

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PROTEASE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

CHRISTIANE FERNANDA DE QUEIROZ MATIAS

Belo Horizonte

2012

CHRISTIANE FERNANDA DE QUEIROZ MATIAS

PROTEASE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara

Belo Horizonte

2012

M433p Matias, Christiane Fernanda de Queiroz, , 1985-
Protease na alimentação de frangos de corte / Christiane Fernanda de Queiroz Matias. –
2014.

63 p. : il.

Orientador: Leonardo José Camargos Lara
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

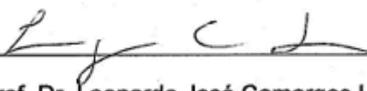
1. Frango de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Frango de corte – Criação –
Teses. 3. Dieta e veterinária – Teses. 4. Enzimas proteolíticas – Teses. 5. Desempenho
produtivo – Teses. I. Lara, Leonardo José Camargos. II. Universidade Federal de Minas
Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.508 5

CHRISTIANE FERNANDA DE QUEIROZ MATIAS

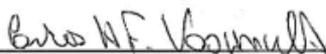
PROTEASE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

DISSERTAÇÃO apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara

(Orientador)



Prof. Dr. Carlos Henrique de Figueiredo Vasconcelos



Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião

Belo Horizonte, 16 de fevereiro de 2012.

DEDICATÓRIA ao meu pai! A toda a minha família principalmente minha mãe, meu irmão Pira, tia Jussara, meus tios Zezé e Luís e meus avós Teresa e Zé Matias. Ao orientador Leonardo Lara e ao professor Nelson Baião. Aos grandes amigos da Avicultura e da Veterinária.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai pelo exemplo pessoal e por nunca medir esforços para a realização dos meus sonhos.

À minha mãe pelo incentivo aos estudos e conquistas.

Ao meu irmão pelo companheirismo.

À tia Jussara pelos conselhos e constante apoio.

Ao orientador Leonardo Lara pela oportunidade de desenvolvimento profissional, incentivo, orientações e críticas construtivas.

Ao professor Nelson Baião pelos ensinamentos, disponibilidade e amizade.

Ao professor Dalton Fontes pela ajuda com as metodologias dos experimentos.

À Titthy pela companhia e carinho.

Aos grandes e velhos amigos da veterinária especialmente ao Kdolimite! Bina, Bruno, Ceci, Gaby, Leo, Nemo, Puzão e Tchonga, muito obrigada pelos momentos de alegria, pela ajuda nas dificuldades enfrentadas e por estarem sempre presentes.

Às amigas Bella, Bia, Fê, Jana, Su e Vivian; e aos amigos Andrezin e Mamão pela torcida e pela longa amizade!

À Júlia pela ajuda com estatística e por contribuir com ricas sugestões ao trabalho.

À Vanessa pelo auxílio com os detalhes experimentais e pelo empenho em ajudar nos momentos que mais precisei.

Ao Rodrigo e Winnie pela disponibilidade e paciência.

Ao Ed pela ajuda com as normas e dedicação.

À Carol pelo grande auxílio no laboratório de nutrição.

Aos amigos do grupo da avicultura André, Cadu, Daniel, Danilo, Diogo, Gustavo, Isabela, Ju Voltinha, Kamilla, Luís, Marcos, Mariana, Marilane, Marília, Maurício, Paula Cardeal, Paula Mourão, Pedro Ruivo, Raquel e Teo pela indispensável colaboração e por tornar agradável o ambiente de trabalho. Sem vocês nada disso seria possível.

À NOVUS, especialmente ao Nilo, Raquel Araújo e Pedro, por tornar possível a realização deste trabalho.

Ao Leonardo Boscoli e à Lupus Alimentos pelo incentivo ao meu crescimento profissional.

À Raquel Andrade e à Vaccinar pelas análises das matérias primas.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da UFMG.

Aos funcionários do LAMA.

Ao Toninho pela ajuda nas análises no Laboratório de Nutrição.

À Escola de Veterinária e a Universidade Federal de Minas Gerais.

Aos professores Baião e Carlos Vasconcellos por participarem da banca e contribuírem com a tese.

À Capes pela bolsa de estudos concedida.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Fisiologia da digestão das aves.....	17
2.2	Caracterização das farinhas de penas.....	18
2.3	Processamentos.....	19
2.4	Enzimas.....	19
2.4.1	Definição e características das enzimas.....	20
2.4.2	Produção das enzimas.....	21
2.4.3	Utilização das enzimas.....	23
2.4.4	Importância de determinar a qualidade dos ingredientes no uso das enzimas.....	23
2.5	Proteases.....	24
2.5.1	Efeitos da suplementação de protease em frangos de corte sobre o desempenho, metabolizabilidade dos nutrientes e rendimento de abate.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	Experimento I: metabolizabilidade dos nutrientes..	30
3.1.1	Local.....	31
3.1.2	Aves e manejo.....	31
3.1.3	Rações.....	31
3.1.4	Tratamentos.....	32
3.1.5	Dados a serem obtidos.....	35
3.1.5.1	Metabolizabilidade dos nutrientes.....	35
3.1.6	Delineamento experimental.....	36
3.2	Experimento II: desempenho zootécnico.....	36
3.2.1	Local.....	36
3.2.2	Aves.....	36
3.2.3	Instalações e equipamentos	37
3.2.4	Rações.....	37
3.2.5	Tratamentos.....	37
3.2.6	Variáveis obtidas.....	37
3.2.6.1	Desempenho produtivo.....	37

3.2.6.1.1	Peso corporal/ganho de peso.....	37
3.2.6.1.2	Consumo de ração.....	37
3.2.6.1.3	Conversão alimentar (kg/kg).....	38
3.2.6.1.4	Taxa de viabilidade (%).....	38
3.2.6.1.5	Rendimento de carcaça e suas partes.....	38
3.2.6.1.6	Fator de produção.....	39
3.2.7	Delineamento experimental.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Experimento I: metabolizabilidade dos nutrientes.....	39
4.1.1	Fase inicial (9 a 12 dias de idade – coleta: 9 a 12 dias de idade).....	39
4.1.1.1	Metabolizabilidade dos nutrientes.....	39
4.1.1.1.1	Coefficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS).....	39
4.1.1.1.2	Coefficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB).....	40
4.1.1.1.3	Coefficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE).....	41
4.2.2	Fase de crescimento (29 a 32 dias de idade).....	42
4.2.2.1	Metabolizabilidade dos nutrientes.....	42
4.2.2.1.1	Coefficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS).....	42
4.2.2.1.2	Coefficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB).....	43
4.2.2.1.3	Coefficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE).....	44
4.4	Experimento II: desempenho zootécnico.....	45
4.4.1	Fase inicial (um a 21 dias de idade).....	45
4.4.1.1	Consumo de ração.....	45
4.4.1.2	Ganho de peso.....	45
4.4.1.3	Conversão alimentar.....	46
4.4.1.4	Viabilidade.....	47
4.4.1.5	Fator de produção.....	48
4.4.2	Fase de crescimento (22 a 38 dias de idade).....	48
4.4.2.1	Consumo de ração.....	48
4.4.2.2	Ganho de peso.....	49
4.4.2.3	Conversão alimentar.....	50

4.4.2.4	Viabilidade.....	50
4.4.2.5	Fator de produção.....	51
4.4.2.6	Rendimento de abate.....	51
4.4.2.6.1	Rendimento de carcaça.....	52
4.4.2.6.2	Rendimento de coxa e sobrecoxa.....	52
4.4.2.6.3	Rendimento de dorso.....	53
4.4.2.6.4	Rendimento de peito.....	53
4.4.2.6.5	Rendimento de asa.....	54
5.	CONCLUSÕES.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 —	Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais.....	36
Tabela 2 —	Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais da fase de crescimento.....	37
Tabela 3 —	Matriz nutricional da enzima protease utilizada para valorização de dietas de frangos de corte na fase inicial e de crescimento.....	38
Tabela 4 —	Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), das rações, em percentual, de acordo com os tratamentos, no período de 9 a 12 dias de idade.....	43
Tabela 5 —	Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), das rações, em percentual, de acordo com os tratamentos, no período de 9 a 12 dias de idade.....	44
Tabela 6 —	Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), das rações, em percentual, de acordo com os tratamentos, no período de 9 a 12 dias de idade.....	45
Tabela 7 —	Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), em percentual, das rações, de acordo com os tratamentos, no período de 29 a 32 dias de idade.....	46
Tabela 8 —	Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), em percentual, das rações, de acordo com os tratamentos, no período de 29 a 32 dias de idade.....	47
Tabela 9 —	Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), em percentual, das rações, de acordo com os tratamentos, no período de 29 a 32 dias de idade.....	48

Tabela 10 —	Consumo de ração (g) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	49
Tabela 11 —	Ganho de peso (kg) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	50
Tabela 12 —	Conversão alimentar (kg/kg) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	51
Tabela 13 —	Viabilidade (%) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	52
Tabela 14 —	Fator de produção dos frangos de corte, para a fase compreendida entre um e 21 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	56
Tabela 15 —	Consumo de ração (kg) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	53
Tabela 16 —	Ganho de peso (kg) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	54
Tabela 17 —	Conversão alimentar (kg/kg) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	55
Tabela 18 —	Viabilidade (%) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	56
Tabela 19 —	Fator de produção dos frangos de corte, para a fase compreendida entre um e 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	57
Tabela 20 —	Rendimento de carcaça(%).....	57
Tabela 21 —	Rendimento de coxa e sobrecoxa (%).....	58
Tabela 22 —	Rendimento de dorso (%).....	59

Tabela 23 —	Rendimento de peito (%).....	59
Tabela 24 —	Rendimento de asa (%).....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 —	Esquema de reação química catalisada por enzima.....	20
------------	------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca	Cálcio
CA	Conversão alimentar
CM	Complexo multienzimático
CMEE	Coefficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo
CMMS	Coefficiente de metabolizabilidade da matéria seca
CMPB	Coefficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
CR	Consumo de ração
EM	Energia metabolizável
FCR	Feed conversion ratio
FI	Feed intake
GP	Ganho de peso
MCCP	Metabolization coefficient of crude protein
MCDM	Metabolization coefficient of dry matter
MCEE	Metabolization coefficient of ether extract
Pd	Fósforo disponível
PNAS	Polissacarídeos não amiláceos solúveis
VIAB	Viabilidade
WG	Weight gain

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da adição de enzima protease (produzida pelo *Bacillus licheniformis* cepa PWD-1) em dietas contendo farinha de penas (2,0% na fase inicial e 3,0% na fase de crescimento) para frangos de corte machos Cobb[®] sobre a metabolizabilidade dos nutrientes, desempenho e rendimento de carcaça e seus cortes. Foram realizados dois experimentos com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (com e sem adição da enzima protease 0,05% e duas valorizações da matriz nutricional da enzima) sendo sete repetições por tratamento. No experimento I avaliou-se o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) na fase inicial e crescimento. Observou-se, na fase inicial, maior CMPB ($P \leq 0,05$) para as aves que, independente da adição ou não da enzima, consumiram ração com valorização da matriz nutricional da enzima. Não houve efeito dos tratamentos sobre o CMMS e o CMEE ($P > 0,05$). Na fase de crescimento houve interação entre os tratamentos para as variáveis CMPB e CMEE. Os frangos alimentados com dieta valorizada sem adição de enzima (controle negativo) apresentaram melhores resultados ($P \leq 0,05$) para CMPB e CMEE. Nos tratamentos com enzima, o melhor CMEE ($P \leq 0,05$) foi obtido com o tratamento sem valorização da matriz nutricional (over the top). No experimento II avaliou-se o desempenho dos frangos de corte de um a 38 dias de idade e rendimentos de carcaça e cortes. Na fase inicial o GP foi melhor ($P \leq 0,05$) para as aves que receberam dietas sem valorização da matriz nutricional, independente do fornecimento de enzimas. O consumo de ração e a viabilidade não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Os melhores resultados para CA ($P \leq 0,05$) foram obtidos com os frangos que receberam dietas sem valorização, independente da adição de enzimas. Na fase de crescimento, não houve interação entre os tratamentos para o desempenho e rendimento de abate. Independente da utilização de enzima, o GP e a CA foram melhores ($P \leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas sem valorização. Independente da valorização, a adição de enzima aumentou ($P \leq 0,05$) o GP e o CR, não houve efeito da adição enzimática sobre a CA ($P > 0,05$). O rendimento de carcaça foi melhor ($P \leq 0,05$) para as aves que receberam dietas valorizadas, independente da adição enzimática. Os tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) o rendimento de cortes. Os melhores resultados para metabolizabilidade da proteína bruta e extrato etéreo foram obtidos utilizando-se dietas valorizadas sem enzima (controle negativo) e dietas não valorizadas com enzima (over the top). A adição de enzima sem valorização melhora o ganho de peso e o fator de produção de frangos de corte de um a 38 dias de idade, sem efeito sobre o rendimento de cortes. A valorização nutricional recomendada para a protease parece ser excessiva nas dietas comerciais para frangos de corte.

