5 +1x	2,936	5,579	3,942	1,636	41,5	80,2
T6 125 g/ton	2,788	5,298	3,576	1,723	48,2	93,1
T7 250 g/ton	2,804	5,328	3,586	1,743	48,6	93,9
T8 375 g/ton	2,769	5,260	3,561	1,700	47,7	92,2
T9 500 g/ton	2,785	5,291	3,588	1,703	47,5	91,7

GPM: Ganho de Peso Médio. RBM: Receita Bruta Média. CMA: Custo Médio do Arraçamento. MBM: Margem Bruta Média. IR: Índice de Rentabilidade. IRR: Índice de Rentabilidade Relativo.

Tabela 42 – Rentabilidade com base no rendimento de cortes aos 43 dias.

Tratamento	Asa (Kg/ave)	Peito (Kg/ave)	Coxa + Sobrecoxa (Kg/ave)	RBMct (R\$/ave)	CMA (R\$/ave)	MBM (R\$/ave)	IR (%)	IRR (%)
aos 43 d								
T1 -3x	0,217	0,614	0,608	5,623	3,378	2,245	66,5	92,8
T2 -2x (0 g/ton)	0,223	0,655	0,645	5,947	3,466	2,481	71,6	100,0
T3 -1x	0,227	0,683	0,655	6,106	3,557	2,549	71,6	100,1
T4 padrão	0,231	0,696	0,692	6,317	3,711	2,606	70,2	98,1
T5 +1x	0,237	0,690	0,674	6,252	3,942	2,309	58,6	81,8
T6 125 g/ton	0,231	0,663	0,662	6,076	3,576	2,501	69,9	97,7
T7 250 g/ton	0,217	0,646	0,644	5,876	3,586	2,291	63,9	89,2
T8 375 g/ton	0,227	0,666	0,655	6,041	3,561	2,480	69,6	97,3
T9 500 g/ton	0,226	0,683	0,633	6,022	3,588	2,434	67,9	94,8

RBMct: Receita Bruta Média dos Cortes. CMA: Custo Médio do Arraçoamento. MBM: Margem Bruta Média. IR: Índice de Rentabilidade. IRR: Índice de Rentabilidade Relativo.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme a proposta desse trabalho, nas ocasiões em que houve efeito significativo ($p < 0,05$) da inclusão de protease, este foi comparado com o resultado da curva de níveis de proteína na razão de uma matriz nutricional da protease.

De modo complementar ao que já foi exposto e discutido anteriormente, na Tabela 43 se encontra um resumo dos achados deste experimento para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e rendimento de cortes (RC).

A análise de regressão dos resultados obtidos para níveis crescentes de proteína sobre o desempenho dos frangos evidenciou que houve maior GP, melhor CA, maior rendimento de cortes e que não houve efeito sobre o CR no período experimental. Adicionalmente, a variação nos níveis de proteína na razão da matriz nutricional da protease não alterou significativamente o GP das aves na última semana antes do abate, de 36 a 42 dias de idade.

Tabela 43 – Significância dos resultados do experimento.

Tratamentos	1 a 7 dias	8 a 14 dias	15 a 21 dias	22 a 28 dias	29 a 35 dias	36 a 42 dias	1 a 42 dias
GANHO DE PESO (GP)							
Níveis de Proteína	*	*	*	*	*	ns	*
Inclusões de Protease	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CONSUMO DE RAÇÃO (CR)							
Níveis de Proteína	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inclusões de Protease	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
CONVERSÃO ALIMENTAR (CA)							
Níveis de Proteína	*	*	*	*	*	*	*
Inclusões de Protease	*	ns	* ¹	*	*	ns	ns
RENDIMENTO DE CORTES (RC) aos 43 dias							
	Carcaça Fria	Asas	Peito	Coxa + Sobrecoxas	Sobras		
Níveis de Proteína	*	*	*	*	*		
Inclusões de Protease	ns	ns	ns	ns	ns		

* Efeito significativo ($p < 0,05$).*¹ Efeito significativo ($p \leq 0,053$).ns: Efeito não significativo ($p > 0,05$).

Os resultados de consumo de ração obtidos nesse experimento para níveis de proteína diferem dos obtidos por Bregendahl, Sell e Zimmermam (2002) que, ao avaliarem dietas com alto (23,99%) e baixos teores de proteína bruta (18,53; 18,48; 18,66 e 18,63%) e maior concentração de aminoácidos essenciais (15, 30 e 45% acima dos níveis recomendados pelo NRC), notaram que o CR diminuiu linearmente com o aumento da concentração dos aminoácidos essenciais nas dietas.

