



PAULO HENRIQUE VITOR MOL

**SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEASES EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE**

**LAVRAS-MG
2021**

PAULO HENRIQUE VITOR MOL

SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEASES EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini
Orientador

LAVRAS-MG
2021

PAULO HENRIQUE VITOR MOL

SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEASES EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE
PROTEASE SUPPLEMENTATION IN BROILER CHICKENS DIETS

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 24 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini UFLA
Msc. Andressa Carla de CarvalhoUFLA
Dr. Felipe Santos Dalólio UFLA

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini
Orientador

LAVRAS-MG
2021

Ao meu pai, avô e amigo, seu Hélio Victor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço grandiosamente ao meu professor e orientador Professor Bertechini, por todo o ensinamento repassados e por me dar a oportunidade de trabalhar junto a tantos profissionais qualificados e especiais.

À minha banca avaliadora por todo ensinamento. À Andressa, por me proporcionar a vontade de aprender e sempre me aconselhar a ser uma pessoa melhor. E ao Felipe, por ser esse grande homem com o qual eu aprendi muito, se tornando um amigo nestes últimos anos.

À minha mãe, que sempre confiou no meu sonho e me fez realizá-lo com tanto suor e persistência. Muitas vezes pensei em desistir, mas tinha comigo uma vontade imensa de realizar o meu sonho de me formar e realizar o sonho do meu avô Hélio Victor, o qual não está mais aqui entre nós, mas sei que mesmo de longe consegue ver a minha perseverança em conquistar o nosso sonho.

À minha parceira de vida, Bruna, que me deu o melhor presente esperado no mundo por um homem, a nossa Heloísa. Obrigado por tudo que estamos construindo juntos.

Aos meus irmãos da República RanXerA, com os quais criei grandes amizades nessa longatrajatória de vida republicana. A cada dia adquiria um conhecimento diferente e um aprendizado novo. Obrigado a todos citados nesse discurso, vocês foram essenciais ao meu desenvolvimento e aprendizado.

Dedico ao meu pai, avô e amigo seu Helio Victor.

RESUMO

Em razão da importante função que a proteína exerce no desenvolvimento animal e o custo proporcional deste nutriente na formulação de rações, o uso de proteases na nutrição avícola tem recebido considerável atenção atualmente. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de protease exógena em dietas à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça e cortes, no período de 1 a 42 dias de vida, onde a Protease A: Blend de protease bacteriana e fúngica, e como protease B, Protease B : Bacteriana alcalina recoberta. Foram utilizados 1080 pintos de corte machos Cobb 500 com 1 dia de idade, no período de 1 a 42 dias de idade distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em nove tratamentos (um controle positivo sem protease + um controle negativo sem protease + três controles negativos (-7% de aminoácidos) com protease A¹ em níveis diferentes (50, 100 e 150g/ton) + três controles negativos (-7% de aminoácidos) com protease B² em níveis diferentes (100, 150 e 200g/ton) + um controle positivo com protease B² “*on top*” (200 g/ton)) oito repetições por tratamento e 15 aves em cada unidade experimental. Durante todo o período experimental ração e água foram fornecidas ad libitum. Foi mensurado o desempenho zootécnico: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) em três períodos distintos: 1 a 7,8 a 21, 1 a 21 a 22 a 35, 1 a 35, 36 a 42 e 1 a 42 dias de idade das aves. Os dados foram analisados mediante análise de variância (ANOVA), utilizando o pacote computacional SISVAR (2016) sendo utilizado o teste de SNK (Student-Newman-Keuls) ao nível de 5%. Não houve efeito ($P > 0,05$) da redução dos níveis de aminoácidos e da suplementação das proteases A e B na dieta sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte. A redução de 7% de aminoácidos nas dietas para frangos de corte, sem suplementação das proteases, reduz o ganho de peso, possibilita pior conversão alimentar e aumenta o teor de gordura abdominal na carcaça dos frangos de corte. Além disso, observaram-se menores valores de ganho médio diário e de índice de eficiência produtiva em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Frangos. Protease. Suplementação.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Bebedouro tipo nipple..... | 18 |
| Figura 2 – Aquecedores a lenha e a gás utilizados para aquecer os pintinhos..... | 19 |
| Figura 3 – Parte interna do galpão onde foi realizado o experimento..... | 19 |
| Figura 4 – Parte externa do galpão onde foi realizado o experimento..... | 19 |
| Figura 5 – Equipamentos para abate, depenamento e separação dos cortes..... | 21 |
| Figura 6 – Equipamentos para abate, depenamento e separação dos cortes..... | 21 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Tratamentos experimentais investigados | 21 |
| Tabela 2 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias)..... | 22 |
| Tabela 3 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase inicial (8-21 dias)..... | 23 |
| Tabela 4 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22-35 dias)..... | 24 |
| Tabela 5 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase final (36-42 dias)..... | 24 |
| Tabela 6 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem proteases na fase de 1 a 7 dias de idade. | 26 |
| Tabela 7 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 8 a 21 dias de idade..... | 27 |
| Tabela 8 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 1 a 21 dias de idade..... | 28 |
| Tabela 9 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 22 a 35 dias de idade..... | 29 |
| Tabela 10 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 36 a 42 dias de idade..... | 29 |
| Tabela 11 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 1 a 35 dias de idade..... | 30 |
| Tabela 12 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 1 a 42 dias de idade..... | 31 |
| Tabela 13 – Rendimento de carcaça (RC), de peito (RP), de coxa + sobrecoxa (RCS), de dorso (RD), de asas (RA) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte abatidos aos 42 | |

| | |
|--|----|
| dias de idade alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem suplementação de proteases..... | 32 |
| Tabela 14 – Ganho médio diário (g), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte alimentados com dietas com diferentes níveis de aminoácidos com e sem protease..... | 33 |
| Tabela 15 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 7 dias de idade..... | 34 |
| Tabela 16 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 8 a 21 dias de idade..... | 34 |
| Tabela 17 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 21 dias de idade..... | 35 |
| Tabela 18 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 22 a 35 dias de idade..... | 35 |
| Tabela 19 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 36 a 42 dias de idade..... | 36 |
| Tabela 20 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 35 dias de idade..... | 36 |
| Tabela 21 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 42 dias de idade..... | 37 |
| Tabela 22 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 7 dias de idade..... | 37 |
| Tabela 23 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 8 a 21 dias de idade..... | 38 |

| | |
|--|----|
| Tabela 24 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 21 dias de idade..... | 39 |
| Tabela 25 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 22 a 35 dias de idade..... | 39 |
| Tabela 26 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 36 a 42 dias de idade..... | 40 |
| Tabela 27 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 35 dias de idade..... | 40 |
| Tabela 28 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 42 dias de idade..... | 41 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 2.1 | Enzimas | 12 |
| 2.2 | Proteases | 13 |
| 2.3 | Efeitos do uso de protease para frangos de corte | 15 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 3.1 | Delineamento experimental, tratamentos e metodologia aplicada | 20 |
| 3.2 | Avaliação estatística | 25 |
| 4 | RESULTADO E DISCUSSÃO | 25 |
| 4.1 | Estimativa dos níveis de suplementação das proteases A e B em dietas com redução de 7% de aminoácidos para frangos de corte | 33 |
| 5 | CONCLUSÃO | 41 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 42 |

1 INTRODUÇÃO

Nutricionistas se empenham cada dia mais na busca de novas técnicas alternativas para formulação de rações eficientes, almejando maior desenvolvimento das aves, redução do tempo de abate e, assim, os custos. Entre as alternativas nutricionais mais usuais está a suplementação enzimática, que tem auxiliado de forma enriquecedora no desempenho dos animais em questão.

A principal fonte de proteína atualmente utilizada nas dietas é o farelo de soja, e é um ingrediente considerado oneroso para o custo final da dieta. Completa-se com esse fato, que variáveis quantidades de proteína bruta e aminoácidos podem ser encontrados no íleo e na excreta das aves, sugerindo uma incompleta digestão e absorção, justificado pela não produção ou produção insuficiente de determinadas enzimas necessárias para quebra de ligações, além dos fatores antinutricionais presentes nos alimentos que indisponibilizam a utilização de energia e nutrientes pelo animal. Uma das alternativas para aumentar a metabolizabilidade e absorção de proteínas no trato gastrointestinal das aves é a inclusão de enzima protease nas dietas.

As enzimas são extremamente específicas a um substrato, por exemplo, dentro da digestão da proteína, na utilização da protease, o principal substrato são as proteínas que se juntam a esse substrato e iniciam o processo de degradação desse componente, transformando-o em outro microcomponente, o qual é utilizado no metabolismo dos frangos (MENEGHETTI, 2007). As enzimas são produzidas pelo próprio organismo dos animais por secreção enzimática e as proteases endógenas são secretadas no estômago e em porções intestinais (LECZNIESKI, 2014).

As enzimas exógenas são componentes produzidos em laboratório, geralmente produzidos através de fungos e bactérias, onde microorganismos melhorados geneticamente passam por processos biotecnológicos, produzindo determinadas enzimas que são coletadas em laboratório e transformadas em componentes que são utilizados na alimentação animal, melhorando, desta forma, o aproveitamento de alimentos. Dezenas de enzimas estão disponíveis no mercado de enzimas exógenas, como a fitase, que é a mais popular, e a protease.