Palavras chave: desempenho, metabolizabilidade, protease, farinha de pena, frangos de corte

ABSTRACT

This experiment aimed to evaluate the effects of protease (produced by *Bacillus licheniformis* strain PWD-1) upon metabolization coefficient of nutrients, performance and slaughter yield from male Cobb[®] broilers, fed diets containing feather meal. Two experiments were conducted with a completely randomized design in 2x2 factorial arrangement - with (0,05%) or without enzyme addition x considering or not nutrient improvement value from protease, with seven replicates per treatment group. In experiment 1 was evaluated the metabolization coefficient of dry matter (MCDM), crude protein (MCCP) and ether extract (MCEE) in initial phase (9-12/d/old) and growth (29-32/d/old). In the initial phase was observed that regardless of enzyme addition broiler chickens fed diet considering nutrient improvement value had higher MCCP ($P \leq 0.05$). However, MCDM and MCEE were not affected ($P > 0.05$). In the growth phase, there were interactions between treatments for the variables MCCP and MCEE. The birds fed diets considering nutrient improvement without enzyme (negative control) showed better results ($P \leq 0.05$) for MCCP and MCEE. In the treatments with enzyme, the best MCEE ($P \leq 0.05$) was obtained with the treatment not considering nutrient improvement (over the top). In experiment 2 was evaluated the performance of broilers from 1-38-d-old and the slaughter yield at 38-d-old. In the initial phase weight gain (WG) was greater ($P \leq 0.05$) on birds fed diets not considering nutrient improvement value, regardless of enzyme addition. Feed intake (FI) and viability were not affected ($P > 0.05$) by treatments. The best results for feed conversion ratio (FCR) ($P \leq 0.05$) were obtained from chickens fed diets without considering nutrient improvement, regardless of the addition of enzymes. In the growth phase, there was no interaction between the treatments for the performance and slaughter yield. Regardless of enzyme addition, WG and FCR were greater ($P \leq 0.05$) in broilers that received diets not considering nutrient improvement value from protease. Regardless of the nutrient improvement value, the addition of enzyme increased ($P \leq 0.05$) the WG and FI, there was no effect of enzyme addition on the FCR ($P > 0.05$). The best carcass yield ($P \leq 0.05$) was obtained ($P \leq 0.05$) from birds fed diets considering nutrient improvement, regardless of enzyme addition. Treatments did not influence ($P > 0.05$) commercial cuts. The best results for metabolization coefficient of crude protein and ether extract were obtained with birds fed diets without enzyme and considering nutrient improvement value from protease and birds fed diets with enzyme and not considering nutrient improvement value from protease (over the top). Was observed that enzyme addition improved performance, despite had no influence in the cuts yielding of broiler. Moreover, there were evidences that nutrient improvement value from protease seems to be excessive in commercial diets for broilers.

Keywords: performance, metabolization, protease, feather meal, broilers, slaughter yield

1 INTRODUÇÃO

A produção de rações no Brasil encontra-se em pleno crescimento, no primeiro semestre de 2010 o setor produziu 61,4 milhões de toneladas de rações e apresentou alta de 10% em comparação ao mesmo período de 2009. A expectativa é de que o balanço para 2011 seja de 64 milhões de toneladas (Sindirações, 2011). Cerca de 50% do total de ração produzida no país é destinada para a indústria da avicultura (corte e postura) (Sindirações, 2009). No entanto, existem poucas alternativas à combinação milho e farelo de soja tornando-se árdua a busca das indústrias por matérias primas alternativas (Bellaver, 2005).

Nas últimas duas décadas, as exportações do agronegócio têm desempenhado um papel de destaque na economia brasileira. O Brasil é considerado o 3º maior país produtor e o 1º maior exportador de carne de frango mundial, a estimativa para 2011 é um aumento de 5% na produção em relação ao ano de 2010 (12,3 milhões de toneladas), atingindo a produção de 12,9 milhões de toneladas (Avicultura Industrial, 2011). Devido ao grande volume de produção, a indústria de carnes gera altas quantidades de resíduos que possuem elevado potencial poluente (Bellaver, 2005). Em média, durante o processo de abate ocorre perda do produto em torno de 35% (Nunes, 1998). Sabendo-se que, em torno de 7% do peso corporal das aves é representado por suas penas e tomando-se como peso final médio das aves 2,5 kg. Estima-se que a quantidade de resíduos (penas), alcança a marca de 846 mil toneladas/ano, viabilizando a produção de farinhas para alimentação animal (Holanda, 2009).

As penas são resíduos sólidos provenientes do abate de frangos que necessitam de destino adequado. O destino mais comum para esse resíduo no Brasil é o uso como farinha de penas na alimentação de aves. Este destino é quase que exclusivo devido ao baixo interesse de outras áreas por este resíduo do abatedouro de aves. A farinha de penas hidrolisadas é caracterizada como um subproduto resultante da cocção, sob pressão, de penas limpas e não decompostas, obtidas no abate de aves (Compêndio..., 2005).

Segundo Bellaver (2001b), existem também alternativas para o destino desse resíduo, mas até o momento não foram suficientemente testadas ou não existem indicações claras para usá-las. As alternativas que se apresentam a esse processo são o aterro sanitário, o enterramento, a compostagem, a incineração e a queima.

Contudo, no momento de avaliar o destino adequado para esse resíduo devemos levar em conta o que ele representa para a economia do país e o impacto que poderia ser gerado ao meio ambiente caso não houvesse reciclagem do mesmo (Bellaver, 2001a).

Portanto, além de elevar o lucro dos abatedouros avícolas e evitar a poluição ambiental, que poderia ser causada caso esses resíduos fossem descartados sem posterior reaproveitamento (Scapim et al., 2003), a utilização dos subprodutos de abatedouros como fonte alternativa de proteína e fósforo para rações, reduz os custos da dieta, uma vez que esses produtos substituem parcial ou totalmente alguns ingredientes de custo expressivo como farelo de soja e o fosfato bicálcico (Scheuermann et al., 2007). No entanto, a proibição quanto ao uso de antibióticos, promotores de crescimento e restrições no uso de farinhas de origem animal por alguns mercados consumidores aumentou o interesse dos setores avícolas por formas alternativas, no intuito de reduzir o impacto causado por essas proibições (Sartori et al., 2007).

O desenvolvimento da biotecnologia, voltada para a nutrição animal, promove o lançamento de produtos que proporcionam melhores índices de produtividade e eficiência alimentar para monogástricos (Barbosa et al., 2008). Por esse motivo, o uso de enzimas exógenas tem sido considerado como alternativa para diminuir os custos de produção. Tal diminuição nos custos provocada pelo uso das enzimas pode estar relacionada à melhor eficiência de utilização de alimentos tradicionais (Peixoto e Maier 1993); e por viabilizar o uso de matérias primas alternativas (Guenter, 1997). A possível diminuição dos custos com nutrição seria muito vantajosa, uma vez que o custo da alimentação representa aproximadamente 70% dos custos total de produção. Portanto, a inclusão de enzimas na alimentação de aves pode melhorar a utilização de alimentos alternativos, como as farinhas de origem animal.

Deste modo, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da utilização do ingrediente farinha de penas associada à enzima protease na alimentação de aves sobre a metabolizabilidade de nutrientes e desempenho zootécnico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fisiologia da digestão das aves

Fisiologicamente, durante o processo de digestão, as proteínas da dieta são submetidas à hidrólise (quebra das ligações peptídicas) por meio da ação das enzimas proteolíticas em pH ácido (1,0 a 4,0). Assim, quanto maior a área de superfície disponível para as enzimas e o tempo de ação sobre o substrato, melhor será a digestão e a disponibilidade dos aminoácidos para posterior absorção (Macari et al., 1994).

O trato digestivo das aves é mais curto que o dos mamíferos. Assim, os processos de trituração do alimento (aumento da superfície para melhor ação das enzimas) e a desnaturação protéica têm que ser eficientes visando uma melhor digestão da proteína (Macari et al., 1994).

A digestão protéica nas aves inicia-se no proventrículo. Esse órgão, também denominado de estômago glandular, secreta ácido clorídrico e pepsinogênio através das células principais. O ácido clorídrico ou a pepsina transformam o pepsinogênio em pepsina (forma ativa). O pH ácido, em torno de dois, é essencial para o funcionamento da enzima, entretanto, o pH pode aumentar devido à diluição com o conteúdo da digesta. Assim, no proventrículo, as proteínas em meio ácido sofrem a ação da pepsina e são desnaturadas. Através da motilidade proventrículo-moela, o alimento vai sendo triturado e digerido, dessa forma, as proteínas parcialmente digeridas passam para o duodeno. A eficácia da digestão protéica depende da característica física da proteína ingerida e do tempo de permanência no proventrículo-moela, pois a hidrólise péptica cessa quando o pH do quimo é aumentado no duodeno (Macari et al., 1994).

No duodeno, as proteínas ingeridas sofrem ação das enzimas proteolíticas do pâncreas e do intestino. As principais enzimas proteolíticas do pâncreas são: tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidases A e B e elastase. A ação conjunta das endo e exopeptidases resulta na formação de oligopeptídeos, tripeptídeos, dipeptídeos ou mesmo aminoácidos livres no lúmen intestinal. Assim, grande parte da hidrólise é realizada pelas endo e exopeptidases no lúmen, mas as peptidases de membrana completam a hidrólise dos oligo, tri ou dipeptídeos para a formação dos aminoácidos livres para serem absorvidos (Macari et al., 1994).

No momento da eclosão, o sistema digestivo da ave está anatomicamente completo, porém sua capacidade funcional de digestão e absorção ainda está imatura. Durante as primeiras semanas de vida, a atividade enzimática e o desenvolvimento fisiológico não estão totalmente consolidados. As aves já nascem com uma atividade enzimática mínima e elevam sua capacidade digestiva em decorrência da idade (Longo, 2003). Nitsan et al. (1991) constataram a presença de quimiotripsinogênio no pâncreas de pintinhos na eclosão, contudo, a atuação de ambas as enzimas foi baixa até o quinto ou sexto dia de idade, o ápice da quimiotripsina ocorreu no décimo dia de vida da ave. Porém, a ação de enzimas sem o desenvolvimento satisfatório do intestino é pouco eficiente para promover maior ganho de peso na fase inicial de criação.

2.2 Caracterização das farinhas de penas

A farinha de penas hidrolisada é um subproduto resultante da cocção, sob pressão, de penas limpas e não decompostas, obtidas no abate de aves, é permitida a participação de sangue em sua constituição desde que não comprometa a sua composição. Deve ser isenta de matérias estranhas à sua composição e microrganismos patogênicos (Brasil, 2005). Apesar de possuir alto teor de proteína bruta (78 a 92%), sabe-se que 85 a 90% dessa proteína é a queratina, que se caracteriza por apresentar baixa solubilidade e alta resistência à ação de enzimas proteolíticas do estômago e intestino das aves (Moura et al., 1994; Scapim et al., 2003).

As queratinas são ricas em aminoácidos sulfurados, principalmente a cistina, variando de 4,5 a 5,5%, podendo chegar até níveis de 60% de metabolizabilidade (Butolo, 2002). Segundo Nascimento et al. (2000), a baixa metabolizabilidade e insolubilidade da farinha de penas têm sido atribuídas às pontes de hidrogênio, interações hidrofóbicas dentro da molécula de queratina e pontes de enxofre presentes na cistina, que contribuem para manter a maior estabilidade da proteína, quando atacada por enzimas. Conforme Penz Jr. (1994), quanto mais rígidas as ligações que mantêm a tridimensionalidade das proteínas, mais difícil é a ação das enzimas proteolíticas e mais baixa é sua metabolizabilidade.

Observa-se grande variação no coeficiente de metabolizabilidade de aminoácidos das farinhas de pena (Wang e Parsons (1997); Moritz e Latshaw (2001); Scapim et al. (2003); Rostagno et al. (2005); Brumano et al. (2006) e Rostagno et al. (2011)). Tal variação no coeficiente de metabolizabilidade sugerido por diferentes autores se deve principalmente pela

melhoria do processamento das farinhas ao longo dos anos, obtendo assim, farinhas de penas com melhor valor nutricional (Holanda, 2009).

2.3 Processamentos

Com o objetivo de tornar a queratina mais solúvel e digestível é necessário que a farinha de pena seja submetida a uma hidrólise parcial (ácida ou alcalina) (Butolo, 2002). Contudo, o processamento no qual as penas são submetidas deve ser adequado para que se obtenha uma farinha de boa qualidade (Holanda, 2009). A qualidade antes, durante e após o processamento é de fundamental importância para o aproveitamento de resíduos na fabricação das farinhas de origem animal (Bellaver, 2001b).

O processamento excessivo da farinha gera um produto com baixo teor protéico, devido às perdas dos aminoácidos sulfurados (Davis et al., 1961; Baker et al., 1981; Papadopoulos et al., 1986). Por outro lado, o processamento insuficiente ocasionará uma hidrólise incompleta das penas, que não serão digeridas pelos animais, e o excesso de umidade provocará o aumento de fungos e bactérias, acidificação e rancificação do material e, conseqüentemente, da farinha (Rocha e Silva, 2004).