Todavia, assim como no presente trabalho, o aumento no CR foi observado por Araújo et al. (2001) e Hussein et al. (2001) em experimentos nos quais também foi avaliado o desempenho de frangos de corte sob diferentes níveis proteicos.

Araújo et al. (2001) verificaram que frangos alimentados com dietas formuladas com base na proteína ideal tiveram maior GP, maior CR e nenhum efeito sobre a CA em comparação com aqueles que receberam dietas com base em proteína bruta.

Por sua vez, Hussein et al. (2001), ao compararem dietas com 23% e 17,7% de proteína bruta suplementadas com aminoácidos essenciais, verificaram um aumento no CR conforme a redução da proteína bruta, porém com redução no GP e melhora na CA, independentemente da adição dos aminoácidos.

No presente trabalho, considerando-se o substrato decorrente dos níveis nutricionais e dos ingredientes descritos, verificou-se que com o uso da protease houve melhoria na CA dos frangos até os 28 dias de idade, contrapondo-se com um maior CR no período de 29 a 35 dias e consequente piora na CA nesta semana. Todavia, considerando-se o período total do experimento, não houve efeito significativo sobre GP, CR, CA e RC para o grupo avaliado quanto à inclusão crescente de protease.

O efeito não significativo da protease sobre o RC destoa do resultado encontrado por Wang, Garlich e Shih (2006), da mesma forma que os resultados obtidos considerando o período acumulado de 1 a 42 dias de idade para os demais parâmetros de desempenho avaliados.

Para Wang, Garlich e Shih (2006) as proteases são recomendadas para a adição às dietas de frangos de corte pois melhoram o desempenho e o RC, sendo seus efeitos mais pronunciados quando as dietas são formuladas com baixos níveis de aminoácidos essenciais ou de proteína total, de forma a minimizar as excreções de nitrogênio.

No que diz respeito aos níveis proteicos, no presente estudo a protease também foi adicionada sobre uma base aminoacídica mais baixa. Adotou-se como base uma dieta para frangos desempenho médio e ainda reduziu-se os níveis em duas vezes o valor da matriz nutricional da enzima. Entretanto, só houve melhoria na CA nas fases iniciais de criação.

Yu et al. (2007) conduziram um experimento em delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2×3 para dois níveis de proteína e três suplementações de enzimas, com ou sem inclusão das enzimas

comerciais E1 (contendo 8.000 unidades de protease, 800 unidades de α -amilase e 600 unidades de endo-1,4 beta xylanase por grama) ou E2 (contendo apenas 25.000 unidades de protease por grama). Descreveram que durante o período inicial e de crescimento, a suplementação de ambas as enzimas E1 e E2 na dieta basal melhorou significativamente o CR. No entanto, relataram que na dieta com baixo teor de proteína suplementado com ambas as enzimas houve um CR significativamente menor durante o período de inicial e ligeiramente superior no período de crescimento em comparação com o grupo controle.

Estes autores mencionaram também que a suplementação de E1 e E2 aumentou o CR para todas as dietas na estação fria, mas durante a estação quente diminuiu significativamente o CR na dieta de baixa proteína e aumentou o CR na dieta basal. Observaram também que a suplementação enzimática obteve melhor GP dos frangos de corte, em comparação com aqueles sem suplementação, mas somente a suplementação de E2 melhorou a CA.

No presente trabalho não houve menor CR para o grupo que recebeu protease na fase inicial, no entanto existem semelhanças com os resultados observados por Yu et al. (2007), pois na fase crescimento também foi observado um aumento no CR. Para GP os resultados também foram divergentes, enquanto que confirmaram em parte os resultados apresentados para CA por estes autores. Em contrapartida, Greenwood; Fritz e Waldroup (2002) demonstraram melhoria no peso corporal mas não em CA de 14 a 42 dias, em frangos alimentados com uma mistura de xilanase, protease e amilase.

Os efeitos observados na fase inicial podem ter relação com o que foi discutido por Grimes (2011), o qual afirmou que a produção de enzimas digestivas em aves jovens foi insuficiente para digerir alguns dos nutrientes mais complexos encontrados em dietas típicas, existindo um interesse considerável em novas melhorias para esta fase.