Nos últimos anos, o uso de enzimas evoluiu consideravelmente em função do custo crescente dos ingredientes das formulações para frangos, principalmente os de granjas, e pelo aumento da oferta de produtos que atuam em diferentes substratos. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito da suplementação na dieta de frangos submetidos

adiferentes dietas com níveis diferentes de proteases.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Enzimas

As enzimas facilitam a degradação dos componentes alimentícios em moléculas simples para sua digestão e assimilação. São consideradas catalisadores protéicos biológicos que aumentam a velocidade de uma reação química e não são consumidos durante a reação que catalisam (CHAMPE e HARVEY, 1996), produzidas por todos os seres vivos e atuando em substratos específicos, conforme condições de temperatura, umidade e pH, em um tempo definido, além de facilitarem as reações bioquímicas que permitem aos microrganismos, plantas e animais realizarem suas funções vitais.

O uso de enzimas se deu início nos anos 50, quando pesquisadores da Universidade do Estado de Whashington – USA, descobriram que determinados grãos de cereais umedecidos na água antes de fornecidos as aves melhorava seu desempenho devido a ativação de enzimas endógenas, porém o uso comercial na avicultura ocorreu no Canadá (PUCCI *et al.*, 2008).

Mais tarde o interesse aumentou na Europa, que descobriu-se que a B-glucanase era a enzima específica que poderia melhorar o desempenho da ave e eliminar problemas de cama, ocasionados por dietas baseadas em cevada. Mais tarde foi descoberto que arabinoxilanasas (pentosanases) tinham o mesmo efeito sobre o trigo e dietas baseadas em centeio.

Pucci e colaboradores (2008) mostraram que a maioria dos produtos enzimáticos utilizados na alimentação animal são extratos de fermentação preparados a partir de fungos, bactérias e leveduras que contêm principalmente amilases, pectinases, celulases e proteases, com envolvimento da fermentação, extração, separação e purificação, sendo este fato recente e descoberto graças à biotecnologia que tem evoluído muito no caminho de produzir substâncias para serem utilizadas em vários ramos da produção animal. Neste contexto, as enzimas têm sido importantes na melhoria do aproveitamento dos nutrientes presentes nos ingredientes que constituem as rações.

Assim, pode-se afirmar que os diferentes produtos enzimáticos existentes no mercado não são iguais, fato que se deve a fatores específicos, inerentes às condições de

fabricação das enzimas, onde a indústria busca cada vez melhor desempenho nutritivo nas mesmas (LECZNIESKI, 2014).

2.2 Proteases

O uso da protease na nutrição de aves tem apresentado importante interesse atualmente, sendo tal fato explicado pela função que a proteína exerce no desenvolvimento animal e o custo proporcional deste nutriente na formulação de rações.

Conforme dito por Kidd *et al.* (2001) e Odetallah *et al.*, (2003), os farelos de milho e de soja são considerados de alta digestão no setor avícola, porém os mesmos apresentam complexos proteicos que podem não ser digeríveis com facilidade por aves, especialmente as jovens.

As proteases constituem a família das hidrolases, responsáveis pela catálise das ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas, sendo enzimas endógenas e classificadas como endopeptidases ou exopeptidases, sendo a diferença o fato de que as endopeptidases limitam seu ataque a ligações de dentro da molécula protéica, quebrando grandes cadeias de peptídeos em segmentos de polipeptídios menores.

A adição de proteases exógenas pode representar um potencial desejável para inativação de fatores antinutritivos, tais como lectinas, proteínas antigênicas e inibidores de tripsina, presentes em determinados alimentos, especialmente as leguminosas (THORPE; BEAL, 2001; COWIESON *et al.*, 2006).

Pesquisas realizadas no Brasil diretamente com frangos de corte, utilizam proteases exógenas de serina, tais como as enzimas endógenas, quimiotripsina, tripsina e elastase, entretanto, diferem dessas por serem endopeptidases relativamente sem especificidade quanto à hidrólise de ligações peptídicas e, portanto, com potencial de ação sobre todas as proteínas (MENEGHETTI, 2007). A grande variedade de proteases endógenas produzidas no trato digestório das aves geralmente é suficiente para a adequada utilização de proteínas (NIR *et al.*, 1993), no entanto, os resultados de digestibilidade constituem-se em bom indicativo de que consideráveis quantidades de aminoácidos e de proteína passam pelo trato digestório sem serem aproveitados e completamente digeridos (LEMME *et al.*, 2004).

A suplementação de proteases exógenas nas dietas para animais monogástricos visa quebrar as proteínas pouco disponíveis, designadas de proteínas de armazenamento, presentes nos mais diversos ingredientes vegetais, as quais são geradas, principalmente, no desenvolvimento das sementes e possuem enorme afinidade de se ligar ao amido, não

conseguindo ser digerida pelo animal por formar complexo insolúvel na forma de quelato (BARLETTA, 2010). De acordo com Isaksenet *al.* (2010), a adição de proteases em dietas avícolas apresenta outras ações potenciais como o aumento da produção endógena de peptidase, reduzindo a necessidade de aminoácidos e energia, por melhorar a digestibilidade da proteína dietética, além de hidrolisar os antinutrientes da proteína (lecitinas ou inibidores de tripsina), melhorando a eficiência com que a ave utiliza os aminoácidos, consequentemente reduzindo o turnover protéico.

A utilização de protease em dietas avícolas tem se mostrado eficiente tanto em termos técnicos, quanto econômicos, principalmente na última década, em decorrência dos altos custos dos ingredientes, assim como variabilidade na composição, qualidade e preços das farinhas de origem animal, assim, as principais enzimas voltadas para este contexto ganharam força sendo amplamente utilizadas e pesquisadas. Nesse sentido, o uso da protease exógena pode ser um aliado útil na alimentação animal, pois a partir dos resultados de pesquisas, tornar-se-á possível elucidar os mecanismos de ação, dose ótima, os substratos preferidos das proteases, além de explorar as interações entre diferentes produtos enzimáticos.

2.3 Efeitos do uso de protease para frangos de corte

A digestão protéica em frangos de corte tem seu início no proventrículo, órgão responsável pela secreção de ácido clorídrico e pepsinogênio pelas células principais, que com o ácido ou a pepsina presente transformam o pepsinogênio em pepsina, sua forma ativa e o pH ácido (~2,5) é o ideal para as enzimas digestivas funcionarem.

Desta forma, acontece a desnaturação das proteínas dietéticas com a abertura destes compostos e a eliminação da estrutura terciária, facilitando a ação das enzimas proteolíticas na moela e no intestino delgado (RUTZ, 2002).

Segundo Argenzio (1993), o quimo é liberado para o intestino delgado quando concluída a digestão gástrica, que quando chega ao duodeno estimula a produção dos hormônios gastrina, colecistoquinina e secretina, que estimulam a liberação da bile e do suco pancreático, pelo fígado e pelo pâncreas, sendo o suco pancreático rico em proteases, carboidrases, lípases e bicarbonato de sódio.

As enzimas pancreáticas responsáveis pela digestão no lúmen intestinal e as enzimas presentes na mucosa intestinal facilitam a digestão protéica no intestino delgado, fazendo com que ela ocorra de forma rápida e intensa.

As proteases que agem no intestino delgado podem ser divididas em endopeptidases, exopeptidases e aminopeptidases, sendo as duas primeiras secretadas pelo pâncreas, enquanto

a aminopeptidases são secretadas pela mucosa intestinal (CHAMPE; HARVEY, 1996). Quando presentes no lúmen intestinal, as endopeptidases e as exopeptidases realizam hidrólise da maior parte do quimo liberado no intestino delgado, porém há evidências que pequenas porções peptídicas são resistentes a hidrólise luminal. A digestão dos peptídeos provenientes da ação das enzimas gástricas e pancreáticas até aminoácidos são completadas pelas múltiplas peptidases produzidas pelas células das vilosidades das porções iniciais do intestino delgado.

Quando se utiliza a protease associada a outro grupo de enzimas, deve-se considerar, segundo Menghetti (2007), a resistência à atividade proteolítica, pois ocorre a inespecificidade quanto à hidrólise das ligações peptídicas, com potencial de ação sobre todas as proteínas, inclusive as enzimas exógenas.

Conforme dito por Yu e colaboradores (2007), o principal objetivo da utilização de proteases exógenas nas rações avícolas é a redução de proteína bruta da dieta sem alteração no desempenho zootécnico das aves, sendo que o efeito benéfico da adição enzimática torna-se limitado quando estas são adicionadas acima das exigências de aminoácidos das aves.

Para Lima *et al.* (2007), a hidrólise das proteínas resistentes ao processo digestivo das enzimas das próprias aves proporciona redução da proteína bruta da dieta, sem causar alteração no desempenho zootécnico e no rendimento de carcaça das aves, apesar de ressaltarem que seus efeitos são mais pronunciados em dietas com reduzidos níveis aminoacídicos ou protéicos, diminuindo a excreção de nitrogênio, fator de enorme importância ecológica (OXENBOLL *et al.*, 2011).