No intuito de produzir farinhas de penas com altos níveis de proteína bruta, concentração e melhores coeficientes de metabolizabilidade dos aminoácidos têm sido estudados diferentes métodos de processamento para esse subproduto (Papadopoulos et al. 1986; Williams et al., 1991; Albino et al., 1992; Wang e Parsons, 1997; Moritz e Latshaw, 2001; Scapim et al., 2003). Foi observada pelos autores a necessidade de determinar a correlação ideal entre temperatura e pressão durante o processamento, levando em conta a matéria-prima e o tipo de equipamento.

De acordo com a Instrução Normativa nº 34 de 2008, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), após a trituração os resíduos animais devem ser aquecidos até atingirem uma temperatura não inferior a 133°C, durante pelo menos 20 (vinte) minutos, sem interrupção, a uma pressão (absoluta) não inferior a 3 (três) bar, produzida por vapor saturado (Brasil, 2008).

2.4 Enzimas

Outra forma de aumentar a metabolizabilidade da proteína, além do processo físico, seria a utilização de enzimas exógenas (hidrólise enzimática) visando uma melhora no

desempenho da ave. As enzimas são capazes de disponibilizar maior quantidade de nutriente contido na ração, com o objetivo de melhorar ou pelo menos manter o desempenho dos animais (Sartori et al., 2007).

2.4.1 Definição e Características das enzimas

Enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária e quaternária e atuam como catalisadores biológicos (não são consumidas na reação), aumentando a velocidade das reações químicas (Champe et al., 2006).

As enzimas são altamente específicas para os substratos por possuírem uma fenda denominada sítio ativo, que contém aminoácidos cujas cadeias laterais criam uma superfície complementar ao substrato. O sítio ativo, ao se ligar ao substrato, forma complexo enzima-substrato (Figura 1). Após a reação, a enzima separa-se dos produtos, disponibilizando a molécula de enzima para novas reações (Champe et al., 2006).

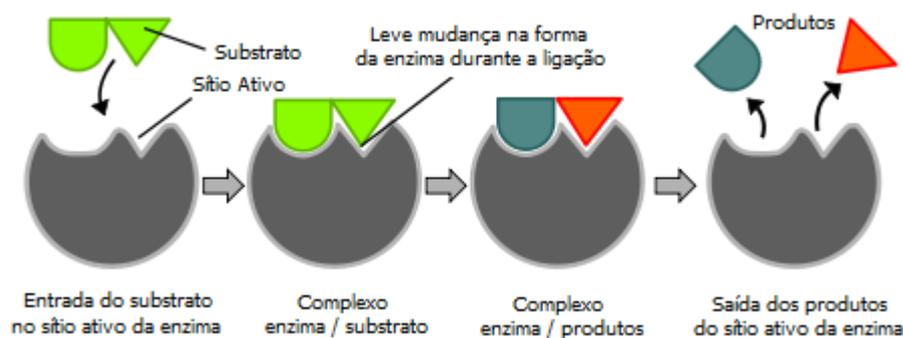


Figura 1. Esquema de reação química catalisada por enzima.
Fonte: Adaptado de Champe et al. (2006).

As enzimas são proteínas altamente especializadas, classificadas de acordo com as reações que catalisam. Algumas enzimas são proteínas simples, outras conjugadas, e contém grupos prostéticos constituídos por íons metálicos, por coenzimas ou por ambos. A ação catalítica das enzimas pode ser influenciada por alguns fatores, tais como: temperatura, pH, umidade e presença de coenzimas e inibidores (Lehninger et al., 2000).

Para o melhor aproveitamento das enzimas, se faz necessário que não ocorra inativação das mesmas durante o processo de fabricação e estocagem das rações. Até mesmo o pH baixo e as enzimas proteolíticas do trato digestório podem comprometer a ação das enzimas junto ao substrato (Soto-Salanova et al., 1996).

De acordo com Rotter (1990), as enzimas adicionadas ao alimento são ativadas pela associação dos seguintes fatores: mistura aos fluidos digestivos (pH), temperatura do organismo e presença de substrato. Além disso, a presença de substrato no organismo do animal é fator limitante para que as enzimas possam atuar.

Assim, o sucesso da utilização das enzimas exógenas depende da associação correta entre a dieta utilizada e a enzima escolhida, uma vez que cada enzima para desempenhar sua função necessita da presença de substrato específico. Além disso, é fundamental o conhecimento a respeito das condições nas quais as reações de hidrólise enzimática são realizadas (temperatura, pH, umidade e presença de coenzimas e inibidores) (Lima et al., 2002).

2.4.2 Produção das enzimas

A produção de enzimas em escala industrial começou no final da década de 80 por meio de culturas de microorganismos, derivadas da fermentação fúngica, bacteriana e de leveduras (Campestrini et al., 2005).

Segundo Zanella (2001), atualmente estão disponíveis no mercado enzimas destinadas às rações contendo matérias primas alternativas (cevada, trigo e triticales), alimentos rotineiramente utilizados (milho e soja) e enzima para degradar o ácido fítico dos grãos vegetais.

A utilização de enzimas em rações à base de milho e farelo de soja é o maior interesse das indústrias brasileiras, uma vez que 90% das rações são produzidas a partir desses dois ingredientes (Rizzoli, 2009).

Alimentos como a soja, cevada, aveia, trigo, centeio e triticales apresentam em sua constituição bromatológica constituintes que as aves não digerem ou que a digestão é incompleta, como os polissacarídeos não amiláceos solúveis (PNAS) (Zanella, 2001).

Os polissacarídeos não amiláceos são polímeros de açúcares simples resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos animais monogástricos (Zanella, 2001). Quanto maior a concentração de PNAS na dieta maior a viscosidade do quimo e menor a disponibilidade da energia e a metabolizabilidade dos demais nutrientes (Annison e Choct, 1991). O incremento na viscosidade é considerado o principal fator de influência no valor nutritivo destes cereais. Guenter (1993) afirma que o aumento da viscosidade do quimo diminui a taxa de passagem levando a menor ingestão de ração por parte das aves e dificultando a ação das enzimas endógenas e interferindo na difusão dos nutrientes.

Segundo Zanella (2001) os efeitos deletérios provenientes da presença de PNAS na dieta podem ser minimizados por meio da utilização de enzimas exógenas na ração.

Pesquisas têm evidenciado a possibilidade de utilizar complexos enzimáticos também em rações formuladas à base de cereais de baixa viscosidade (milho e sorgo) e farelo de soja, com o objetivo de melhorar a utilização do amido e da proteína (Fialho et al., 2003).

A melhora na metabolizabilidade provocada pelo uso das enzimas exógenas ocorre por meio da redução de fatores antinutricionais. As enzimas promovem a quebra dos componentes da fibra e aumentam a disponibilidade de nutrientes para a digestão, e podem proporcionar ainda melhora no desempenho das aves (Fuente e Soto-Salanova, 1997).

De modo geral, as enzimas podem ser divididas em dois grupos de acordo com sua finalidade: complementar enzimas que são produzidas pelo próprio organismo (amilases, proteases e lipases) e/ou fornecer enzimas que o animal não consegue sintetizar (fitases e pentosanas).

De acordo com Soto-Salanova (1996), o uso das enzimas exógenas possui quatro objetivos distintos: remoção ou hidrólise de fatores antinutricionais, aumento da metabolizabilidade dos nutrientes presentes na ração, suplementação das enzimas endógenas e hidrólise de polissacarídeos não amiláceos solúveis.

No milho as enzimas podem atuar, por exemplo, na porção dos amidos resistentes e nos arabinosilanos. Já no farelo de soja, segundo Choct (1998) existem de 15 a 20% de PNAS que podem servir de substrato para as enzimas.

Podemos citar além dos PNAS outros fatores antinutricionais presentes na soja como as lectinas e inibidores de proteases. Portanto, enzimas com atividade de proteases estão sendo amplamente estudadas para melhorar a qualidade do farelo de soja (Classen, 1996).

Além da liberação de nutrientes, outro benefício da utilização das enzimas exógenas seria a redução da síntese de enzimas endógenas. Permitindo assim, que o organismo disponibilize mais aminoácidos para síntese protéica. Em situações normais, cerca de 25% das necessidades diárias de nitrogênio podem ser destinadas para síntese de enzimas endógenas (Garcia et al., 2000).

Zanella et al. (1999a) verificaram que a suplementação de amilase e protease na dieta à base de milho e soja para frangos de corte reduziu a síntese destas enzimas endógenas em 23,4 e 35,5% respectivamente. Nir (1998) também verificou diminuição da síntese endógena das enzimas pancreáticas, quando pintos de corte, com duas semanas de idade,

receberam dietas suplementadas com enzimas. Supõe-se que a secreção de enzimas pancreáticas seja afetada pela concentração de enzimas no intestino delgado e/ou substratos ou produtos de hidrólise.

2.4.3 Utilização das enzimas

Existem duas formas de se incluir as enzimas nas rações. A primeira e mais prática é chamada de “over the top” (por cima), consiste em suplementar as enzimas, sem alterar os níveis nutricionais (Barbosa et al., 2008). Contudo, de acordo com Lecznieski (2006), caso se utilize níveis adequados e/ou com uma margem de segurança nas matrizes nutricionais, a adição da enzima produzirá uma liberação de nutrientes dos quais o animal não necessita ou mesmo não conseguirá converter em peso. Nessa situação, a adição da enzima aumentará o custo de formulação; e, se o animal estiver com suas exigências nutricionais supridas pela ração a adição da enzima produzirá um excesso de nutrientes que se forem aproveitados pelo animal serão convertidos em gordura ou não serão utilizados pelo animal e serão excretados.

Outra forma de inclusão das enzimas seria chamada de “on the top” que consiste em reduzir os nutrientes da dieta e adicionar enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta padrão visando obter o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais recomendados (Barbosa et al., 2008). Visando assim, a diminuição no custo das formulações.

As enzimas estão disponíveis no mercado de duas formas: complexos enzimáticos (associação de duas ou mais enzimas) ou isoladamente. Devido ao fato das enzimas serem muito específicas, os produtos que contêm apenas uma enzima não são considerados suficientes para produzir máximo benefício. Portanto, o emprego de complexos enzimáticos tem sido proposto no uso em dietas à base de milho e farelo de soja, no intuito de melhorar ainda mais o desempenho de aves (Brum et al., 2006). Contudo, não se conhece exatamente o efeito das interações entre enzimas, podendo gerar resultados controversos o uso de complexos enzimáticos (Albino et al., 2007).

2.4.4 Importância de determinar a qualidade dos ingredientes no uso das enzimas

Existe uma correlação positiva entre o valor nutricional de um alimento com o conteúdo de amido, proteína, lipídio; e negativa com o conteúdo de parede celular,

polissacarídeos não amiláceos e presença de fatores antinutricionais (Vasconcellos et al., 2009).

Segundo Paula et al. (2002), para garantir a eficácia da formulação de dietas é necessário conhecer a energia metabolizável e a metabolizabilidade dos ingredientes, uma vez que a variação nutricional pode afetar a atuação da hidrólise enzimática e a concentração do substrato.

O milho e o farelo de soja, ingredientes tradicionalmente usados no Brasil em rações de monogástricos, apresentam elevada variabilidade nutricional. Isso acarreta grande variação nos seus fatores antinutricionais, que pode levar a um comprometimento da atuação das enzimas no organismo animal (Douglas et al., 2000). De acordo com Tavernari et al. (2008), o farelo de soja e o milho apresentam 30,3% e 8,1 % de PNAS, respectivamente em suas constituições, com metabolizabilidade praticamente nula, pois as aves não apresentam enzimas específicas para digestão destes compostos.

2.5 Proteases

A queratinase é uma enzima (protease) responsável por hidrolisar a queratina. Esta enzima pode ser produzida pela bactéria *Bacillus licheniformis* que é capaz de hidrolisar a farinha de pena com melhor eficiência do que o sistema convencional de hidrólise. A utilização da queratinase é mais econômica e proporciona menor risco de poluição ambiental. (Fireman e Fireman, 1998) Segundo Ferket (1996), a disponibilidade da queratina na pena crua e na farinha de pena é melhorada com a suplementação de 0,1% de queratinase na dieta de aves.

Williams et al. (1991) observaram que a hidrólise enzimática pode ser alternativa viável. O uso de farinha de penas hidrolisadas por enzimas produzidas por *Bacillus licheniformis*, suplementadas por aminoácidos sintéticos, produziram animais que apresentaram curvas de crescimento idênticas a de aves alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja.

A farinha de pena crua quando submetida ao tratamento enzimático, apresenta 15% a mais de energia metabolizável total em relação à farinha de pena hidrolisada convencionalmente. Além disso, proporciona aumento da metabolizabilidade dos aminoácidos frente ao processo convencional (Woodgate, 1994).

Acredita-se que a utilização da protease possa contribuir com a redução dos custos da dieta, melhorando o desempenho dos animais, e possibilitando a utilização de alimentos com proteínas pouco digestíveis como a farinha de penas (Anjum et al., 2010).