Comparando-se os valores observados nas duas análises em cada tempo, até 28 dias a CA observada com a melhor dose de protease possui valor equivalente ao obtido com o controle positivo (T3) na curva de níveis de proteína, validando a matriz nutricional preconizada pelo fornecedor para estas fases. Porém, conforme já exposto, de 29 a 35 dias houve uma inversão nesta tendência e a melhor dose foi zero, ou seja, sem a adição de protease, não

sendo encontrada uma relação lógica para o aumento no CR para o grupo que recebeu protease nesse período. Estes resultados evidenciam as dificuldades na experimentação com enzimas uma vez que, somadas àquelas decorrentes da variação nutricional dos ingredientes da ração, a contribuição nutricional do aditivo por vezes é menor do que a sensibilidade analítica para sua detecção, implicando em inconsistências nos resultados obtidos.

Por sua vez, Isaksen, Cowieson e Kragh (2010) sugeriram que os benefícios na utilização de amilases e proteases podem ser mais líquidos do que metabolizáveis. E acrescentaram que, até os nutricionistas começarem a formular rotineiramente para aves com base em energia líquida, pode ser difícil estabelecer adequadamente matrizes nutricionais significativas para estas enzimas.

As quantificações de fatores antinutricionais presentes na dieta e da secreção enzimática endógena não foram abordadas neste trabalho, no entanto, a inversão no padrão dos resultados após a quinta semana pode estar ligada a questões fisiológicas. Butolo (2010) retratou que o organismo das aves leva até 6 semanas para compensar a deficiência de enzimas endógenas, decorrente da exposição do organismo a inibidores de tripsina, com hipertrofia pancreática e aumento na produção de enzimas proteolíticas, desde que a atividade da soja esteja em até 0,20.

Por outro lado, o resultado obtido na fase de crescimento foi controverso. Nesta fase iniciou-se a inclusão de farinha de penas, aumentando-se, conseqüentemente, o substrato para atuação da queratinase. Em relação ao grupo que recebeu a protease, sob a mesma dieta crescimento de 22 a 28 dias houve melhora na CA, enquanto que de 29 a 35 dias houve piora deste parâmetro.

Conforme exposto por Odetallah et al. (2005), a PWD-1-queratinase pode ter uma ampla gama de substratos eficazes além do uso com o farelo de soja, incluindo caseína, colágeno, elastina e queratina. Dessa forma, era esperado um benefício mais acentuado desta enzima sobre o substrato queratina à medida com que foi feito o uso de farinha de penas nas dietas.

Shih; Wang (2006) concluíram que quanto menor o nível de proteína na dieta, mais pronunciado foi o efeito da queratinase. Adicionalmente,

descreveram que na dieta de baixo teor em proteína o efeito da enzima foi equivalente ao desempenho aumentando-se 2% de proteína, ou 10% de substituição da proteína da dieta total (2% de 19-20%). Dessa forma, os resultados apresentados nesse trabalho concordam parcialmente com aqueles obtidos por Shih; Wang (2006), pois só foram percebidos benefícios equivalentes à matriz nutricional da enzima até os 28 dias de idade e somente para CA.

Em relação ao Índice de Rentabilidade (IR) apresentado no presente trabalho, ele sinalizou que pode haver benefício econômico na utilização da protease no período inicial de criação. Em contrapartida, à medida que os resultados zootécnicos a partir de 29 dias não mostraram benefício com o uso da enzima, a sua utilização representou custo adicional aos tratamentos que receberam protease, favorecendo a obtenção de melhor IR pelo tratamento controle (T2) no período até 42 dias.

De modo geral, as discussões apresentadas nesse trabalho dizem respeito aos resultados obtidos seguindo estritamente a metodologia apresentada. Novas abordagens para o uso de protease devem ser estudadas conforme as mudanças no substrato das rações e as atualizações da matriz nutricional sugerida para a enzima.

Contudo, toda a questão da viabilidade de implementação de programas de alimentação na produção de frangos de corte está na dependência de fatores conjunturais. Essa análise depende, substancialmente, do preço do frango e do preço de interesse dos insumos que compõem a ração, devendo ser revisada à medida que ocorrerem alterações neste cenário de preços.

7 CONCLUSÕES

Comparando-se os resultados obtidos para níveis de proteína e inclusões de protease, a partir de análises distintas em cada tempo, constatou-se que até 28 dias a CA observada com a melhor dose de protease possui valor equivalente ao obtido com o controle positivo (T3) na curva de níveis de proteína, validando a matriz nutricional preconizada pelo fornecedor para estas fases. Todavia, de 29 a 35 dias houve uma inversão nesta tendência e a melhor CA foi obtida sem a adição da protease, em decorrência do maior CR observado para o grupo que recebeu esta enzima.