O uso de compostos enzimáticos, principalmente proteases, amilases e lipases, teoricamente, apresentariam melhores resultados em períodos iniciais do desenvolvimento animal, visto que há menor capacidade digestiva nesta idade (FERKET, 1993; UNI *et al.*, 1999). Corroborando com isso, Olukosiet *al.* (2007), a suplementar amilase, xilanase e protease em rações para frangos de corte, observaram que o benefício da suplementação enzimática ocorre majoritariamente nos períodos iniciais da vida da ave. Fernandes *et al.* (2011) avaliaram a adição de protease nas dietas de frangos, na fase inicial de 7 a 22 dias de idade. Analisaram seis tratamentos, um controle positivo (CP) com 23% proteína bruta (PB) e 5 controles negativos (CN) com 20% PB, redução de 12% na exigência de lisina e metionina e 10% para treonina, além de níveis crescentes da enzima (0, 100, 200, 400 e 800 mg/kg de ração). As aves do grupo CN, sem suplementação enzimática, obtiveram ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR) 7% menor em relação às aves do CP, entretanto, quando a protease foi suplementada a partir de 200 mg/kg o desempenho foi equalizado. Esse resultado foi

sustentado pela melhoria na digestibilidade da maioria dos aminoácidos essenciais a partir da dose mínima utilizada. No entanto, o grau de melhoria era dependente do aminoácido específico, tendo menores ganhos com isoleucina (3,2%), e maiores respostas com a treonina (7,8%). O efeito positivo da adição de protease exógena foi relatado por FAVERO *et al.* (2009), que evidenciaram a recuperação do desempenho em frangos de corte, 23 alimentados com rações contendo milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos, com reduções protéicas e energéticas. Esses autores concluíram que a suplementação de 200 g/ton, da enzima em questão, atenuou perdas de ganho de peso de frangos de corte quando reduções de 3 e 6% na proteína bruta das dietas foram feitas. MAIORKA *et al.* (2020) também relataram melhora no desempenho, maior rendimento de carcaça e menor deposição de gordura abdominal para frangos de um a 28 dias de idade, suplementados com proteases em suas rações. GÓMEZ *et al.* (2011) verificaram que houve melhora da disponibilidade de 21 aminoácidos e o valor energético das rações para frangos de corte, dos 13 aos 21 dias de idade, com a adição da protease. Resultados positivos com utilização de complexo enzimático contendo amilase, xilanase e protease, nas dietas de frangos de corte, foram descritos por RODRIGUES *et al.* (2003), que observaram melhoria na digestibilidade ileal de proteína bruta, do amido e da energia da ração. A suplementação de rações para frangos de corte com uma protease de serina apresentou melhorias na conversão alimentar, digestibilidade da proteína bruta, assim como na digestibilidade dos aminoácidos (BERTECHINI *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado no CPTA (Centro de Pesquisa e Tecnologia Avícola), localizado na BR 265, Km 344, no município de Lavras, Minas Gerais, em convênio com a Universidade Federal de Lavras. Todos os procedimentos realizados foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Lavras.

Para condução do experimento foram utilizados 1080 pintos de corte machos, da linhagem Cobb 500, com 1 dia de idade, todos vindos de incubatório comercial e vacinados contra doença de Marek.

Foram utilizados 1080 pintos de corte machos Cobb 500 com 1 dia de idade, provenientes de incubatório comercial e vacinados contra doença de Marek, com peso médio

de 42 g, os quais permaneceram confinados até os 42 dias de idade, no sistema de cama, em boxes com maravalha nova de 8 cm de espessura. A dieta foi fornecida na forma farelada em comedouros tubulares, sendo *ad libitum* ração e água (bebedouros tipo *nipple*) durante todo o período experimental (Figura 1).

Os pintinhos foram aquecidos por aquecedores a lenha e a gás com temperatura mantida em cerca de $32 \pm 1,5$ °C na primeira semana de idade e de $28 \pm 2,0$ °C na segunda semana. No período de 15 a 42 dias de idade foram registradas as temperaturas ambiente de $26,2 \pm 1,8$ °C (máxima) e $20,4 \pm 2,5$ °C (mínima) e umidade relativa de $68,0 \pm 3,5\%$.

A instalação apresentava cortinas laterais, forro no teto (Figuras 2 e 3) e iluminação de 23L:1E no período de 1 a 14 dias e de 16L:8E após este período. Foi utilizado também termohigrômetros para a manutenção e registro da temperatura e umidade relativa do ambiente de acordo com a idade indicada no manual da linhagem (Cobb-500, 2016).

Figura 1 – Bebedouro tiponipple.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 2 – Parte interna do galpão onde foi realizado o experimento.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 3 – Parte externa do galpão onde foi realizado o experimento.



Fonte: Do autor (2021).

3.1 Delineamentos experimentais, tratamentos e metodologia aplicada

As aves foram distribuídas em unidades experimentais, em delineamento casualizado com 9 tratamentos e 8 repetições, com 15 aves em cada unidade experimental, sendo cada boxe uma unidade experimental. As dietas experimentais inicial, de crescimento e de terminação (1-7, 8-21, 22-35 e 36-42 dias, respectivamente) foram formuladas a base de milho e de farelo de soja, conforme recomendações nutricionais de Bertechini (2013) para cada fase de criação em estudo (Tabelas 1, 2, 3, e 4).

Foi mensurado o desempenho zootécnico: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) em três períodos distintos: 1 a 7, 8 a 21, 1 a 21 a 22 a 35, 1 a 35, 36 a 42 e 1 a 42 dias de idade das aves. O CR foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida no início do período e a sobra no final do período. O GP foi

calculado pela pesagem das aves subtraindo o peso final pelo peso inicial. A mortalidade das aves foi monitorada duas vezes ao dia e quando verificada mortalidade, foi realizado o cálculo para correção da CA segundo metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2016).

Aos 42 dias de idade, duas aves representantes do peso médio de cada parcela experimental ($\pm 5\%$) foram selecionadas, pesadas e submetidas a jejum alimentar de oito horas, e, então insensibilizadas por deslocamento cervical, sangradas e evisceradas. A carcaça (sem vísceras, pescoço e pés), a gordura abdominal e as partes separadas da carcaça: peito, coxas, sobrecoxas, asas e dorso foram pesados para obtenção dos rendimentos. O rendimento de carcaça (RCAR) foi calculado em relação ao peso vivo da ave antes do abate $[(\text{Peso Carcaça}/\text{Peso Vivo}) \times 100]$. O rendimento das partes (peito – RPEI; coxas – RCOX; sobrecoxas – RSOB; asas – RASA; dorso – RDOR) e o percentual de gordura abdominal (GA) foram determinados em relação ao peso da carcaça $[(\text{Peso Parte}/\text{Peso Carcaça}) \times 100]$.

Tabela 1 – Tratamentos experimentais investigados.

| |
|--|
| T1. Controle Positivo SEM PROTEASE |
| T2. Controle Negativo (-7% de aminoácidos) SEM PROTEASE |
| T3. Controle Negativo (-7% de aminoácidos) COM PROTEASE A ¹ (50 g/ton) |
| T4. Controle Negativo (-7% de aminoácidos) COM PROTEASE A ¹ (100 g/ton) |
| T5. Controle Negativo (-7% de aminoácidos) COM PROTEASE A ¹ (150 g/ton) |
| T6. Controle Negativo (-7% de aminoácidos) COM PROTEASE B ² (100 g/ton) |
| T7. Controle Negativo (-7% de aminoácidos) COM PROTEASE B ² (150 g/ton) |
| T8. Controle Negativo (-7% de aminoácidos) COM PROTEASE B ² (200 g/ton) |
| T9. Controle Positivo COM PROTEASE B ² “on top” (200 g/ton) |

¹Protease A: Blend de protease bacteriana e fúngica. O produto utilizado tem 100.000 unidades de protease ácida/g de enzima, produzida por fermentação do *Aspergillusniger* com pH e temperatura ótima de atuação de 2,5 e 55°C. Sua atividade residual permanece acima de 60% na faixa de pH e temperatura de 2,0 a 4,0 e 30 a 65°C, respectivamente. O produto também possui 100.000 unidades de protease neutra/g de enzima, produzida por fermentação do *Bacillus lincheniformis* com pH e temperatura ótima de atuação de 7,5 e 55°C. Sua atividade residual permanece acima de 60% na faixa de pH e temperatura de 6,0 a 11,0 e 30 a 65°C, respectivamente. O Blend de protease, doravante denominado ²Protease B: Bacteriana alcalina recoberta. O produto utilizado tem 200.000 unidades de protease/g de enzima, produzida por fermentação de *Aspergillusniger* com pH e temperatura ótima de atuação de 11,0 e 55°C. Sua atividade residual permanece acima de 60% na faixa de pH e temperatura de 2,0 a 4,0 e 30 a 65°C, respectivamente. Esta protease é fabricada por Zhejiang Chengyuan Biotech Co., LTD.