2.5.1 Efeitos da suplementação de protease em frangos de corte sobre o desempenho, metabolizabilidade dos nutrientes e rendimento de abate

Schang et al. (1997) não encontraram diferença significativa para conversão alimentar, aos 52 dias de idade, ao fornecerem uma ração à base de milho e farelo de soja com e sem utilização do complexo enzimático (protease, amilase e celulase), formulada para atender 100 e 90% das necessidades energéticas e aminoacídicas de frangos de corte. Além disso, a suplementação enzimática nas dietas com alta densidade nutricional (100%) não promoveu melhora no valor de utilização da energia.

Pereira (1998) avaliou o efeito da adição do complexo enzimático (protease, amilase e celulase) na ração de frangos de corte, utilizando uma ração padrão e uma ração cujos níveis protéico e energético foram valorizados em 9 e 7%. O pesquisador concluiu que as aves alimentadas com enzima obtiveram conversão alimentar pior do que aquelas alimentadas com a ração padrão. Porém, observou que apesar da pior conversão as aves obtiveram ganho de peso superior àquelas aves arraçadas com uma ração padrão.

Zanella et al. (1999b) realizaram dois experimentos utilizando a combinação de enzimas xilanase, amilase e protease para avaliar o efeito da suplementação enzimática em rações à base de milho e soja (tostada integral, extrusada e farelo) para frangos de corte. No primeiro experimento, foi avaliado o efeito sobre a metabolizabilidade dos nutrientes e os autores concluíram que a suplementação enzimática melhorou a metabolizabilidade protéica em 2,9%, melhorou também o peso corporal e a conversão alimentar em 1,9 e 2,2 % respectivamente. No segundo experimento, foi avaliado o desempenho das aves, contudo, foram utilizadas rações em níveis decrescentes de energia, levando em consideração a melhoria obtida com a adição de enzimas no 1º experimento. Não foi observada diferença no desempenho das aves entre os tratamentos, indicando que a melhoria obtida pela utilização de enzimas conseguiu compensar o conteúdo energético mais baixo das dietas. Porém, esses experimentos não possuíam tratamento controle negativo.

Garcia et al. (2000) avaliaram o efeito da utilização de complexo enzimático (alfa-galactosidase, pectinase, celulase e protease) associado ou não com lipase em rações à base de milho e soja sobre o desempenho e a metabolizabilidade de nutrientes. Para avaliar o

desempenho, a dieta foi valorizada em 7% para os valores de energia metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) e em 5% para Metionina, Metionina+Cistina e Lisina (Trat. C, D e E) e 9% para EM, 7% para PB e 5% para Metionina, Metionina+Cistina e Lisina (Trat. F, G e H) nas rações com adição de enzima. Os autores concluíram que os valores de EM, PB e aminoácidos da soja podem ser superestimados em 9, 7 e 5%, respectivamente, quando é feita a adição de complexo multienzimático, sem prejuízo ao desempenho das aves. No entanto, esse trabalho não apresenta controle negativo. Para avaliar a metabolizabilidade dos nutrientes os tratamentos utilizados foram: A e B - rações contendo farelo de soja, sem e com adição de complexo multienzimático; e C e D - rações contendo farelo de soja e soja integral extrusada, sem e com adição de complexo multienzimático. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e a energia metabolizável corrigida.

Tejedor et al. (2001) realizaram experimento com dois níveis de cálcio (Ca) e fósforo (P) normal (1%Ca/0,45%P) e baixo (0,70%Ca/0,32P%) e três combinações de enzimas: complexo multienzimático (protease, amilase e celulase) com fitase: 0 kg/t, 2kg/t de complexo multienzimático e 2 kg/t de complexo mais 1 kg/t de fitase. Os autores observaram que a adição do complexo multienzimático (CM) melhorou a metabolizabilidade da proteína bruta (3%), fósforo (5%) e cálcio (8%), quando comparados ao grupo controle. A associação CM+fitase melhorou o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta nas dietas com baixos níveis de Ca e P. Os autores concluíram que a adição do complexo multienzimático melhorou o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, cálcio e fósforo; e que o complexo multienzimático mais fitase mostrou efeito aditivo na metabolizabilidade de nutrientes.

Fischer et al. (2002) encontraram resultados semelhantes aos encontrados por Pereira (1998) ao avaliarem o efeito do complexo multienzimático (protease, amilase e celulase) sobre o desempenho de frangos de corte Ross, de um a 35 dias de idade, alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja. As rações de crescimento (21 a 28 dias) continham farinha de penas, farinha de vísceras e farinha de carne. As rações usadas na fase final (29 a 35 dias) continham farinha de penas e farinha de carne. Os tratamentos utilizados foram: T1 (controle- ração normal, sem enzima), T2 (controle negativo – ração com níveis energético, protéico e aminoacídico do farelo de soja, valorizados em 5%, sem enzima), T3 (ração normal, sem enzima até 28 dias, com enzima de 29 a 35 dias), T4 (ração normal, sem enzima até 21 dias, com enzima de 22 a 35 dias), T5 (ração normal, com enzima), T6 (até os 28 dias, ração normal com enzima, e ração valorizada com enzima, dos 29 aos 35 dias), T7

(ração normal, com enzima até os 21 dias e ração valorizada, com enzima, do 22º ao 35º dia) e T8 (ração valorizada com enzima). Os autores não verificaram efeito do complexo sobre os parâmetros consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em nenhuma das fases avaliadas. O desempenho das aves alimentadas com a ração valorizada em 5% nos seus níveis protéico, energético e aminoacídico, com a inclusão do complexo enzimático, não se igualou ao daquelas arraçadas com ração sem enzima.

Café et al. (2002) avaliaram o efeito da adição de complexo enzimático contendo xilanase, protease e amilase em dietas de milho e soja. Foi formulada uma dieta basal que foi dividida em duas partes, uma das alíquotas recebeu 0,1% de complexo enzimático e a outra não. O peso corporal e a conversão alimentar foram obtidos com 16, 35, 42 e 49 dias de idade. Aos 35, 42 e 49 dias, cinco frangos por parcela foram selecionados para determinar rendimento de carcaça e partes cortes. As aves alimentadas com dietas suplementadas com o complexo apresentaram peso corporal significativamente maior aos 16, 35 e 49 dias em comparação com aves alimentadas com as dietas não suplementadas. A suplementação não afetou a conversão alimentar. A mortalidade aos 16, 35 e 42 dias foi significativamente menor entre as aves alimentadas com as dietas suplementadas. Além disso, a adição do complexo não teve efeito sobre o rendimento de carcaça, peito, coxa e asa. A porcentagem de gordura abdominal aos 42 e 49 dias foi maior nas aves suplementadas com o complexo multienzimático.

Odetallah et al. (2003) tiveram como objetivo determinar a eficácia da enzima protease (PWD-1) em rações à base de milho e soja sobre o desempenho de frangos de corte. Três experimentos foram conduzidos, sendo cada experimento composto por cinco tratamentos. Nos experimentos 1 e 2 os tratamentos utilizados foram: controle (21,39% proteína bruta), baixa proteína (18% proteína bruta), e baixa proteína suplementada com 0,05; 0,1; ou 0,15% de enzima. As aves do tratamento 1 receberam dieta basal até os cinco dias de idade e depois passaram a receber as dietas experimentais. No experimento 3 os tratamentos utilizados foram: controle, controle + 0,1% de enzima alimentados a partir de um dia de idade, controle + 0,1% de enzima alimentados a partir de cinco dias de idade, baixa proteína e baixa proteína + preparação enzimática de 0,1%. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos no experimento 1, exceto maior consumo de ração pelas aves do grupo controle. No experimento II o grupo controle apresentou melhor ganho de peso, menor consumo de ração e melhor conversão alimentar. No experimento 3 o melhor ganho de peso foi apresentado pelos grupos que receberam dieta controle + 0,1% de enzima no 1º e 5º dia de idade. A pior conversão foi apresentada pelo grupo que recebeu dieta com baixa proteína

(controle negativo), no entanto, o grupo que recebeu dieta com baixa proteína + 0,1% de enzima igualou a conversão com o tratamento controle.

Dois experimentos foram conduzidos por Strada et al. (2005), utilizando o complexo multienzimático (protease, amilase e celulase), para avaliar o efeito de enzimas sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar em frangos de corte. No primeiro experimento, foram utilizados pintos de corte de oito a 21 dias de idade em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2, (duas dietas: farelo de soja + sorgo e farelo de soja + milho, com ou sem inclusão do complexo multienzimático). As dietas continham níveis idênticos de energia metabolizável, aminoácidos, cálcio e fósforo. No segundo experimento, foram utilizados frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. As dietas experimentais, à base de milho e farelo de soja, continham níveis de energia metabolizável valorizados em 7 e 9% e de aminoácidos (lisina, metionina e metionina + cistina) valorizados em 5 e 7%. O complexo foi adicionado em quantidade de zero (tratamento controle) ou 1,3 kg/t de ração. Foi observado que a inclusão das enzimas, tanto em rações à base de farelo de soja e sorgo quanto à base de farelo de soja e milho, não proporcionou ganhos nos desempenhos das aves na fase inicial. Porém, na fase de crescimento, verificou-se que as reduções na densidade energética (9% e 7%) e aminoacídica (7% e 5%) em dietas contendo complexo multienzimático não comprometeram o desempenho das aves, apesar de não possuir um tratamento controle negativo para comparação. Assim, foi concluído que a adição do complexo enzimático em dietas à base de farelo de soja e milho melhorou a utilização da energia metabolizável e dos aminoácidos em 9% e 7% respectivamente.

Cowieson e Adeola (2005) conduziram um experimento no intuito de avaliar o efeito da combinação de complexo enzimático (xilase, amilase, protease) e fitase, sobre o desempenho de frangos de corte de um a 28 dias de idade. Havia oito tratamentos, sendo uma dieta controle e as outras dietas possuíam níveis de energia, cálcio e fósforo mais baixos com inclusão do complexo multienzimático 0, 100 ou 200mg/kg, associada com enzima fitase 0, 100, 200mg/kg. A adição de 100 mg/kg de complexo ou de fitase individualmente aumentou o ganho de peso em 7 e 6,2% respectivamente; quando as enzimas foram utilizadas em combinação, o ganho de peso melhorou em 14%. A utilização do complexo melhorou a energia digestível ileal, a metabolizabilidade do nitrogênio e da matéria seca. Assim, concluiu-se que a combinação das enzimas nas dietas à base de milho e soja melhorou a metabolizabilidade de nutrientes e o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas com baixos níveis nutricionais.

Wang et al. (2006) avaliaram o efeito da adição da protease utilizando seis dietas, sendo três valorizações (controle, 5% mais proteína e 5% menos proteína) e duas utilizações da enzima (sem e com). Foram utilizadas aves de um a 50 dias de idade para avaliar os seguintes parâmetros: ganho de peso, conversão alimentar, mortalidade e rendimento de peito. Foi observado melhor ganho de peso e conversão alimentar nas dietas com alta proteína em comparação as de baixa proteína. No geral, a enzima melhorou o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de peito nas dietas com média e alta proteína.

Utilizando complexo multienzimático à base de protease, amilase e celulase, Brito et al. (2006) avaliaram os efeitos do complexo e do nível de processamento da soja integral (superprocessada, subprocessada e normal) sobre os valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes em pintos de corte dos oito aos 19 dias de idade. Foi observado, que a utilização do complexo multienzimático promoveu aumento nos coeficientes de metabolizabilidade ileal aparente de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e gordura das dietas de 4,8; 1,3; 4,8 e 6,0%, respectivamente. Sendo que, os maiores aumentos nos valores de metabolizabilidade ileal proporcionados pelo complexo foram obtidos com as rações contendo soja extrusada subprocessada: 10,7% MS, 4,2% PB, 11,4% EB e 17,6% gordura.

De modo semelhante, Olukosi et al. (2007) utilizaram 600 pintos de corte machos de um a 21 dias de idade para avaliar os efeitos do complexo enzimático (xilase, amilase e protease) individualmente ou em combinação com fitase sobre o desempenho, retenção de nutrientes e metabolizabilidade ileal de frangos alimentados com dietas à base de milho e soja. Foram utilizados cinco tratamentos compostos por controle, controle negativo, os outros três tratamentos possuíam níveis de energia, cálcio e fósforo mais baixos com inclusão do complexo multienzimático associado ou não com enzima fitase. Foi observado que somente o uso do complexo não melhorou o ganho de peso, no entanto a utilização da fitase individualmente ou em combinação com o complexo promoveu aumento no ganho de peso das aves. As enzimas utilizadas não apresentaram efeito na metabolizabilidade ileal da energia. Os autores concluíram que a combinação de complexo multienzimático e fitase melhorou o desempenho, mas sugeriram que a melhoria parece ser devida principalmente a ação da fitase.