Com base na análise econômica dos tratamentos, o IR sinaliza que pode haver benefício econômico na utilização da protease no período de 1 a 28 dias de idade, principalmente com a dose de 250 g/ton de ração (T7). Em contrapartida, à medida que os resultados zootécnicos a partir de 29 dias não mostraram benefício com o uso da enzima, a sua utilização representou custo adicional aos tratamentos que receberam protease, favorecendo a obtenção de melhor IR pelo tratamento controle (T2), sem adição de protease, no período acumulado de 1 a 42 dias.

REFERÊNCIAS

- ALBANEZ, J. R. et al. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1727–1734, 2000.
- ARAÚJO, L. F. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 157-162, 2001.
- ARAÚJO, L. F. et al. Diferentes perfis de aminoácidos para frangos de corte no período de 43 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, p. 387–393, 2002.
- ARGENZIO, R. A. Funções secretórias do trato gastrointestinal. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 319-329.
- BEDFORD, M. R. Efeito del uso de enzimas digestivas en la alimentación de aves. **Avicultura Profesional**, Georgia, v. 14, n. 4, p. 24-29, 1996.
- BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 8, p. 969–974, 1985.
- BELLAVER, C.; NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da pelotização da ração avícola. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2000.
- BELLAVER, C. et al. Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 233–240, 2001.
- BELLAVER, C.; LUDKE, J. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. In: ENIPEC, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2004. CD-ROM.
- BELLAVER, C.; LUDKE, J. V.; LIMA, G. J. M. M. DE. Qualidade e padrões de ingredientes para rações. In: GLOBAL FEED AND FOOD CONGRESS, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAO/IFIF/SINDIRAÇÕES, 2005. p. 1–8. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/qualidade_e_padroes_de_ingredientes_para_racoes_000fz2mu6gc02wx5ok0ejlyhdrhsmild.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006.
- BOLING, S. D. et al. The effects of citric acid on phytase-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 3, p. 682-689, 2000.
- BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Cary, v. 81, n. 8, p. 1156-1167, 2002.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 2. ed. Campinas: CBNA, 2010.

CANCHERINI, L. C. et al. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 529–534, 2005.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1996. p. 238-239.

COBB. **Manual de manejo de frangos de corte**. Guapiaçu: COBB, 2012.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999.

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

DENBOW, D. M. Gastrointestinal Anatomy and Physiology In: WHITTOW, G. C. (Ed.). **Sturkie's Avian Physiology**. 5 th. ed. San Diego: Academic Press, 2000. p. 299-325. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780127476056500134>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

DESSIMONI, G. V. **Planos nutricionais com suplementação de protease em dietas de frangos de corte**. 2011. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2011.

FERKET, P. R. Practical use of feed enzyme for turkey and broilers. **Journal Applied of Poultry Research**, Savoy, v. 2, p. 75-81, 1993.

FREITAS, D. M. DE. **Desempenho de frangos de corte e digestibilidade ileal de dietas suplementadas com protease**. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 209-230.

GREENWOOD, M. W.; FRITZ, C. A.; WALDROUP, P. W. Utilization of avizyme 1502 in corn-soybean meal diets with and without antibiotics. In: ANNUAL MEETING OF THE SOUTHERN POULTRY SCIENCE SOCIETY, 23., 2002, Atlanta; ANNUAL MEETING OF THE SOUTHERN CONFERENCE ON AVIAN DISEASES, 43., 2002, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta, 2002. p. 116, res. S25.

GREINER, R.; ALMINGER, M. L.; CARLSSON, N. G. Stereospecificity of myo-inositol hexakisphosphate dephosphorylation by a phytate-degrading enzyme of baker's yeast. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 5, p. 2228-2233, May 2001.

GRIMES, J. L. The use of proteases in poultry nutrition. I Congresso sobre aditivos na alimentação animal - Enzimas - IAC - Campinas, SP. **Anais...**, 2011. Campinas: CBNA.

GRIMES, J. L. et al. Effect of adding a protease to diets supplemented with carbohydrases on broilers. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, p. 3-5, 2012. Supplement 1. Expanded abstract - Poster Presentation.

HUSSEIN, A. S. et al. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**, Cary, v. 10, n. 2, p. 354-362, 2001.

INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION - IFIF. **International Feed Industry Federation Annual Report 2012/13**. Germany: IFIF, 2013.

ISAKSEN, M. F.; COWIESON, A. J.; KRAGH, K. M. Starch- and Protein-degrading enzymes: biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. (Eds.). **Enzymes in farm animal nutrition**. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2010. p. 85–95.