Tabela 2 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Milho | 56,251 | 61,044 | 61,044 | 61,044 | 61,044 | 61,044 | 61,044 | 61,044 | 56,251 |
| F. Soja | 36,900 | 32,900 | 32,900 | 32,900 | 32,900 | 32,900 | 32,900 | 32,900 | 36,900 |
| Óleo de soja | 2,530 | 1,740 | 1,740 | 1,740 | 1,740 | 1,740 | 1,740 | 1,740 | 2,530 |
| Calcário | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 |
| F.bic.18,5%P | 1,855 | 1,881 | 1,881 | 1,881 | 1,881 | 1,881 | 1,881 | 1,881 | 1,855 |
| Sal comum | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| Bic. de Na | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| DL-Met. | 0,350 | 0,314 | 0,314 | 0,314 | 0,314 | 0,314 | 0,314 | 0,314 | 0,350 |
| L-Lisina | 0,203 | 0,217 | 0,217 | 0,217 | 0,217 | 0,217 | 0,217 | 0,217 | 0,203 |
| L-Treonina | 0,071 | 0,064 | 0,064 | 0,064 | 0,064 | 0,064 | 0,064 | 0,064 | 0,071 |
| Cl. de colina | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 |
| Pr. Vitam ¹ . | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Pr. Min ² . | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Salinomicina | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 |
| Bac. De Zn | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Antioxidante | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Protease A | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Protease B | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,020 |
| Inerte | 0,310 | 0,310 | 0,305 | 0,300 | 0,295 | 0,300 | 0,295 | 0,290 | 0,290 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição nutricional calculada | | | | | | | | | |
| EM (kcal/kg) | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 |
| PB (%) | 21,500 | 19,995 | 19,995 | 19,995 | 19,995 | 19,995 | 19,995 | 19,995 | 21,500 |
| Met+cis dig (%) | 0,910 | 0,846 | 0,846 | 0,846 | 0,846 | 0,846 | 0,846 | 0,846 | 0,910 |
| Lis dig (%) | 1,220 | 1,135 | 1,135 | 1,135 | 1,135 | 1,135 | 1,135 | 1,135 | 1,220 |
| Treo dig (%) | 0,830 | 0,772 | 0,772 | 0,772 | 0,772 | 0,772 | 0,772 | 0,772 | 0,830 |
| Ca (%) | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 |
| P disp (%) | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 |

¹Suplementação por quilograma de ração: vitamina A, 12.000 UI; vitamina D3, 2.500 UI; vitamina E, 30 UI; vitamina B1, 2 mg; vitamina B6, 3 mg; pantotenato de cálcio, 10 mg; biotina, 0,07 mg; vitamina K₃, 3 mg; ácido fólico, 1 mg; ácido nicotínico, 35 mg; cloreto de colina, 100 mg; vitamina B₁₂, 15 µg; selênio, 0,300 mg. ²Suplementação por kg de ração: manganês, 80 mg; ferro, 50 mg; zinco, 50 mg; cobre, 10 mg; cobalto, 1 mg; iodo, 1 mg.

Tabela 3 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase inicial (8-21 dias).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Milho | 59,424 | 63,959 | 63,959 | 63,959 | 63,959 | 63,959 | 63,959 | 63,959 | 59,424 |
| F. Soja | 33,900 | 30,100 | 30,100 | 30,100 | 30,100 | 30,100 | 30,100 | 30,100 | 33,900 |
| Óleo de soja | 2,700 | 1,960 | 1,960 | 1,960 | 1,960 | 1,960 | 1,960 | 1,960 | 2,700 |
| Calcário | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 | 0,800 |
| F. bic18,5% P | 1,713 | 1,738 | 1,738 | 1,738 | 1,738 | 1,738 | 1,738 | 1,738 | 1,713 |
| Sal comum | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| Bic. de Na | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| DL-Met. | 0,312 | 0,278 | 0,278 | 0,278 | 0,278 | 0,278 | 0,278 | 0,278 | 0,312 |
| L-Lisina | 0,167 | 0,184 | 0,184 | 0,184 | 0,184 | 0,184 | 0,184 | 0,184 | 0,167 |
| L-Treonina | 0,009 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,009 |
| Cl. de colina | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 |
| Pr. Vitam ¹ . | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Pr. Min ² . | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Salinomicina | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 |
| Bac. De Zn | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Antioxidante | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Protease A | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Protease B | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,020 |
| Inerte | 0,240 | 0,240 | 0,235 | 0,230 | 0,225 | 0,230 | 0,225 | 0,220 | 0,220 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição nutricional calculada | | | | | | | | | |
| EM (kcal/kg) | 3025 | 3025 | 3025 | 3025 | 3025 | 3025 | 3025 | 3025 | 3025 |
| PB (%) | 20,272 | 18,856 | 18,856 | 18,856 | 18,856 | 18,856 | 18,856 | 18,856 | 20,272 |
| Met+cis dig (%) | 0,850 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,850 |
| Lis dig (%) | 1,120 | 1,041 | 1,041 | 1,041 | 1,041 | 1,041 | 1,041 | 1,041 | 1,120 |
| Treo dig (%) | 0,730 | 0,679 | 0,679 | 0,679 | 0,679 | 0,679 | 0,679 | 0,679 | 0,730 |
| Ca (%) | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 |
| P disp (%) | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 |

¹Suplementação por quilograma de ração: vitamina A, 12.000 UI; vitamina D3, 2.500 UI; vitamina E, 30 UI; vitamina B1, 2 mg; vitamina B6, 3 mg; pantotenato de cálcio, 10 mg; biotina, 0,07 mg; vitamina K₃, 3 mg; ácido fólico, 1 mg; ácido nicotínico, 35 mg; cloreto de colina, 100 mg; vitamina B₁₂, 15 µg; selênio, 0,300 mg. ²Suplementação por kg de ração: manganês, 80 mg; ferro, 50 mg; zinco, 50 mg; cobre, 10 mg; cobalto, 1 mg; iodo, 1 mg.

Tabela 4 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22-35 dias).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Milho | 63,999 | 67,728 | 67,728 | 67,728 | 67,728 | 67,728 | 67,728 | 67,728 | 63,999 |
| F. Soja | 29,400 | 26,300 | 26,300 | 26,300 | 26,300 | 26,300 | 26,300 | 26,300 | 29,400 |
| Óleo de soja | 2,990 | 2,370 | 2,370 | 2,370 | 2,370 | 2,370 | 2,370 | 2,370 | 2,990 |
| Calcário | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 |
| F.bic.18,5% | | | | | | | | | |
| P | 1,528 | 1,548 | 1,548 | 1,548 | 1,548 | 1,548 | 1,548 | 1,548 | 1,528 |
| Sal comum | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| Bic. de Na | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| DL-Met. | 0,295 | 0,261 | 0,261 | 0,261 | 0,261 | 0,261 | 0,261 | 0,261 | 0,295 |
| L-Lisina | 0,178 | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,178 |
| Cl. de colina | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 |
| Pr. Vitam ¹ . | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Pr. Min ² . | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Salinomicina | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 |
| Bac. de Zn | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Antioxidante | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Protease A | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Protease B | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,020 |
| Inerte | 0,180 | 0,180 | 0,175 | 0,170 | 0,165 | 0,170 | 0,165 | 0,160 | 0,160 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Composição nutricional calculada | | | | | | | | | |
| EM (kcal/kg) | 3100 | 3100 | 3100 | 3100 | 3100 | 3100 | 3100 | 3100 | 3100 |
| PB (%) | 18,550 | 17,372 | 17,372 | 17,372 | 17,372 | 17,372 | 17,372 | 17,372 | 18,550 |
| Met+cis dig (%) | 0,800 | 0,744 | 0,744 | 0,744 | 0,744 | 0,744 | 0,744 | 0,744 | 0,800 |
| Lis dig (%) | 1,020 | 0,949 | 0,949 | 0,949 | 0,949 | 0,949 | 0,949 | 0,949 | 1,020 |
| Treo dig (%) | 0,661 | 0,622 | 0,622 | 0,622 | 0,622 | 0,622 | 0,622 | 0,622 | 0,661 |
| Ca (%) | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 |
| P disp (%) | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 |

¹Suplementação por quilograma de ração: vitamina A, 12.000 UI; vitamina D3, 2.500 UI; vitamina E, 30 UI; vitamina B1, 2 mg; vitamina B6, 3 mg; pantotenato de cálcio, 10 mg; biotina, 0,07 mg; vitamina K₃, 3 mg; ácido fólico, 1 mg; ácido nicotínico, 35 mg; cloreto de colina, 100 mg; vitamina B₁₂, 15 µg; selênio, 0,300 mg. ²Suplementação por kg de ração: manganês, 80 mg; ferro, 50 mg; zinco, 50 mg; cobre, 10 mg; cobalto, 1 mg; iodo, 1 mg.

Tabela 5 – Composição das rações experimentais para frangos de corte na fase final (36-42 dias).