Angel et al. (2011) avaliaram o efeito da utilização da enzima protease utilizada isoladamente em 708 frangos de corte de sete a 22 dias de idade sobre o desempenho e metabolizabilidade dos nutrientes. Foi utilizado um controle (22,5% proteína bruta) e rações com baixa proteína (20,5%). As rações de baixa proteína continham 0, 100, 200, 400 e 800

mg/kg de protease (BP0, BP100, BP200, BP400 e BP800, respectivamente). Foi observado pelos pesquisadores que as aves que receberam o controle foram 7,5% mais pesadas que as que receberam a dieta BP0. As aves alimentadas com dietas de baixa proteína contendo protease, independente da concentração, obtiveram ganho de peso semelhante às aves do controle. A conversão alimentar foi pior nas aves alimentadas com BP0 ou BP100 em comparação ao grupo controle. No entanto, quando a protease foi adicionada nos níveis de 200 a 800 mg/kg, a conversão foi semelhante a das aves do controle. A metabolizabilidade da proteína foi maior em frangos de corte alimentados com as dietas com baixos níveis suplementadas com enzima, independente da concentração de inclusão.

Dois experimentos foram conduzidos por Freitas et al. (2011) para determinar o efeito da adição de protease exógena para dietas de frangos de corte à base de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos.. Os tratamentos foram: controle, formulado com 3.050 e 3.150 kcal de energia metabolizável e 22,5% e 20% de proteína bruta nas fases inicial e de crescimento, respectivamente; e controle negativo, formulado com redução de 4,4% na energia metabolizável e proteína bruta em comparação com as dietas do controle. A enzima protease foi adicionada às dietas do controle negativo em: 0, 100, 200, 400, 800 e 1600mg/kg de ração. Foi observado que os frangos de corte alimentados com dieta controle obtiveram melhor ganho de peso e conversão alimentar do que aqueles alimentados com dieta controle negativo, independentemente da suplementação enzimática. O experimento II foi realizado em arranjo fatorial 2x2x2, sendo dois níveis de proteína (diferença de 7% do grupo controle), dois níveis de energia (diferença de 3% na energia metabolizável), e duas inclusões de protease (0 e 200mg/kg). Foi observado que os frangos de corte alimentados com dietas de alta proteína e energia obtiveram melhor desempenho do que aqueles alimentados com dietas com baixos níveis proteicos e energéticos, portanto a utilização da enzima exógena não melhorou o desempenho. No entanto, a suplementação de protease melhorou a conversão alimentar bem como a metabolizabilidade da gordura e da proteína, independentemente do nível de proteína e energia da dieta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento I: metabolizabilidade dos nutrientes

Avaliar a influência da protease (produzida pelo *Bacillus licheniformis* cepa PWD-1) sobre a metabolizabilidade dos nutrientes em frangos de corte, de um a 32 dias de idade, alimentados com rações contendo farinha de penas.

3.1.1 Local

O experimento foi realizado no Laboratório de Metabolismo Animal (LAMA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Belo Horizonte – MG, no período de 10 de maio a 12 de junho de 2011.

3.1.2 Aves e manejo

Foram utilizados 336 pintos de corte, machos, Cobb[®], distribuídos ao acaso em quatro tratamentos com sete repetições de 12 aves para coleta total de excretas na fase inicial, do 9º ao 12º dia de vida das aves.

Na fase de crescimento, foram utilizadas as mesmas aves, no entanto, foram utilizadas 10 aves em cada unidade experimental, totalizando 280 aves para a coleta total de excretas, do 29º ao 32º dia de vida das aves

Os pintos de corte destinados à coleta total na fase inicial foram criados do 1º ao 21º dia de idade em gaiolas de metabolismo. No 21º dia de vida duas aves de cada unidade experimental foram retiradas a fim de que todas as unidades contivessem 10 aves, totalizando 280 aves.

3.1.3 Rações

Foram utilizados dois tipos de rações fareladas, de acordo com a fase de criação, ou seja, inicial (um a 21 dias) e crescimento (22 a 32 dias de idade), de acordo com os tratamentos. Para a formulação das mesmas foram utilizados os valores nutricionais dos ingredientes segundo as tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al. 2011). Os níveis nutricionais das rações foram estabelecidos de acordo com Lara et al. (2008). As rações foram produzidas na fábrica de rações na Fazenda Experimental “Prof. Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. A composição percentual das rações inicial e crescimento, com seus respectivos níveis nutricionais calculados se encontram nas tabelas 1 e 2, respectivamente. A valorização da matriz nutricional da enzima protease se

encontra descrita na tabela 3. A inclusão da farinha de penas foi de 2% na fase inicial e 3% na fase de crescimento, independente dos tratamentos.

3.1.4 Tratamentos

Foram utilizados quatro tratamentos definidos pela inclusão de 0,05% da enzima protease (produzida pelo *Bacillus licheniformis* cepa PWD-1) ou pela não inclusão da enzima, e pela valorização ou não da matriz nutricional da enzima. Todas as rações, independente do tratamento, continham farinha de penas em 2% na fase inicial e 3% na fase de crescimento.

*Fase inicial (um a 21 dias de idade):

- Tratamento A: sem enzima (controle);
- Tratamento B: com inclusão de enzima, sem valorização nutricional (over the top);
- Tratamento C: com inclusão de enzima, com valorização nutricional (controle positivo);
- Tratamento D: sem inclusão de enzima, com valorização nutricional (controle negativo).

*Fase de crescimento (22 a 32 dias de idade – experimento I) e (22 a 38 dias de idade – experimento II):

- Tratamento A: sem enzima (controle);
- Tratamento B: com inclusão de enzima, sem valorização nutricional (over the top);
- Tratamento C: com inclusão de enzima, com valorização nutricional (controle positivo);
- Tratamento D: sem inclusão de enzima, com valorização nutricional (controle negativo).

Tabela 1 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações iniciais, de acordo com os tratamentos.

Ingredientes (%)	Inicial			
	A	B	C	D
	Sem enzima	Enzima sem valorização	Enzima com valorização	Sem enzima com valorização
Milho Moído	60,40	60,40	65,00	65,00
Farelo de soja 46	28,50	28,50	25,60	25,60
Óleo degomado de soja	1,50	1,50	-	-
Farinha de carne 40% PB	5,60	5,60	5,20	5,20
Farinha de penas	2,00	2,00	2,00	2,00
Calcário	0,10	0,10	0,32	0,32
Sal comum	0,32	0,32	0,32	0,32
MHA-Ca	0,42	0,42	0,39	0,39
Antioxidante	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina	0,13	0,13	0,12	0,12
L-Lisina	0,42	0,42	0,43	0,43
Supl. Vitaminico/mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
L- Tryptofano	-	-	-	-
Protease ²	-	0,05	0,05	-
Inerte	0,05	-	-	0,05
Colina	0,06	0,06	0,07	0,07
Níveis Nutricionais				
Proteína Bruta (%)	22,50	22,50	22,50	21,30
EMA (kcal/kg)	3000	3000	3000	2955
Cálcio (%)	0,94	0,94	0,94	0,95
Fósforo disponível (%)	0,46	0,46	0,46	0,45
Treonina dig. (%)	0,86	0,86	0,86	0,81
Lisina dig. (%)	1,32	1,32	1,32	1,25
Metionina dig. (%)	0,63	0,63	0,63	0,60
Metionina + Cistina dig (%)	0,94	0,94	0,94	0,90
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,19
Valina dig (%)	0,94	0,94	0,94	0,89
Tryptofano dig (%)	0,21	0,21	0,21	0,20
Colina (mg/kg)	1518	1518	1518	1500
Arginina disg.	1,36	1,36	1,36	1,27

¹Suplemento Vitaminico Mineral Cada 1,0 kg contém: Vit. A 3.500.000 UI, Vit. D3 625.000 UI, Vit. E 6.250 mg, Vit.K3 750 mg, Vit.B1 500 mg, Vit.B2 1.250 mg, Vit.B6 1.000 mg, Vit. B12 6.250 mcg, Biotina 25 mg, Niacina 8.750 mg, ÁcidoFólico 250 mg, ÁcidoPantotênico 3.000 mg, Selênio 45 mg, Iodo 175 mg, Ferro 12.525 mg, Cobre 2.500 mg, Manganês 19.500, Zinco 13.750 mg.

²Cibenza DP100

Tabela 2 – Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações de crescimento, de acordo com os tratamentos.

Ingredientes (%)	Crescimento			
	A	B	C	D
	Sem enzima	Enzima sem valorização	Enzima com valorização	Sem enzima com valorização
Milho Moído	68,65	68,65	74,5	74,5
Farelo de soja 46	20,00	20,00	15,8	15,8
Óleo degomado de soja	1,80	1,80	0,09	0,09
Farinha de carne 40% PB	4,40	4,40	4,50	4,50
Farinha de penas	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	0,275	0,275	0,27	0,27
Sal comum	0,35	0,35	0,33	0,33
MHA-Ca	0,35	0,35	0,32	0,32
Antioxidante	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina	0,11	0,11	0,11	0,11
L-Lisina	0,45	0,45	0,47	0,47
Supl. Vitamínico/mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
L- Triptofano	0,025	0,025	0,02	0,02
Protease ²	-	0,05	0,05	-
Inerte	0,05	-	-	0,05
Colina	0,04	0,04	0,04	0,04
Níveis Nutricionais				
Proteína Bruta (%)	19,50	19,50	19,50	18,20
EMA (kcal/kg)	3122	3122	3122	3076
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,85
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,42
Treonina dig. (%)	0,72	0,72	0,72	0,68
Lisina dig. (%)	1,11	1,11	1,11	1,04
Metionina dig. (%)	0,57	0,57	0,57	0,51
Metionina + Cistina dig (%)	0,82	0,82	0,82	0,77
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Valina dig (%)	0,80	0,80	0,80	0,76
Triptofano dig (%)	0,19	0,19	0,19	0,16
Colina (mg/kg)	1217	1217	1217	1129

¹Suplemento Vitamínico Mineral Cada 1,0 kg contém: Vit. A 3.500.000 UI, Vit. D3 625.000 UI, Vit. E 6.250 mg, Vit.K3 750 mg, Vit.B1 500 mg, Vit.B2 1.250 mg, Vit.B6 1.000 mg, Vit. B12 6.250 mcg, Biotina 25 mg, Niacina 8.750 mg, ÁcidoFólico 250 mg, ÁcidoPantotênico 3.000 mg, Selênio 45 mg, Iodo 175 mg, Ferro 12.525 mg, Cobre 2.500 mg, Manganês 19.500, Zinco 13.750 mg.

²Cibenza DP100

Tabela 3 – Matriz nutricional da enzima protease utilizada para valorização das dietas nas fases: inicial e de crescimento

Matriz nutricional	Valorização utilizada
Proteína (%)	2593
Energia Met (kcal/kg)	90.761
Lisina (%)	143
Metionina (%)	52
Met + Cys (%)	104
Treonina (%)	104
Valina (%)	143
Arginina (%)	173
Triptofano (%)	43
Leucina (%)	225
Isoleucina (%)	130

3.1.5 Dados a serem obtidos

3.1.5.1 Metabolizabilidade dos nutrientes

A metabolizabilidade dos nutrientes das dietas foi realizada nos períodos de 9 a 12 e de 29 a 32 dias de idade.

A metabolizabilidade dos nutrientes foi realizada por meio do método tradicional de coleta total de excretas. As quantidades das rações oferecidas e as sobras foram pesadas semanalmente e as excretas foram coletadas duas vezes ao dia, durante o período de quatro dias. O material recolhido foi acondicionado em sacos plásticos, pesado e armazenado em freezer, durante a coleta, até o seu término. Posteriormente as excretas foram homogeneizadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 48 horas para pré-secagem. Após a pré-secagem, o material foi exposto por duas horas à temperatura ambiente e, em seguida, pesado e homogeneizado para determinação de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. As rações experimentais também passaram pelas mesmas análises, conforme técnicas descritas pelo Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal (Brasil, 2005). As análises foram realizadas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG.

A partir dos resultados das análises de laboratório, o consumo de ração, e produção de excretas, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Metabolizabilidade dos nutrientes (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

3.1.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental para a determinação de metabolizabilidade dos nutrientes foi o inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2x2 (com e sem enzima x com e sem valorização), sendo quatro tratamentos com sete repetições por tratamento. A gaiola com 12 aves foi considerada a repetição.

A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas pelo teste de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Os dados normais e homogêneos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias analisadas pelos testes F e de Tukey (Sampaio, 2002). As análises estatísticas foram realizadas através do programa SAEG 9.1 (2007).

3.2 Experimento II: desempenho zootécnico

Avaliar a eficácia da utilização de protease (produzida pelo *Bacillus licheniformis* cepa PWD-1) sobre o desempenho de frangos de um a 38 dias de idade e o rendimento de carcaça e cortes dos frangos aos 38 dias de idade alimentados com rações contendo farinha de penas.

3.2.1 Local

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental “Prof. Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Igarapé – MG, no período de 08 de novembro a 16 de dezembro de 2011.

3.2.2 Aves

Foram utilizados 896 pintos de corte, machos, Cobb[®], de um dia de idade. As aves foram criadas de um até 38 dias de idade com rações fareladas, de acordo com os tratamentos.