JOX ASSESSORIA AGROPECUÁRIA. **Resumos de junho 2013**. 2013a.

JOX ASSESSORIA AGROPECUÁRIA. **Posicionamento de mercado em 04.07.2013**. 2013b.

KADHIM, K. K. et al. Activities of amylase, trypsin and chymotrypsin of pancreas and small intestinal contents in the red jungle fowl and broiler breed. **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v. 10, n. 1, p. 108–115, 2011.

KRABBE, E. L. Aplicação e pontos críticos no uso de enzimas. In: CONGRESSO SOBRE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL - ENZIMAS – IAC, 1., 2011, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2011. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/936671>>. Acesso em: 15 jun. 2014.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4th. ed. Guelph, Ont.: University Books, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 3rd ed. Nottingham: University Press, 2005.

MURAKAMI, A. E. et al. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milho em substituição ao milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 31–37, maio. 2009.

NAVES, L. D. E. P. **Metodologias para quantificar fitato e uso de fitases em rações para frangos de corte**, 2012. 151 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger principles of biochemistry**. 4th ed. New York: W. H. Freeman, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9 ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155 p.

ODETALLAH, N. H. et al. Versazyme supplementation of broiler diets improves market growth performance. **Poultry science**, Cary, v. 84, n. 6, p. 858–864, 2005.

PELUZIO, M. C. G.; BATISTA, E. S. Proteínas. In: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. **Nutrição básica e metabolismo**. Viçosa: Editora UFV, 2008. p. 120-154.

PENZ JR., A. M. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FARSUL/SENAR, 1996. p. 71-85.

PUBOLS, M. H. Ratio of digestive enzymes in the chick pancreas. **Poultry Science**, Cary, v. 70, p. 337–342, 1991.

RAGON, M. et al. Complete hydrolysis of *myo*-inositol hexakisphosphate by a novel phytase from *Debaryomyces castellii* CBS 2923. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 78, n. 1, p. 47-53, Feb. 2008.

RAMOS, K. C. B. T. et al. Desempenho produtivo e econômico de frangos de corte submetidos a programas de restrição alimentar. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 8–16, 31 mar. 2011.

RAO, M. B. et al. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. **Microbiology and Molecular Biology and Reviews**, Washington, v. 62, n. 3, p. 597-635, 1998.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L.; KORNEGAY, E. T. Phytates: occurrence, biavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Reviews**, Herts, v. 6, n. 2, p. 125- 143, 1995.

RIBEIRO, M. L. G. et al. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 156–161, 2003.

RODRIGUES, P. B. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 171-182, 2003.

ROSA, A. P.; UTTPATEL, R. Enzimas em uma nutrição diferenciada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, 2007.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252 p.

RUTZ, F. Proteínas: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.135–140.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 9.3. Cary: SAS Institute, 2011.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 54, n. 1, p. 27-47, Mar. 1998.

SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 135, n. 1–2, p. 1–41, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840106002574>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SHIH, J. C. H.; WANG, J. J. Keratinase technology: from feather degradation and feed additive, to prion destruction. **CAB Reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources**, Wallingford, v. 1, n. 042, p. 1–6, 2006. Disponível em: <<http://www.cabi.org/cabreviews/?loadmodule=review&page=4051&reviewid=24270&Site=167>>. Acesso em: 27 jun. 2014.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL - SINDIRAÇÕES. **Compêndio brasileiro de alimentação animal 2013**. São Paulo: SINDIRAÇÕES, 2013.

SILVA, J. H. V.; RIBEIRO, L. G. R. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Bananeiras, PB: DAP-UFPB-Campus IV, 2001. 19 p.

TOGASHI, C. K. **Teores de colesterol e ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais**. 2004. 118 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2004.

TOLEDO, G. S. P. et al. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 518–523, 2007.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBABEF. **Relatório anual 2013**. São Paulo: UBABEF, 2013.

UTIMI, N. B. P. **Efeitos da adição de complexo multienzimático sobre o desempenho de frangos de corte**, 2012. 84 f. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

WANG, J. J.; GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Cary, v. 15, n. 4, p. 544–550, 2006. Disponível em: <<http://japr.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/japr/15.4.544>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

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

YAN, F. et al. Effects of protease supplementation in the performance and gut health of broilers. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, p. 3-6, 2012. Supplement 1. Expanded abstract - Poster Presentation.

YU, B. et al. Effects of enzyme inclusion in a maize–soybean diet on broiler performance. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 134, n. 3–4, p. 283–294, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840106003907>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2011, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria/RS, 2001. p. 37-49.