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Milho | 65,543 | 66,810 | 66,810 | 66,810 | 66,810 | 66,810 | 66,810 | 66,810 | 65,543 |
| F. Soja | 27,500 | 26,500 | 26,500 | 26,500 | 26,500 | 26,500 | 26,500 | 26,500 | 27,500 |
| Óleo de soja | 3,470 | 3,300 | 3,300 | 3,300 | 3,300 | 3,300 | 3,300 | 3,300 | 3,470 |
| Calcário | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 |
| F.bic. 18,% P | 1,543 | 1,549 | 1,549 | 1,549 | 1,549 | 1,549 | 1,549 | 1,549 | 1,543 |
| Sal comum | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| Bic. de Na | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| DL-Met. | 0,270 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 0,224 | 0,270 |
| L-Lisina | 0,174 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,117 | 0,174 |
| Cl. de colina | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,040 |
| Pr. Vitam ¹ . | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Pr. Min ² . | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Salinomicina | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 | 0,055 |
| Bac. De Zn | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Antioxidante | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Protease A | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Protease B | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,020 |
| Inerte | 0,070 | 0,070 | 0,065 | 0,060 | 0,055 | 0,060 | 0,055 | 0,050 | 0,050 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Composição nutricional calculada | | | | | | | | | |
| EM (kcal/kg) | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 |
| PB (%) | 17,770 | 17,330 | 17,330 | 17,330 | 17,330 | 17,330 | 17,330 | 17,330 | 17,770 |
| Met+cis dig (%) | 0,760 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,760 |
| Lis dig (%) | 0,970 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,970 |
| Treo dig (%) | 0,630 | 0,620 | 0,620 | 0,620 | 0,620 | 0,620 | 0,620 | 0,620 | 0,630 |
| Ca (%) | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 | 0,760 |
| P disp (%) | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 | 0,380 |

¹Suplementação por quilograma de ração: vitamina A, 12.000 UI; vitamina D3, 2.500 UI; vitamina E, 30 UI; vitamina B1, 2 mg; vitamina B6, 3 mg; pantotenato de cálcio, 10 mg; biotina, 0,07 mg; vitamina K₃, 3 mg; ácido fólico, 1 mg; ácido nicotínico, 35 mg; cloreto de colina, 100 mg; vitamina B₁₂, 15 µg; selênio, 0,300 mg. ²Suplementação por kg de ração: manganês, 80 mg; ferro, 50 mg; zinco, 50 mg; cobre, 10 mg; cobalto, 1 mg; iodo, 1 mg.

3.2 Avaliações estatísticas

Através de análise de variância (ANOVA), quando se finalizou cada fase, os dados foram analisados utilizando o pacote computacional SISVAR (2016) através do teste de SNK (Student-Newman-Keuls) ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos experimentais em estudo.

Para determinação do melhor nível de suplementação de cada uma das proteases (A e B) em relação ao CN (-7% de aminoácidos) foi utilizado análise de regressão ao nível de 5% de probabilidade, apresentando os resultados demonstrados abaixo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suplementação da protease B mostrou efeito ($P < 0,05$) sobre o consumo de ração, sendo que a suplementação de 100 g/ton possibilitou menor consumo em relação aos tratamentos com suplementação de 50 g/ton de protease A e aos tratamentos controle positivo e controle negativo. Notou-se também efeito ($P < 0,05$) sobre o ganho de peso dos frangos de corte onde a suplementação de 50 g/ton da protease A possibilitou maior ganho de peso em relação aos tratamentos controle positivo e controle negativo. O efeito da suplementação das proteases B e A foi selecionado pelo modelo de regressão linear. Para o consumo de ração foi escolhido o modelo $Y = Xb + a$, onde Y é o consumo de ração, X é a quantidade de protease (g/ton) e b e a são os coeficientes do modelo (YU e CHUNG, 2004).

A conversão alimentar dos frangos de corte também apresentou efeito ($P < 0,05$) devido à suplementação de proteases A e B, independentemente da dose suplementada, em que a conversão foi melhor ao se comparar com os tratamentos controle positivo e controle negativo.

Não houve diferença no ganho de peso entre os demais tratamentos com suplementação de diferentes doses das proteases A e B. Na tabela 6 pode ser observado os dados de desempenho dos frangos de corte na fase de 1 a 7 dias de idade.

Os dados encontrados neste estudo diferem dos estudos de com Kamendal e Tauson (2012), que avaliaram dietas a base de milho e farelo de soja suplementadas com protease e xilanase para frangos de corte, e, não encontraram diferenças estatísticas de 1 a 7 dias de idade no ganho de peso e consumo de ração. Os resultados também são divergentes com Cowieson et al. (2006), que não encontraram diferenças significativas para ganho de peso e consumo de ração para frangos de corte alimentados com dietas a base de milho, farelo de soja e farelo de canola suplementadas com protease até sete dias de idade.

Essas diferenças encontradas podem ser devido aos níveis nutricionais utilizados e os níveis das enzimas testas no presente estudo.

Tabela 6 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem proteases na fase de 1 a 7 dias de idade.

| Tratamentos | 1 – 7 dias de idade | | |
|--|---------------------|-------------|------------|
| | CR (kg/ave) | GP (kg/ave) | CA (kg/kg) |
| T1 Controle positivo sem protease | 0,169 a | 0,123 b | 1,370 a |
| T2 Controle negativo CN (- 7% aas) | 0,168 a | 0,124 b | 1,350 a |
| T3 CN + protease A (50 g/ton) | 0,168 a | 0,136 a | 1,237 b |
| T4 CN + protease A(100 g/ton) | 0,161 ab | 0,132 ab | 1,220 b |
| T5 CN + protease A(150 g/ton) | 0,158 ab | 0,126 ab | 1,250 b |
| T6 CN + protease B(100 g/ton) | 0,149 b | 0,126 ab | 1,186 b |
| T7CN + protease B (150 g/ton) | 0,159 ab | 0,126 ab | 1,264 b |
| T8CN + protease B(200 g/ton) | 0,160 ab | 0,131 ab | 1,219 b |
| T9CP + protease <i>Bon top</i> (200 g/ton) | 0,157 ab | 0,133 ab | 1,182 b |
| P – valor | 0,0103 | 0,0038 | <0,0001 |
| CV (%) | 6,79 | 5,35 | 6,43 |

^{a-b}Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5%; CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da redução dos níveis de aminoácidos e da suplementação das proteases A e B na dieta sobre o consumo de ração dos frangos de corte, porém, houve efeito ($P<0,05$) da redução de aminoácidos sobre o ganho de peso, sendo que o tratamento controle negativo apresentou o pior ganho. A suplementação das proteases A e B possibilitou ganho de peso semelhante ao tratamento controle positivo, independentemente da dose, o que está de acordo com os estudos realizados por Hadorn e Wiedmer (2001), que observaram melhora de 7,16% na média do ganho de peso final.

A suplementação de 50 g/ton de protease A promoveu conversão alimentar pior em relação aos tratamentos controle positivo e controle positivo + suplementação *on top* de 200 g/ton de protease B. Os demais tratamentos não diferiram entre si em relação à conversão alimentar. Os dados de desempenho dos frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 8 a 21 dias de idade.

| Tratamentos | 8 – 21 dias de idade | | |
|--|----------------------|-------------|------------|
| | CR (kg/ave) | GP (kg/ave) | CA (kg/kg) |
| T1 Controle positivo sem protease | 1,109 | 0,821 a | 1,351 c |
| T2 Controle negativo CN (- 7% aas) | 1,112 | 0,746 b | 1,491 a |
| T3 CN + protease A (50 g/ton) | 1,151 | 0,803 a | 1,433 b |
| T4 CN + protease A(100 g/ton) | 1,124 | 0,805 a | 1,397 bc |
| T5 CN + protease A(150 g/ton) | 1,134 | 0,806 a | 1,407 bc |
| T6 CN + protease B(100 g/ton) | 1,119 | 0,802 a | 1,397 bc |
| T7CN + protease B (150 g/ton) | 1,124 | 0,811 a | 1,386 bc |
| T8CN + protease B(200 g/ton) | 1,150 | 0,818 a | 1,407 bc |
| T9CP + protease <i>Bon top</i> (200 g/ton) | 1,124 | 0,838 a | 1,342 c |
| P – valor | 0,2389 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV (%) | 3,20 | 3,10 | 3,74 |

^{a-b-c}médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da redução dos níveis de aminoácidos e da suplementação das proteases A e B na dieta sobre o consumo de ração dos frangos de corte, mas houve efeito ($P<0,05$) sobre o ganho de peso dos frangos de corte, onde o tratamento controle negativo apresentou o pior ganho. A suplementação *on top* de 200 g/ton de protease B apresentou maior ganho de peso em relação aos tratamentos com suplementação de 150 g/ton de protease A e de 100 g/ton de protease B, sendo que estudos realizados por Wu (2004) demonstraram que a protease foi eficaz na formulação indicada pelo fabricante com valorização + 200 ppm de protease, onde o tratamento com duas valorizações e inclusão da protease obteve resultados superiores de peso médio final e ganho de peso das aves em relação ao tratamento de duas valorizações sem a inclusão da enzima, isso demonstra que a enzima foi eficaz nesse tratamento.

A suplementação de 50 e 100 g/ton de protease A e 150 e 200 g/ton de protease B possibilitou ganho de peso dos frangos semelhante ao tratamento controle positivo. Houve efeito ($P<0,05$) sobre a conversão alimentar dos frangos de corte, sendo que o tratamento controle negativo possibilitou a pior conversão alimentar. A suplementação *on top* de 200

g/ton de protease B apresentou melhor conversão em relação à suplementação de 50 g/ton de protease A.