3.2.3 Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em galpão experimental, em 28 boxes forrados com cepilho de madeira, sendo que em cada boxe foram alojadas 32 aves (10 aves/m²). Os pintos foram aquecidos até os 14 dias por meio de lâmpada infravermelha. Durante os primeiros sete dias cada boxe foi equipado com bebedouro tipo copo de pressão e posteriormente, bebedouro pendular automático. Do alojamento aos 14 dias de idade foi utilizado comedouro tubular infantil posteriormente, comedouro tubular por boxe. Os pintos foram vacinados no incubatório contra a doença de Marek e aos 15 dias de idade, contra Gumboro, via água de bebida. Durante os primeiros 10 dias de idade, as aves receberam 24 horas de luz artificial, passando a receber iluminação natural nas fases posteriores.

3.2.4 Rações

As rações utilizadas foram as mesmas utilizadas no experimento I. Porém, nesse experimento a fase de crescimento se estendeu até 38 dias de idade.

3.2.5 Tratamentos

Os tratamentos foram os mesmos utilizados no experimento I.

3.2.6 Variáveis obtidas

3.2.6.1 Desempenho produtivo

3.2.6.1.1 Peso corporal/ganho de peso

As aves foram pesadas no primeiro dia, aos 7, 21 e aos 38 dias de idade. O ganho de peso foi calculado descontando-se o peso inicial dos pintos ao alojamento.

3.2.6.1.2 Consumo de Ração

O consumo de ração foi obtido a partir da subtração da sobra de ração obtida no final de cada semana pela quantidade total de ração oferecida no início da semana. Para o

cálculo do consumo de ração foi considerada a mortalidade da semana, ou seja, foi contabilizada a quantidade de aves que consumiram a ração de acordo com a mortalidade (registrada diariamente).

3.2.6.1.3 Conversão Alimentar

O cálculo da conversão alimentar foi feito com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves ao final de cada fase de criação (fase inicial e fase de crescimento).

3.2.6.1.4 Taxa de Viabilidade

A mortalidade diária foi registrada e a porcentagem de viabilidade foi calculada a partir dessa taxa, de acordo com os tratamentos, conforme a fórmula abaixo:

$$\textit{Taxa de viabilidade} = 100 - \textit{mortalidade}(\%)$$

3.2.6.1.5 Rendimento de carcaça e suas partes

Os frangos foram submetidos a jejum de ração de 10 (dez) horas e após a identificação individual foram pesados. Os procedimentos de abate foram os mesmos adotados em um abatedouro industrial, de acordo com as normas do SIF. O rendimento de carcaça foi avaliado aos 38 dias de idade quando foram abatidas 56 aves, sendo duas aves de cada boxe. Esta amostra foi provinda de animais apanhados aleatoriamente em cada boxe, sendo abatidas 14 aves por tratamento. A média de duas aves foi considerada a repetição para análise estatística.

Para avaliação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça limpa eviscerada (sem pés, cabeça e pescoço) em relação ao peso vivo em jejum obtido antes do abate. Para avaliação dos cortes (coxa+sobrecoxa, peito, dorso, asa) o rendimento dos mesmos foram obtidos considerando-se a relação ao peso da carcaça eviscerada.

3.2.6.1.6 Fator de produção

Foi determinado o fator de produção para os períodos de um a 21 e um a 38 dias de idade, onde utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Fator de produção} = \frac{\text{ganho de peso diário (kg)} \times \text{taxa de viabilidade (\%)}}{\text{conversão alimentar}} \times 100$$

3.2.7. Delineamento experimental

Para avaliação do desempenho, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 2 x 2 (com e sem enzima x com e sem valorização) e sete repetições, sendo cada repetição composta de 32 aves. Para avaliação do rendimento de carcaça das aves, o delineamento foi o mesmo do anterior, constituído por quatro tratamentos e sete repetições cada. Foram abatidas 14 aves por tratamento, sendo que a média de cada duas aves foi considerada a repetição.

A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas pelo teste de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Os dados normais e homogêneos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias analisadas pelos testes F e de Tukey (Sampaio, 2002). Dados que violaram os princípios de normalidade e homocedasticidade e que não puderam ser transformados, foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis (Sampaio, 2002). As análises estatísticas foram realizadas através do programa SAEG 9.1 (2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I: metabolizabilidade dos nutrientes

4.1.1 Fase inicial (1 a 21 dias de idade – coleta: 9 a 12 dias de idade)

4.1.1.1 Metabolizabilidade dos nutrientes

4.1.1.1.1 Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS)

Não houve interação entre enzima e valorização para a variável CMMS. Também, não ocorreu efeito da enzima sobre o CMMS ($P>0,05$), aves alimentadas com adição de enzima na ração apresentaram resultados de metabolizabilidade semelhantes quando comparadas com aves alimentadas sem adição de enzima na ração (tabela 4). Não houve efeito de valorização sobre o CMMS ($P>0,05$). Aves alimentadas com ração valorizada na matriz nutricional da enzima apresentaram resultados de metabolizabilidade semelhantes quando comparadas com aves alimentadas com ração sem valorização (tabela 4).

Tabela 4 – Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), das rações, em percentual, de acordo com os tratamentos, no período de 9 a 12 dias de idade

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	73,05	74,21	73,63
Com	73,50	74,52	74,01
MÉDIA	73,27	74,36	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de F ($p>0,05$). CV=2,7%

Resultados semelhantes foram encontrados por Olukosi et al. (2007) que não encontram efeito da adição do complexo enzimático (xilanase, amilase e protease) sobre a metabolizabilidade da matéria seca. Entretanto, os autores observaram efeito negativo de valorização de cálcio, fósforo e energia metabolizável sobre o CMMS. Tal discrepância de resultados pode ter ocorrido pois os autores não utilizaram a protease isoladamente e valorizaram cálcio e fósforo na dieta controle negativo e nas dietas com inclusão do complexo.

Garcia et al. (2000), ao avaliarem o efeito da suplementação enzimática (alfagalactosidase, pectinase, celulase e protease) e da valorização (9% e 7% da EM; 7% da PB; 5% da metionina, metionina+cistina e lisina) sobre a metabolizabilidade dos nutrientes, encontraram resultados semelhantes ao do presente estudo, ao não observarem diferenças significativas entre valores do CMMS entre os tratamentos utilizados.

4.1.1.1.2 Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB)

Para a variável CMPB não houve interação entre os programas e recomendações nutricionais para as variáveis analisadas (tabela 5). Não houve efeito de enzima sobre o CMPB ($P>0,05$), as aves alimentadas com adição de enzima na ração apresentaram resultados

de metabolizabilidade semelhantes quando comparadas com aves alimentadas sem adição de enzima na ração (tabela 5).

Independente da adição de enzima os frangos de corte que consumiram ração com valorização da matriz nutricional apresentaram maior ($P \leq 0,05$) metabolizabilidade da proteína bruta (tabela 5).

Tabela 5 – Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), das rações, em percentual, de acordo com os tratamentos, no período de 9 a 12 dias de idade

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	62,51	65,79	64,15A
Com	61,48	65,22	63,35A
MÉDIA	61,99b	65,51a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p \leq 0,01$). CV=4,9%

Os frangos que receberam menor aporte de nutrientes apresentaram melhor aproveitamento da proteína da dieta. Entretanto, esta melhora foi incapaz de manter o desempenho das aves na fase inicial (tabela 11 e tabela 12)

4.1.1.1.3 Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE)

Para a variável CMEE a correlação entre enzima e valorização não foi significativa ($P > 0,05$). Não ocorreu efeito de enzima sobre o CMEE ($P > 0,05$), aves alimentadas com adição de enzima na ração apresentaram resultados de metabolizabilidade semelhantes quando comparadas com aves alimentadas sem adição de enzima na ração. Entretanto, Brito et al. (2006) observaram melhora na metabolizabilidade do extrato etéreo em 6% com a utilização de complexo multienzimático contendo protease. Contudo, esses pesquisadores não utilizaram controle negativo (dieta sem enzima com valorização) como método de comparação (tabela 6).

Não houve efeito de valorização sobre o CMEE ($P > 0,05$), pois aves alimentadas com ração valorizada na matriz nutricional da enzima apresentaram resultados de metabolizabilidade semelhantes quando comparadas com aves que receberam ração sem valorização (tabela 6).

Tabela 6 – Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), das rações, em percentual, de acordo com os tratamentos, no período de 9 a 12 dias de idade

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	79,07	79,75	79,41
Com	82,26	79,36	80,81
MÉDIA	80,67	79,56	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de F ($p>0,05$). CV=5,1%

As alterações nutricionais ocorridas em função dos tratamentos não foram suficientes para alterar a metabolizabilidade do extrato etéreo das rações.

4.1.2 Fase de crescimento (21 a 32 dias de idade – coleta: 29 a 32 dias de idade)

Ao início da fase de crescimento, o peso médio dos frangos foi de $0,994\pm 0,038$ kg.

4.1.2.1 Metabolizabilidade dos nutrientes

4.1.2.1.1 Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS)

A correlação entre enzima e valorização para a variável CMMS não foi significativa ($P>0,05$). Não houve efeito de enzima sobre o CMMS ($P>0,05$), aves alimentadas com adição de enzima na ração apresentaram resultados de metabolizabilidade semelhantes quando comparadas com aves alimentadas sem adição de enzima na ração (tabela 7).

Não houve efeito de valorização sobre o CMMS ($P>0,05$), aves alimentadas com ração valorizada na matriz nutricional da enzima apresentaram resultados de metabolizabilidade semelhantes quando comparadas com aves alimentadas com ração sem valorização (tabela 7).

Tabela 7 – Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), em percentual, das rações, de acordo com os tratamentos, no período de 29 a 32 dias de idade

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	77,03	76,98	77,00
Com	76,27	77,07	76,64
MÉDIA	76,65	77,02	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de F ($p>0,05$). CV=1,2%

As alterações nutricionais provocadas pelos tratamentos não foram suficientes para alterar a metabolizabilidade da matéria seca das rações.

4.1.2.1.2 Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB)

Houve interação entre os tratamentos para o CMPB. Dentre os frangos alimentados com dietas sem adição de enzima os que obtiveram melhores resultados de CMPB ($P\leq 0,05$) foram os frangos que receberam dieta com valorização (controle negativo). Nos tratamentos com enzima, não houve diferença significativa ($P>0,05$) nos resultados de CMPB quando se utilizou dietas com e sem valorização. Para os frangos alimentados com dieta valorizada os melhores resultados ($P\leq 0,05$) foram para as aves que receberam dieta sem enzima (controle negativo). Dentre os frangos alimentados com dieta sem valorização não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos com e sem enzima (tabela 8).

Tabela 8 – Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), em percentual, das rações, de acordo com os tratamentos, no período de 29 a 32 dias de idade

ENZIMA	VALORIZAÇÃO	
	Sem	Com
Sem	62,69bA	66,75aA
Com	62,91aA	61,86aB

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$). CV=4,2%

Portanto, o tratamento controle negativo foi o que apresentou melhor aproveitamento da proteína bruta nessa fase de criação. Este resultado pode ser explicado devido ao fato que frangos alimentados com menor aporte de nutrientes apresentam melhor

capacidade de aproveitá-los ou isso pode ter ocorrido devido a inibição de produção de enzimas endógenas nas aves dos tratamentos que receberam enzimas exógenas na ração. Contudo, esse resultado difere de Freitas et al. (2011) que encontraram melhores resultados de metabolizabilidade da proteína bruta nos tratamentos que continham maiores níveis de proteína. No entanto, Freitas et al. (2011) utilizaram nível de valorização da proteína bruta (7%) diferente do utilizado no presente trabalho (6%).

4.1.2.1.3 Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE)

Houve interação entre os tratamentos para o CMEE. Dentre os frangos alimentados com dietas sem adição de enzima os que obtiveram melhores resultados de CMEE ($P \leq 0,05$) foram os frangos que receberam dieta com valorização (controle negativo). Dentre os tratamentos com enzima, o melhor resultado ($P \leq 0,05$) foi para o tratamento sem valorização (over the top). Para os frangos alimentados com dieta valorizada os melhores resultados ($P \leq 0,05$) foram para as aves que receberam o tratamento sem enzima (controle negativo). E para os frangos alimentados com dieta sem valorização os melhores resultados ($P \leq 0,05$) para CMEE foram para as aves que receberam o tratamento com inclusão de enzima (over the top) (tabela 9).

Tabela 9 – Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), em percentual, das rações, de acordo com os tratamentos, no período de 29 a 32 dias de idade

ENZIMA	VALORIZAÇÃO	
	Sem	Com
Sem	81,28bB	86,66aA
Com	85,93aA	73,24bB

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV=2,0%

Os melhores resultados encontrados foram para o controle negativo e over the top, por apresentarem um efeito de maior aproveitamento em função de um menor aporte de nutrientes e um possível efeito da enzima, respectivamente, melhorando a metabolizabilidade do extrato etéreo. Contudo, esse resultado difere de Freitas et al. (2011) que encontraram melhores resultados de metabolizabilidade do extrato etéreo nos tratamentos que continham maiores níveis de proteína.

4.2 Experimento II: desempenho zootécnico

4.2.1 Fase inicial (um a 21 dias de idade)

4.2.1.1 Consumo de ração

Não houve interação entre enzima e valorização da matriz nutricional ($P>0,05$) sobre o consumo de ração aos 21 dias de idade. Para a variável CR a correlação entre enzima e valorização não foi significativa ($P>0,05$). Não houve efeito de enzima e de valorização sobre o CR ($P>0,05$) (tabela 10).

Tabela 10 - Consumo de ração (g) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	1330,30	1307,50	1318,90
Com	1323,00	1343,00	1333,00
MÉDIA	1326,70	1325,20	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de F ($p>0,05$). CV=2,3%

Portanto, os tratamentos não influenciaram esta resposta. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2000), Camiruaga et al. (2001), Fischer et al. (2002) e Strada et al. (2005) que também não encontraram efeito da suplementação enzimática sobre o consumo de ração.

4.2.1.2 Ganho de peso

Não houve efeito de enzima sobre o GP ($P>0,05$) aos 21 dias de idade, aves alimentadas com dietas contendo enzima apresentaram resultado de GP semelhantes aos das aves alimentadas com ração sem enzima. Da mesma forma, Olukosi et al. (2007) não observaram melhora no GP com a utilização do complexo enzimático (tabela 11).

Independente da utilização de enzima, o ganho de peso foi melhor ($P\leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas sem valorização da matriz nutricional da enzima (tabela 11).

Tabela 11 – Ganho de peso (kg) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	1026,20	979,60	1002,90A
Com	1036,90	993,60	1015,60A
MÉDIA	1031,50a	986,60b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p \leq 0,05$). CV=2,0%

Os melhores resultados encontrados foram os tratamentos controle e over the top. A valorização de 45 kcal afetou negativamente o ganho de peso na fase inicial. Esses resultados são semelhantes aos de diversos autores. Garcia et al. (2000) observaram um efeito positivo da utilização do complexo enzimático sobre o ganho de peso. Odetallah et al. (2003) encontraram um maior ganho de peso nas aves do tratamento over the top. Freitas et al. (2011) ao avaliarem o efeito da protease exógena sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que as aves dos tratamentos sem valorização da matriz nutricional da enzima apresentaram melhor ganho de peso do que o grupo controle negativo. Angel et al. (2011) observaram que aves alimentadas com dieta valorizada sem adição de protease (controle negativo) apresentaram peso menor em 7,5% quando comparadas com as aves do grupo sem valorização (controle), os autores observaram também efeito positivo da utilização de protease sobre o ganho de peso em inclusões de 100 a 800mg/kg de ração.

4.2.1.3 Conversão alimentar

Houve interação entre os tratamentos para a CA aos 21 dias de idade. Dentre os frangos alimentados com dietas sem adição de enzima os que obtiveram melhores resultados de CA ($P \leq 0,05$) foram os frangos que receberam ração sem valorização (grupo controle). Nos tratamentos com enzima, os melhores resultados ($P \leq 0,05$) foram para os tratamentos que continham ração sem valorização (over the top). Nos tratamentos com e sem valorização a adição ou não de enzima não influenciou ($P > 0,05$) a conversão alimentar nessa fase (tabela 12).

Tabela 12 – Conversão alimentar (kg/kg) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO	
	Sem	Com
Sem	1,296aA	1,334bA
Com	1,275aA	1,351bA

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV=1,6%

Os melhores resultados encontrados foram os tratamentos controle e over the top, indicando que a valorização pode ter sido excessiva e a enzima não foi eficiente a ponto de igualar os resultados. Garcia et al. (2000) e Odetallah et al. (2003) observaram efeitos positivos da utilização de enzima sobre a conversão alimentar. Freitas et al. (2011) observaram que as aves dos tratamentos sem valorização da matriz nutricional da enzima apresentaram melhor conversão alimentar do que as aves do grupo controle negativo. Angel et al. (2011) observaram que aves alimentadas com dietas valorizadas sem enzima ou com inclusão de 100mg/kg de protease apresentaram pior conversão alimentar quando comparadas com as aves do grupo sem valorização; demonstrando assim um efeito positivo da utilização de protease sobre a CA em inclusões acima de 200mg/kg de ração.

4.2.1.4 Viabilidade

Não houve interação entre enzima e valorização da matriz nutricional ($P > 0,05$) sobre a viabilidade aos 21 dias de idade. Para a variável VIAB a correlação entre enzima e valorização não foi significativa ($P > 0,05$). Não houve efeito de enzima e de valorização sobre a viabilidade ($P > 0,05$) (tabela 13).

Tabela 13 – Viabilidade (%) dos frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	99,10	99,10	99,10
Com	99,60	98,20	98,90
MÉDIA	99,30	98,70	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de Kruskal Wallis ($p > 0,05$).

Os tratamentos não influenciaram esta resposta. Esse resultado é análogo ao encontrado por Strada et al. (2005) e Freitas et al. (2011) que não observaram efeito de enzima e de valorização sobre a viabilidade.

4.2.1.5 Fator de produção

Não houve efeito da adição de enzima sobre o fator de produção de um a 21 dias de idade ($P > 0,05$), frangos que receberam as dietas sem enzima apresentaram resultados semelhantes quando comparados com aves alimentadas com enzima (tabela 14).

Independente da utilização de enzima, o fator de produção foi maior ($P \leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas sem valorização da matriz nutricional da enzima do que os frangos alimentados com dietas cujas matrizes nutricionais foram valorizadas (tabela 14).

Tabela 14 – Fator de produção dos frangos de corte, para a fase compreendida entre um e 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	373,65	346,47	360,06A
Com	385,40	344,00	364,70A
MÉDIA	379,53a	345,24b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p \leq 0,05$). CV=3,7%

4.2.2 Fase de crescimento (22 a 38 dias de idade)

4.2.2.1 Consumo de ração

Independente da valorização, a adição de enzima aumentou ($P \leq 0,05$) o consumo de ração das aves em comparação aos frangos que receberam ração sem inclusão de enzima (tabela 15).

Independente da inclusão de enzima, a valorização não influenciou ($P \leq 0,05$) o consumo de ração das aves (tabela 15). Resultado semelhante foi observado por Garcia et al. (2000).

Tabela 15 – Consumo de ração (kg) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	4125,90	4112,30	4119,10B
Com	4194,20	4227,40	4210,80A
MÉDIA	4160,10a	4169,80 ^a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p \leq 0,05$). CV=2,4%

4.2.2.2 Ganho de peso

Independente da valorização, o ganho de peso foi melhor ($P \leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas com inclusão de enzima do que os frangos alimentados com dietas sem enzima (tabela 15). O maior ganho de peso está associado ao maior consumo de ração pelas aves que receberam dietas com enzimas (tabela 15).

Independente da utilização de enzima, o ganho de peso foi melhor ($P \leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas sem valorização da matriz nutricional da enzima (tabela 16).

Tabela 16 – Ganho de peso (kg) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	2581,20	2454,30	2517,80B
Com	2646,10	2524,40	2585,30A
MÉDIA	2613,60a	2489,40b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p \leq 0,05$). CV=2,5%

Este resultado demonstra possível efeito da enzima, mas a valorização parece estar excessiva. Resultados semelhantes foram encontrados por Cowieson e Adeola (2005) e Wang et al. (2006) que observaram prejuízo no ganho de peso das aves que receberam o tratamento controle negativo em comparação as aves do grupo controle. Pereira (1998), Garcia et al. (2000), Café et al. (2002), Cowieson e Adeola (2005) e Wang et al. (2006) observaram também efeito positivo da inclusão de enzima sobre o ganho de peso das aves.

Na fase de crescimento, a inclusão de farinha de penas na dieta foi maior do que na fase inicial, portanto, o resultado positivo no ganho de peso, obtido por meio da utilização de enzima na fase de crescimento, parece estar relacionado a maior quantidade de substrato para a atuação da protease em questão.

4.2.2.3 Conversão alimentar

Não houve efeito da adição de enzima sobre a conversão alimentar ($P>0,05$), frangos que receberam as dietas sem enzima apresentaram resultados semelhantes quando comparados com aves alimentadas com enzima (tabela 17). Da mesma forma, Schang et al. (1997) não observaram diferença significativa para CA em rações à base de milho e soja com e sem utilização de complexo enzimático.

Independente da utilização de enzima, a conversão alimentar foi melhor ($P\leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas sem valorização da matriz nutricional da enzima (tabela 17).

Tabela 17 – Conversão alimentar (kg/kg) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	1,599	1,676	1,637A
Com	1,585	1,675	1,630A
MÉDIA	1,592a	1,675b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p\leq 0,05$). CV=1,6%

Portanto, observou-se melhor resultado de conversão alimentar nos tratamentos controle e over the top. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Cowieson e Adeola (2005), os pesquisadores observaram que a conversão alimentar foi prejudicada nas aves que receberam o tratamento controle negativo em comparação as que receberam a ração controle.

4.2.2.4 Viabilidade

Não houve interação entre enzima e valorização da matriz nutricional ($P>0,05$) sobre a viabilidade. Os tratamentos não influenciaram esta resposta (tabela 18).

Tabela 18 – Viabilidade (%) dos frangos de corte de um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	96,90	97,80	97,30
Com	98,20	98,20	98,20
MÉDIA	97,50	98,00	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de Kruskal Wallis ($p > 0,05$).

4.2.2.5 Fator de produção

Independente da valorização, o fator de produção foi maior ($P \leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas com inclusão de enzima do que os frangos alimentados com dietas sem enzima (tabela 19).

Independente da utilização de enzima, o fator de produção foi maior ($P \leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas sem valorização da matriz nutricional da enzima do que os frangos alimentados com dietas cujas matrizes nutricionais foram valorizadas (tabela 19).

Tabela 19 – Fator de produção dos frangos de corte, para a fase compreendida entre um e 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	411,64	376,79	394,21B
Com	431,44	389,73	410,59A
MÉDIA	421,54a	383,26b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p \leq 0,05$). CV=3,9%

Este resultado demonstra efeito da enzima avaliada, uma vez que a utilização de enzima melhorou o fator de produção.

4.2.2.6 Rendimento de abate

Os resultados referentes ao rendimento de carcaça e seus cortes corte aos 38 dias de idade encontram-se descritos nas tabelas abaixo.

4.2.2.6.1 Rendimento de carcaça

Não houve efeito da adição de enzima sobre o rendimento de carcaça ($P>0,05$), frangos que receberam as dietas sem enzima apresentaram resultados semelhantes quando comparados com aves alimentadas com enzima (tabela 20). Resultados semelhantes foram encontrados por Café et al. (2002) que não observaram influência da adição de complexo enzimático sobre o rendimento de carcaça.

Independente da utilização de enzima, o rendimento de carcaça foi melhor ($P\leq 0,05$) nos frangos que receberam as dietas com valorização da matriz nutricional da enzima. Este resultado pode ser correlacionado com o menor ganho de peso das aves que receberam as dietas com valorização, uma vez que as aves menores possuem maior rendimento de carcaça (tabela 20).

Tabela 20. Rendimento de carcaça (%)

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	72,4	73,5	72,9A
Com	72,9	73,7	73,3A
MÉDIA	72,6b	73,6 ^a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p\leq 0,05$). CV=1,1%

4.2.2.6.2 Rendimento de coxa e sobrecoxa

Não houve interação entre enzima e valorização da matriz nutricional ($P>0,05$) sobre o rendimento de coxa e sobrecoxa (tabela 21). Resultados semelhantes foram encontrados por Café et al. (2002) que não observaram influência da adição de complexo enzimático sobre o rendimento de coxa.

Tabela 21. Rendimento de coxa e sobrecoxa (%)

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	27,4	28,0	27,7
Com	28,3	28,0	28,2
MÉDIA	27,8	28,0	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de F ($p>0,05$). CV=6,5%

4.2.2.6.3 Rendimento de dorso

Não houve interação entre enzima e valorização da matriz nutricional ($P>0,05$) sobre o rendimento de dorso. Os tratamentos não influenciaram esta variável (tabela 22).

Tabela 22. Rendimento de dorso (%)

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	21,5	22,4	21,9
Com	20,1	20,7	20,4
MÉDIA	20,8	21,5	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de F ($p>0,05$). CV=10,8%

4.2.2.6.4 Rendimento de peito

Não houve interação entre enzima e valorização da matriz nutricional ($P>0,05$) sobre o rendimento de peito (tabela 23). Resultados semelhantes foram encontrados por Café et al. (2002) que não observaram influência da adição de complexo enzimático sobre o rendimento de peito. Porém, Wang et al. (2006) observou melhoria no rendimento de peito em dietas com adição de enzima e que continham média ou alta proteína.

Tabela 23. Rendimento de peito (%)

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	41,8	40,4	41,1
Com	42,0	42,2	42,1
MÉDIA	41,9	41,3	

Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de F ($p>0,05$). CV=4,2%

4.2.2.6.5 Rendimento de asa

Não houve interação entre enzima e valorização da matriz nutricional ($P>0,05$) sobre o rendimento de asa (tabela 24). Resultados semelhantes foram encontrados por Café et al. (2002) que não observaram influência da adição de complexo enzimático sobre o rendimento de asa.