Contudo, não houve diferença entre os demais tratamentos avaliados. Assim, a suplementação de 100 e 150 g/ton de protease A e de todas as doses de suplementação da protease B apresentaram conversão alimentar semelhante ao tratamento controle positivo com atendimento de todos os requerimentos de aminoácidos.

Tabela 8 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 1 a 21 dias de idade.

| Tratamentos | 1– 21 dias de idade | | |
|--|---------------------|-------------|------------|
| | CR (kg/ave) | GP (kg/ave) | CA (kg/kg) |
| T1 Controle positivo sem protease | 1,279 | 0,945 ab | 1,354 bc |
| T2 Controle negativo CN (- 7% aas) | 1,280 | 0,870 c | 1,471 a |
| T3 CN + protease A (50 g/ton) | 1,318 | 0,939 ab | 1,405 b |
| T4 CN + protease A(100 g/ton) | 1,285 | 0,937 ab | 1,372 bc |
| T5 CN + protease A(150 g/ton) | 1,292 | 0,932 b | 1,386 bc |
| T6 CN + protease B(100 g/ton) | 1,269 | 0,927 b | 1,369 bc |
| T7CN + protease B (150 g/ton) | 1,282 | 0,937 ab | 1,369 bc |
| T8CN + protease B(200 g/ton) | 1,310 | 0,949 ab | 1,380 bc |
| T9CP + protease <i>Bon top</i> (200 g/ton) | 1,280 | 0,970 a | 1,320 c |
| P – valor | 0,2617 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV (%) | 3,08 | 2,65 | 3,38 |

^{a-b-c}médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da redução dos níveis de aminoácidos e da suplementação das proteases A e B na dieta sobre o consumo de ração dos frangos de corte, porém, houve efeito ($P<0,05$) da redução de aminoácidos sobre o ganho de peso, onde mais uma vez o tratamento controle negativo apresentou o pior ganho.

A suplementação das proteases A e B, independentemente da dose, possibilitou ganho de peso semelhante ao tratamento controle positivo. De forma semelhante ao ganho de peso, houve efeito ($P<0,05$) da redução de aminoácidos sobre a conversão alimentar, sendo que o tratamento controle negativo apresentou a pior conversão alimentar. A suplementação das proteases A e B, independentemente da dose, possibilitou conversão alimentar semelhante ao tratamento controle positivo.

Tabela 9 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 22 a 35 dias de idade.

| Tratamentos | 22 – 35 dias de idade | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|
| | CR (kg/ave) | GP (kg/ave) | CA (kg/kg) |
| T1 Controle positivo sem protease | 2,601 | 1,622 a | 1,604 b |
| T2 Controle negativo CN (- 7% aas) | 2,579 | 1,509 b | 1,710 a |
| T3 CN + protease A (50 g/ton) | 2,638 | 1,598 a | 1,653 b |
| T4 CN + protease A(100 g/ton) | 2,649 | 1,627 a | 1,629 b |
| T5 CN + protease A(150 g/ton) | 2,614 | 1,609 a | 1,624 b |
| T6 CN + protease B(100 g/ton) | 2,628 | 1,603 a | 1,639 b |
| T7CN + protease B (150 g/ton) | 2,618 | 1,617 a | 1,619 b |
| T8CN + protease B(200 g/ton) | 2,667 | 1,622 a | 1,644 b |
| T9CP + protease <i>Bon top</i> (200 g/ton) | 2,616 | 1,659 a | 1,577 b |
| P – valor | 0,8145 | 0,0013 | 0,0009 |
| CV (%) | 3,84 | 3,73 | 3,23 |

^{a-b-c}médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da redução dos níveis de aminoácidos e da suplementação das proteases A e B na dieta sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte.

Tabela 10 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 36 a 42 dias de idade.

| Tratamentos | 36 – 42 dias de idade | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|
| | CR (kg/ave) | GP (kg/ave) | CA (kg/kg) |
| T1 Controle positivo sem protease | 1,300 | 0,762 | 1,719 |
| T2 Controle negativo CN (- 7% aas) | 1,269 | 0,733 | 1,749 |
| T3 CN + protease A (50 g/ton) | 1,234 | 0,713 | 1,749 |
| T4 CN + protease A(100 g/ton) | 1,278 | 0,741 | 1,729 |
| T5 CN + protease A(150 g/ton) | 1,243 | 0,746 | 1,668 |
| T6 CN + protease B(100 g/ton) | 1,253 | 0,723 | 1,738 |
| T7CN + protease B (150 g/ton) | 1,237 | 0,754 | 1,648 |
| T8CN + protease B(200 g/ton) | 1,241 | 0,708 | 1,755 |
| T9CP + protease <i>Bon top</i> (200 g/ton) | 1,254 | 0,780 | 1,612 |
| P – valor | 0,4614 | 0,4352 | 0,2220 |
| CV (%) | 5,03 | 8,97 | 7,30 |

^{a-b-c}médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da redução dos níveis de aminoácidos e da suplementação das proteases A e B na dieta sobre o consumo de ração dos frangos de corte. Houve efeito ($P<0,05$) sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que o tratamento controle negativo possibilitou o pior ganho de peso. A suplementação on top de 200 g/ton de protease B apresentou maior ganho de peso em relação à suplementação de 50 g/ton de protease A.

Contudo, não houve diferença entre os demais tratamentos avaliados. Assim, a suplementação de 100 e 150 g/ton de protease A e de todas as doses de suplementação da protease B apresentaram ganho de peso semelhante ao tratamento controle positivo. Houve efeito ($P<0,05$) sobre a conversão alimentar dos frangos de corte, sendo que o tratamento controle negativo possibilitou a pior conversão alimentar.

A suplementação on top de 200 g/ton de protease B apresentou melhor conversão alimentar em relação aos tratamentos com suplementação de protease A e B em tratamentos com redução de aminoácidos, independentemente da dose. A suplementação on top de 200 g/ton de protease B apresentou conversão alimentar semelhante ao controle positivo.

Tabela 11 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 1 a 35 dias de idade.

| Tratamentos | 1 – 35 dias de idade | | |
|--|----------------------|-------------|------------|
| | CR (kg/ave) | GP (kg/ave) | CA (kg/kg) |
| T1 Controle positivo sem protease | 3,837 | 2,559 ab | 1,500 cd |
| T2 Controle negativo CN (- 7% aas) | 3,837 | 2,372 c | 1,617 a |
| T3 CN + protease A (50 g/ton) | 3,900 | 2,507 b | 1,557 b |
| T4 CN + protease A(100 g/ton) | 3,892 | 2,546 ab | 1,529 bc |
| T5 CN + protease A(150 g/ton) | 3,906 | 2,541 ab | 1,537 bc |
| T6 CN + protease B(100 g/ton) | 3,877 | 2,524 ab | 1,535 bc |
| T7CN + protease B (150 g/ton) | 3,900 | 2,553 ab | 1,528 bc |
| T8CN + protease B(200 g/ton) | 3,939 | 2,567 ab | 1,534 bc |
| T9CP + protease <i>Bon top</i> (200 g/ton) | 3,836 | 2,606 a | 1,471 d |
| P – valor | 0,2834 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV (%) | 2,40 | 2,23 | 2,34 |

Legenda: ^{a-b-c} médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da redução dos níveis de aminoácidos e da suplementação das proteases A e B na dieta sobre o consumo de ração dos frangos de corte. Houve efeito ($P<0,05$) sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que o tratamento controle negativo apresentou o pior ganho de peso ($P<0,05$). A suplementação on top de 200 g/ton de

protease B promoveu maior ganho de peso em relação às menores doses de suplementação de protease A (50 g/ton) e protease B (100 g/ton).

Contudo, a suplementação de protease A em 100 e 150 g/ton e de protease B em 150 e 200 g/ton e a suplementação on top de 200 g/ton de protease B possibilitaram ganho de peso semelhante ($P>0,05$) ao tratamento controle positivo, com atendimento adequado dos requerimentos de aminoácidos digestíveis.

Com relação à conversão alimentar observou-se efeito ($P<0,05$) da redução de aminoácidos em que o tratamento controle negativo apresentou a pior conversão alimentar. A suplementação on top de 200 g/ton de protease B apresentou melhor conversão alimentar que os demais tratamentos em estudo ($P<0,05$). A suplementação das proteases A e B em dietas com redução de 7% de aminoácidos, independentemente da dose suplementada, proporciona conversão alimentar semelhante ao tratamento controle positivo com níveis adequados de aminoácidos.