Tabela 24. Rendimento de asa (%)

ENZIMA	VALORIZAÇÃO		MÉDIA
	Sem	Com	
Sem	8,9	8,7	8,8
Com	9,0	8,5	8,8
MÉDIA	8,9	8,6	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p\leq 0,05$). CV=4,5%

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os experimentos pode-se concluir que: Níveis reduzidos de enzima sem valorização melhoram os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes na fase adulta de frangos de corte.

A utilização da enzima sem valorização melhora o ganho de peso e o fator de produção de frangos de corte de um a 38 dias de idade, sem efeito sobre o rendimento de cortes.

A valorização nutricional recomendada para a protease parece ser excessiva nas dietas comerciais para frangos de corte.

REFERÊNCIAS

ANGEL, C. R.; SAYLOR, W.; VIEIRA, S. L.; WARD, N. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. *Poult. Sci.*, v. 90, p. 2281-2286, 2011.

ALBINO, L. F.; ROSTAGNO, H. S.; SANT'ANNA, R.; FONSECA, J. B. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizáveis e proteína digestível de alimentos para aves. *Rev. Soc. Bras. de Zootec.*, v.21, n.6, p.1059-1068, 1992

ALBINO, L.; BUZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, 7., 2007, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: AVESUI regiões, 2007. p.73-90.

ANJUM, M.S, CHAUDHRY, A.S. Using Enzymes and Organic Acids in Broiler Diets. *J. Poult. Sci.*, v.47, p. 97-105, 2010.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Antinutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies for minimizing their effects. *World Poult. Sci. J.*, v. 47, n. 3, p. 232-242, 1991.

AVICULTURA INDUSTRIAL. Produção de carne de frango deve bater recorde em 2011, no Brasil. 2011. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticias/producao-de-carne-de-frango-deve-bater-recorde-em-2011-no-brasil/20110217083335_I_351>. Acessado em: 22 mar. 2011.

BAKER, D. H. R. C.; BLUTHENTHAL, K. P.; BOEBEL, G. L.; CZARNECKI, L. L.; SOUTHERN G. M.; WILLIS. Protein-amino acid evaluation of steamed-processed feather meal. *Poult. Sci.*, v.60, p.1865-1872, 1981.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; DOURADO, L.R.B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. *Pesq. Agro. Bras.*, v. 43, n.6, p.755-762, 2008.

BELLAVER, C. Processamento e cuidados com produtos de origem animal: higiene e profilaxia. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001. Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001a. p. 357-376.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001b. p.167-190

BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2005, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Alltech Biotechnology, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 28 de maio de 2008. *Diário Oficial*, Brasília, 29 maio 2008. Seção 1, p. 13.

BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; DIONÍZIO, M.A.; CARVALHO, D.C.O. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. *Rev. Bras. de Zootec.*, v. 35, n. 2, p. 457-641, 2006.

BRUM, P. A. R. et al. Efeito da utilização de alfa-amilase em dietas a base de milho e farelo de soja na digestibilidade da energia das rações e no desempenho de frangos de corte. Concórdia: Embrapa – CNPSA, 2006. 3 p. (Comunicado técnico, 425).

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros dos alimentos protéicos determinados com galos cecectomizados. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.6, p.2290-2296, 2006.

BUTOLO, J.E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. 2002. 430 p.

CAFÉ, M. B.; BORGES, C. A.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Avizyme improves performance of broilers fed corn- SBM-based diet. *J. Appl. Poult.*, v. 11, p. 29-33, 2002.

CAMIRUAGA, M.; GARCIA, F.; ELERA, R.; SIMONETTI, C. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exogenas a dietas basadas en maiz o titalc. *Cien. Inv. Agr.*, v. 28, n. 1, p. 23–26, 2001.

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

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. *Bioquímica Ilustrada*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 533 p.

CHOCT, M. The effect of different xylanases on carbohydrate digestion and viscosity along the intestinal tract in broilers. In: Australian Poultry Science Symposium, 10., 1998, Sydney. *Anais...* Sydney: 1998. p. 111-115.

CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 62, p. 21-27, 1996.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. 3.ed. São Paulo: Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal, 2005. 204p.

COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, protease, and phytase have a beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. *Poult. Sci.*, v.84, p.1860-1867, 2005.

DAVIS, J. G.; MECCHI, E. P.; LINEWEAVER, H. *Utilization Research Report: Processing of poultry by-products and their utilization in feeds*. Washington: USDA, 1961. p. 1-40.

DOUGLAS, M. W., PARSONS, C. M., BEDFORD, M. R. Effect of various soybean meal sources and Avizyme on chick growth performance and ileal digestible energy. *J. Appl. Poult.*, v. 9, p. 74-80, 2000.

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

FIREMAN, F.A.T; FIREMAN, A.K.B.A.T. Enzimas na alimentação de suínos. *Cienc. Rural*, v.28, n.1, p.173-178, 1998.

FERKET, P. Enzymes offer way to reduce waste, improve performance. *Feedstuffs*, v. 22, p. 30-34, 1996.

FISCHER, G., MAIER, J.C., RUTZ, F., BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 31, n. 1, p. 402-410, 2002.

FREITAS, D. M., S. L. VIEIRA, C. R. ANGEL, A. FAVERO, AND A. MAIORKA. Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono component protease. *J. Appl. Poult*, v. 20, p. 322-334, 2011

FUENTE, J.M.; SOTO-SALANOVA, M.F. Utilización de enzimas para mejorar el valor nutritivo de las dietas maíz-sorgo/soja em avicultura. *Selec. Avic.*, v.39, p.271-275, 1997.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. Suplementação enzimática em dietas contendo farelo de soja e soja integral extrusada e efeitos na digestibilidade dos nutrientes, fluxo ileal da digesta e performance de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.5, p.1414-1426, 1997.

GARCIA, E. R. M.; MURAKAMI, A. E.; BRANCO, A. F. Suplementação enzimática em dietas contendo farelo de soja e soja integral extrusada e efeitos na digestibilidade dos nutrientes, fluxo ileal da digesta e performance de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 29, n. 5, p. 1414–1426, 2000.

GUENTER, W. Impact of feed enzymes on nutrient utilization of ingredient in growing poultry. *J. Appl. Poult*, v. 2, n. 1, p. 82-84, 1993.

GUENTER W. Practical experience with the use of enzymes. In: MARQUARDT R.R.; HAN Z. (Ed.). *Enzymes in Poultry and Swine Nutrition*. Ottawa: International Development Research Centre, 1997. p. 53-62.

HOLANDA, M.A.C. *Avaliação nutricional da farinha de penas hidrolisada na alimentação de frangos de corte*. 2009. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; ROCHA, J.S.R.; LANA, A.M.Q.; CANÇADO, S.V.; FONTES, D.O.; LEITE, R.S. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 60, n. 4, p. 970-978, 2008.

LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006. Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: AVESUI, 2006. p. 34-46.

LEHNINGER, A.L., NELSON, A. L., COX, M. M. *Princípios de Bioquímica*. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2000. 839 p.

LIMA, A. C. F. et al. Atividade enzimática pancreática de frangos de corte alimentados com dietas contendo enzima ou probiótico. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v. 4, n. 3, p. 187-193, 2002.

LONGO, F. A. *Avaliação de fontes de carboidrato e proteína e sua utilização na dieta pré-inicial de frango de corte*. 2003. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MACARI, M.; FURLAN, R.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada à frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 296 p.

MORITZ, J. S.; LATSHAW, J. D. Indicators of nutritional value of hydrolyzed feather meal. *Poult. Sci.*, v. 80, p. 79-86, 2001.

MOURA, C.C., DONZELE, J.L., MELLO H.V., COSTA, P.M.A., TAFURI, M.L. Farinha penas e sangue em rações para suínos em terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 23, n. 6, p. 940-948, 1994.

NASCIMENTO, A. H. *Determinação do valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves utilizando diferentes metodologias*. 2000, 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 1998. p. 81-91.

NITSAN, Z. I.; BEM-AURAHAM, G.; ZOREF, Z.; MIR, I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. *Brit. Poult. Sci.*, v. 32, n. 3, p. 515-523, 1991.

NUNES, R.V. Aproveitamento de Resíduos de Incubatório e de Granja. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 295-314.

ODETALLAH, N.H.; WANG, J.J.; GARLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. *Poult. Sci.* v. 82, p. 664–670, 2003.

OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. *Poult. Sci.*, v. 86, p. 77-86, 2007.

PAPADOPOULOS, M. C.; EL BOUSHY, A. R.; ROODBEEN, A. E.; KETELAARS, E. H. Effect of processing time and moisture content on amino acid composition and nitrogen characteristics of feather meal. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.14, p. 279-290, 1986.

PAULA, A.; BRUM, P. A. R.; AVILA, V. S.; JÚNIOR, W. B.; MAYER, J. C. Metodologia para determinação da energia metabolizável aparente com relação aos níveis de substituição do ingrediente teste na ração referência. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 2002. 2 p. (Comunicado técnico, 324).

PEIXOTO, R.R.; MAIER, J.C. *Nutrição e alimentação animal*. 2. ed. Pelotas: EDUCAT, 1993. 169 p.

PENZ JR., A.M. Digestão e absorção de proteínas e aminoácidos. In: FISILOGIA DA DIGESTÃO E ABSORÇÃO DAS AVES, 1994, Campinas. *Anais...* Campinas: APINCO, 1994. p.59-69.

PEREIRA, A.S. Response to Allzyme Vegpro in a broiler diet with soy energy, protein and amino acids adjusted by 7% or added on top at a standart diet. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 14., 1998, Nicholasville. *Anais...* Nicholasville: Corporate Media Services, 1999. p.14.

RIZZOLI, P.W. *Desempenho, incremento de energia e digestibilidade de nutrientes em rações de frangos de corte contendo enzimas exógenas*. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

ROCHA, T.C; SILVA, B. A. N. Utilização da farinha de pena na alimentação de animais monogástricos. *Rev. Eletron. Nutritime.*, v. 1, n. 1, p. 35-43, 2004.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; et al. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2005. 141 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; et al. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

ROTTER, B. A. The future of crude enzyme supplements in pig nutrition. *Pig News Inf.*, v.11, n.1, p.15-17, 1990.

SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2002. 265 p.

SARTORI, J. R. et al. Enzimas e simbióticos para frangos de corte criados no sistema convencional e alternativo. *Cienc. Rural*, v. 37, n.1, p. 235-240, 2007.

SCAPIM, M. R. S; LOURES, E. G.; ROSTAGNO, H. S.; CECON, P. R.; SCAPIM, C. A. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.25, n.1, p. 91-98, 2003.

SCHEUERMANN, G. N.; ROSA, P. S.; BELLAVER, C. Farinhas de origem animal: vantagens e limitações do seu uso na alimentação de monogástricos. In: SIMPÓSIO CATARINENSE DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2007. Chapecó. *Anais...* Chapecó: UDESC, 2007. p. 17.

SCHANG, M.J.; AZCONA, J.O.; ARIAS, J.E. The performance of broilers fed with diets containing Allzyme Vegpro. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 13., 1997, Nicholasville. *Anais...* Nicholasville: Corporate Media Services, 1997. [CD-ROM]

SINDIRAÇÕES. Indústria de ração cresceu 5,3% em 2010. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=comcontent&task=view&id=1072&Itemid=1>>. Acesso em: 12 maio 2011.

SINDIRAÇÕES. Produção de Ração para avicultura de corte cresce 10,4% em 2008. Indicativos. 2008. Disponível em: <www.sindiracoes.org.br>. Acessado em: 25 jul. 2011.

SOTO-SALANOVA, M.F. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 1996. p. 71-76.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C.; COSTA, M.C.M.M. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.

TAVERNARI, F.C., CARVALHO, T.A., ASSIS, A.P. E LIMA, H.J.D. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Rev. Eletron. Nutritime*, v. 5, n. 5, p. 673-689, 2008.

TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; LIMA, C.A.R. et al. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 3, p. 809-816, 2001.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKALAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poult Sci.*, v.77, n.1, p. 75-82, 1998.

VASCONCELLOS, C. H. F. ; Fontes, D. O. ; BAIAO, N. C. ; VIDAL, T.Z.B. ; CORRÊA, G.S.S. ; SILVA, M.A. Enzimas exógenas para frangos de corte. *Cad. Tec. Vet. Zootec.*, v. 63, p. 61-87, 2009.

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

WANG, X.; PARSONS, C. M. Effect of processing systems on protein quality of feather meals and hog hair meals. *Poult Sci.*, v. 76, n. 3. p. 491-496, 1997.

WILLIAMS, C. M.; LEE, C. M.; GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. Evaluation of a bacterial feather fermentation product, feather lysate as a feed protein. *Poult. Sci.*, v. 70, p. 85-90, 1991.

WOODGATE, S.I. The use of enzymes in designing a perfect protein source for all animals. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 1994, Nicholasville. *Anais...* Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1994. p. 67-81.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poult. Sci.*, v 78, n.4, p. 561-568,1999a.

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

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: PRÉ-SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL: AVES E SUÍNOS, 2001, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 2001. p. 61-69.