Tabela 12 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem protease na fase de 1 a 42 dias de idade.

| Tratamentos | 1 – 42 dias de idade | | |
|--|----------------------|-------------|------------|
| | CR (kg/ave) | GP (kg/ave) | CA (kg/kg) |
| T1 Controle positivo sem protease | 5,137 | 3,320 ab | 1,548 b |
| T2 Controle negativo CN (- 7% aas) | 5,106 | 3,106 c | 1,645 a |
| T3 CN + protease A (50 g/ton) | 5,134 | 3,219 b | 1,595 b |
| T4 CN + protease A(100 g/ton) | 5,170 | 3,287 ab | 1,573 b |
| T5 CN + protease A(150 g/ton) | 5,149 | 3,288 ab | 1,566 b |
| T6 CN + protease B(100 g/ton) | 5,129 | 3,248 b | 1,579 b |
| T7CN + protease B (150 g/ton) | 5,137 | 3,307 ab | 1,553 b |
| T8CN + protease B(200 g/ton) | 5,169 | 3,322 ab | 1,556 b |
| T9CP + protease <i>Bon top</i> (200 g/ton) | 5,090 | 3,387 a | 1,503 c |
| P – valor | 0,7603 | <0,0001 | <0,0001 |
| CV (%) | 1,85 | 2,57 | 2,17 |

^{a-b-c}médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da redução de aminoácidos e da suplementação de proteases A B sobre o rendimento de carcaça e de cortes. Contudo, houve efeito ($P<0,05$) sobre o teor de gordura abdominal na carcaça dos frangos. Observou-se que a suplementação *on top* de 200 g/ton da protease B apresentou menor teor de gordura abdominal na carcaça em relação ao tratamento controle negativo e com suplementação de 50 g/ton de protease A. Não houve diferenças ($P>0,05$) entre os demais tratamentos avaliados para as características de carcaça.

Em trabalhos realizados por Favero et al. (2009) verificou que a suplementação de protease melhorou o desempenho de frangos de corte criados até 42 dias de idade, com melhora significativa sobre a conversão alimentar. Bertechini et al. (2009), realizando estudos com protease suplementada em rações para frangos de corte observaram melhorias na conversão alimentar, e principalmente, na digestibilidade da proteína bruta e aminoácidos.

Tabela 13 – Rendimento de carcaça (RC), de peito (RP), de coxa + sobrecoxa (RCS), de dorso (RD), de asas (RA) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade alimentados com dietas com redução de 7% de aminoácidos com e sem suplementação de proteases.

| Tratamentos | RC (%) | RP (%) | RCS (%) | RD (%) | RA (%) | GA (%) |
|-----------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|
| T1. Controle positivo | 72,439 | 43,251 | 27,546 | 17,477 | 10,387 | 0,967 ab |
| T2. CN - 7% aas | 71,912 | 41,509 | 27,561 | 18,118 | 11,269 | 1,112 a |
| T3. CN+PA 50 g/ton | 73,920 | 41,710 | 26,522 | 19,234 | 11,099 | 1,059 a |
| T4. CN+PA 100 g/ton | 74,049 | 43,059 | 27,094 | 18,161 | 10,348 | 0,989 ab |
| T5. CN+PA 150 g/ton | 73,389 | 42,849 | 27,168 | 18,192 | 10,394 | 1,024 ab |
| T6. CN+PB 100 g/ton | 72,003 | 42,337 | 26,883 | 18,566 | 10,904 | 0,938 ab |
| T7. CN+PB 150g/ton | 74,601 | 41,092 | 28,073 | 18,916 | 10,625 | 0,959 ab |
| T8. CN+PB 200 g/ton | 73,035 | 43,383 | 27,517 | 17,684 | 10,050 | 1,000 ab |
| T9. CP+PB <i>on top</i> 200 g/ton | 74,385 | 42,673 | 27,990 | 18,262 | 10,056 | 0,757 b |
| P – valor | 0,2734 | 0,6191 | 0,8369 | 0,6780 | 0,1353 | 0,0280 |
| CV (%) | 3,47 | 6,18 | 7,24 | 10,11 | 9,18 | 18,65 |

^{a-b-c} médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação. CN = controle negativo. CP = controle positivo. PA = Protease A. PB = Protease B.

Houve efeito ($P<0,05$) no ganho médio diário dos frangos de corte na fase total de criação sendo que a suplementação *on top* de 200 g/ton de protease B resultou em maior ganho de peso em relação ao tratamento controle negativo. A suplementação das proteases A e B nas dietas com redução de 7% de aminoácidos, independentemente da dose suplementada, promoveu ganho de peso semelhante ao tratamento controle positivo. Com relação à viabilidade criatória não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de proteases e da redução de

aminoácidos. Contudo, os maiores valores de IEP foram observados para os tratamentos com suplementação das proteases e com atendimento adequado dos requerimentos de aminoácidos na dieta.

Tabela 14 – Ganho médio diário (g), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte alimentados com dietas com diferentes níveis de aminoácidos com e sem protease.

| Tratamentos | GMD (g) | VC (%) | IEP |
|---|----------------|---------------|------------|
| T1. Controle Positivo sem protease | 79,066 ab | 96,666 | 494 |
| T2. Controle Negativo (-7% aas) | 73,953 c | 96,666 | 435 |
| T3. ControleNegativo + protease A (50 g/ton) | 76,653 b | 94,999 | 457 |
| T4. ControleNegativo + protease A(100 g/ton) | 78,258 ab | 97,500 | 485 |
| T5. ControleNegativo + protease A(150 g/ton) | 78,284 ab | 99,166 | 495 |
| T6. ControleNegativo + protease B(100 g/ton) | 77,326 b | 96,666 | 473 |
| T7. ControleNegativo + protease B (150 g/ton) | 78,760 ab | 97,499 | 494 |
| T8. ControleNegativo + protease B(200 g/ton) | 79,096 ab | 97,499 | 495 |
| T9. ControlePositivo + protease B <i>on top</i> (200 g/ton) | 80,653 a | 95,000 | 510 |
| P- valor | <0,0001 | 0,6902 | - |
| CV (%) | 2,57 | 4,55 | - |

4.1 Estimativa dos níveis de suplementação das proteases A e B em dietas com redução de 7% de aminoácidos para frangos de corte

A realização de análise de variância foi feita buscando recomendações de suplementação das proteases A e B em todas as fases de criação, intermediárias e período total, em dietas com redução de 7% de aminoácidos digestíveis.

Logo após foram feitos modelos de regressão linear para estimar as doses de suplementação das proteases para a melhoria dos parâmetros produtivos de desempenho utilizando as variáveis de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos de corte.

Conforme Wang et al (2006) diversos estudos demonstram resultados onde a utilização da protease na fase de iniciação para frangos de corte influencia no desempenho de frangos de corte, sendo que a suplementação com a protease apresenta diferença, ou seja, quando diminuída, o desempenho dos frangos de corte se mostraram menor, assim como

dados expostos por Cowieson et al (2016), que demonstraram diferenças estatísticas quando reduzida a suplementação com protease, porém no presente trabalho não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração, apresentando efeito ($P<0,05$) quadrático sobre o ganho de peso, sendo que a dose estimada para o maior ganho de peso foi de 66 g/ton para essa fase. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) quadrático da suplementação de protease A, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 99 g/ton.

Tabela 15 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 7 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease A (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|--------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 0,168 | 0,168 | 0,162 | 0,158 | 6,41 | 0,0532 | 0,6287 |
| GP (kg/ave) | 0,124 | 0,136 | 0,132 | 0,126 | 5,03 | 0,9425 | 0,0007 ¹ |
| CA (kg/kg) | 1,350 | 1,237 | 1,221 | 1,249 | 6,31 | 0,0173 | 0,0179 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r^2 | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | $Y = 0,1252 + 0,000264x - 0,000002x^2$ | | | | 88,66 | 66 | |
| CA ² | $Y = 1,3478 - 0,002769x + 0,000014x^2$ | | | | 98,83 | 99 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r^2 = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) quadrático sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que a dose estimada para o maior ganho de peso foi de 101 g/ton. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) quadrático da suplementação de protease A, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 113 g/ton.

Tabela 16 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 8 a 21 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease A (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 1,112 | 1,150 | 1,124 | 1,134 | 2,59 | 0,3876 | 0,1851 |
| GP (kg/ave) | 0,746 | 0,803 | 0,805 | 0,806 | 2,79 | <0,0001 | 0,0012 ¹ |
| CA (kg/kg) | 1,491 | 1,433 | 1,397 | 1,407 | 3,18 | 0,0004 | 0,0446 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 0,748413 + 0,001213x – 0,000006x ² | | | | 94,63 | 101 | |
| CA ² | Y = 1,492375 – 0,001591x + 0,000007x ² | | | | 99,41 | 113 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r² = coeficiente de determinação.

Não houve efeito (P>0,05) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito (P<0,05) quadrático sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que a dose estimada para o maior ganho de peso foi de 106 g/ton. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito (P<0,05) quadrático da suplementação de protease A, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 111 g/ton.

Tabela 17 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 21 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease A (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|----------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 1,280 | 1,318 | 1,285 | 1,292 | 2,56 | 0,9452 | 0,1837 |
| GP (kg/ave) | 0,871 | 0,939 | 0,937 | 0,932 | 2,53 | <0,0001 | <0,0001 ¹ |
| CA (kg/kg) | 1,471 | 1,405 | 1,372 | 1,386 | 2,90 | <0,0001 | 0,0096 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 0,873488 + 0,001481 – 0,000007x ² | | | | 93,18 | 106 | |
| CA ² | Y = 1,471513 – 0,001777x + 0,000008x ² | | | | 99,86 | 111 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r^2 = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) quadrático sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que a dose estimada para o maior ganho de peso foi de 103 g/ton. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) linear decrescente da suplementação de protease A, sendo que com o aumento da suplementação de protease A promoveu melhor conversão alimentar.

Tabela 18 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 22 a 35 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease A (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|--------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 2,579 | 2,637 | 2,649 | 2,614 | 4,00 | 0,4830 | 0,2112 |
| GP (kg/ave) | 1,509 | 1,598 | 1,627 | 1,609 | 4,24 | 0,0045 | 0,0321 ¹ |
| CA (kg/kg) | 1,710 | 1,654 | 1,629 | 1,625 | 3,90 | 0,0101 ² | 0,2629 |
| Variável | Equações de regressão | | | | r^2 | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 1,509662 + 0,002266x – 0,000011x ² | | | | 99,89 | 103 | |
| CA ² | Y = 1,696463 – 0,000561x | | | | 85,12 | - | |

CV (%) = coeficiente de variação. r^2 = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar.

Tabela 19 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 36 a 42 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease A (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-------------|---|-------|-------|-------|--------|-----------|------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 1,269 | 1,234 | 1,278 | 1,243 | 4,89 | 0,7442 | 0,9257 |
| GP (kg/ave) | 0,733 | 0,713 | 0,741 | 0,746 | 9,28 | 0,5765 | 0,6247 |
| CA (kg/kg) | 1,749 | 1,748 | 1,729 | 1,669 | 7,47 | 0,2061 | 0,5187 |

CV (%) = coeficiente de variação. r^2 = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) quadrático sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que a dose estimada para o maior ganho de peso foi de 113 g/ton. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) quadrático da suplementação de protease A, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 112 g/ton.

Tabela 20 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 35 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease A (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 3,837 | 3,900 | 3,893 | 3,906 | 2,51 | 0,2081 | 0,4710 |
| GP (kg/ave) | 2,373 | 2,506 | 2,546 | 2,541 | 2,28 | <0,0001 | 0,0018 ¹ |
| CA (kg/kg) | 1,617 | 1,557 | 1,529 | 1,537 | 2,68 | 0,0003 | 0,0275 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 2,375262 + 0,003173x – 0,000014x ² | | | | 99,36 | 113 | |
| CA ² | Y = 1,617544 – 0,001567x + 0,000007x ² | | | | 99,98 | 112 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r² = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) linear crescente sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que à medida que se aumentou a suplementação de protease aumentou-se o ganho de peso dos frangos de corte. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) linear decrescente, sendo que à medida que se aumentou dose de suplementação de protease houve melhoria na conversão.

Tabela 21 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease A na fase de 1 a 42 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease A (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 5,106 | 5,134 | 5,170 | 5,149 | 1,94 | 0,2977 | 0,4848 |
| GP (kg/ave) | 3,106 | 3,219 | 3,287 | 3,288 | 2,89 | 0,0003 ¹ | 0,1006 |
| CA (kg/kg) | 1,645 | 1,595 | 1,573 | 1,566 | 2,10 | <0,0001 ² | 0,0817 |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 3,132962 + 0,001228x | | | | 85,65 | - | |
| CA ² | Y = 1,634012 – 0,000519x | | | | 87,82 | - | |

CV (%) = coeficiente de variação. r² = coeficiente de determinação.

Houve efeito (P<0,05) quadrático sobre o consumo de ração dos frangos de corte, sendo que a dose estimada para o menor consumo de ração foi de 130 g/ton. Não houve efeito (P>0,05) da suplementação de protease B sobre o ganho de peso dos frangos de corte. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito (P<0,05) quadrático da suplementação de protease B, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 134 g/ton.

Tabela 22 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 7 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease B (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 100 | 150 | 200 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 0,167 | 0,150 | 0,158 | 0,159 | 7,05 | 0,1659 | 0,0154 ¹ |
| GP (kg/ave) | 0,125 | 0,126 | 0,126 | 0,131 | 6,10 | 0,1293 | 0,4045 |
| CA (kg/kg) | 1,350 | 1,186 | 1,263 | 1,219 | 6,41 | 0,0054 | 0,0460 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| CR ¹ | Y = 0,167305 – 0,000260x + 0,000001x ² | | | | 79,17 | 130 | |
| CA ² | Y = 1,344030 – 0,0001872x + 0,000007x ² | | | | 71,88 | 134 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r² = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease B em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) linear crescente sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que à medida que se aumentou a suplementação de protease aumentou-se o ganho de peso dos frangos de corte. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) quadrático da suplementação de protease B, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 148 g/ton.

Tabela 23 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 8 a 21 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease B (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|--------|-----------------------|------------|
| | 0 | 100 | 150 | 200 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 1,112 | 1,119 | 1,123 | 1,150 | 3,64 | 0,0973 | 0,3749 |
| GP (kg/ave) | 0,745 | 0,802 | 0,811 | 0,818 | 3,03 | $<0,0001^1$ | 0,0665 |
| CA (kg/kg) | 1,491 | 1,397 | 1,386 | 1,407 | 3,77 | 0,0012 | $0,0202^2$ |
| Variável | Equações de regressão | | | | r^2 | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | $Y = 0,752564 + 0,000369x$ | | | | 91,66 | - | |
| CA ² | $Y = 1,491342 - 0,001478x + 0,000005x^2$ | | | | 99,92 | 148 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r^2 = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease B em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) linear crescente sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que à medida que se aumentou a suplementação de protease aumentou-se o ganho de peso dos frangos de corte. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) quadrático da suplementação de protease B, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 150 g/ton.

Tabela 24 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 21 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease B (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 100 | 150 | 200 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 1,279 | 1,269 | 1,283 | 1,310 | 3,35 | 0,2087 | 0,1365 |
| GP (kg/ave) | 0,870 | 0,927 | 0,937 | 0,949 | 2,47 | <0,0001 ¹ | 0,0969 |
| CA (kg/kg) | 1,470 | 1,368 | 1,369 | 1,380 | 3,26 | <0,0001 | 0,0066 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 0,876129 + 0,000399x | | | | 94,27 | - | |
| CA ³ | Y = 1,470206 – 0,001505x + 0,000005x ² | | | | 99,32 | 150 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r² = coeficiente de determinação.

Não houve efeito (P>0,05) da suplementação de protease B em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito (P<0,05) linear crescente sobre o ganho de peso dos frangos de corte, sendo que à medida que se aumentou a suplementação de protease aumentou-se o ganho de peso dos frangos de corte. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito (P<0,05) quadrático da suplementação de protease B, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 150 g/ton.

Tabela 25 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 22 a 35 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease B (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 100 | 150 | 200 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 2,578 | 2,628 | 2,618 | 2,668 | 3,82 | 0,1106 | 0,8773 |
| GP (kg/ave) | 1,509 | 1,603 | 1,616 | 1,622 | 3,06 | <0,0001 ¹ | 0,0763 |
| CA (kg/kg) | 1,710 | 1,639 | 1,619 | 1,644 | 3,09 | 0,0044 | 0,0454 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 1,522150 + 0,000585x | | | | 88,01 | - | |
| CA ² | Y = 1,711035 – 0,001204x + 0,000004x ² | | | | 98,05 | 150 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r² = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease A em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar.

Tabela 26 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 36 a 42 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease B (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-------------|---|-------|-------|-------|--------|-----------|------------|
| | 0 | 100 | 150 | 200 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 1,269 | 1,252 | 1,237 | 1,241 | 4,77 | 0,2796 | 0,8092 |
| GP (kg/ave) | 0,733 | 0,723 | 0,754 | 0,708 | 9,03 | 0,7035 | 0,5318 |
| CA (kg/kg) | 1,749 | 1,738 | 1,648 | 1,755 | 7,36 | 0,6383 | 0,3384 |

CV (%) = coeficiente de variação. r^2 = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease B em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) quadrático da suplementação de protease sobre o ganho de peso dos frangos de corte sendo que a dose estimada para o maior ganho de peso foi de 201 g/ton. Para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P<0,05$) quadrático da suplementação de protease B, sendo que a dose estimada para a melhor conversão alimentar foi de 150 g/ton.

Tabela 27 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 35 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease B (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|--------|-----------------------|---------------------|
| | 0 | 100 | 150 | 200 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 3,837 | 3,877 | 3,900 | 3,939 | 2,21 | 0,1367 | 0,7047 |
| GP (kg/ave) | 2,373 | 2,524 | 2,553 | 2,567 | 1,67 | <0,0001 | 0,0041 ¹ |
| CA (kg/kg) | 1,617 | 1,535 | 1,528 | 1,534 | 2,26 | <0,0001 | 0,0089 ² |
| Variável | Equações de regressão | | | | r^2 | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | $Y = 2,373165 + 0,002010x - 0,000005x^2$ | | | | 99,82 | 201 | |
| CA ² | $Y = 1,617167 - 0,001198x + 0,000004x^2$ | | | | 99,91 | 150 | |

CV (%) = coeficiente de variação. r^2 = coeficiente de determinação.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de protease B em dietas com redução de 7% de aminoácidos sobre o consumo de ração. Houve efeito ($P<0,05$) linear crescente sobre o

ganho de peso dos frangos de corte, sendo que à medida que se aumentou a suplementação de protease aumentou-se o ganho de peso dos frangos de corte. Já para a conversão alimentar dos frangos de corte houve efeito ($P < 0,05$) linear decrescente, sendo que à medida que se aumentou a suplementação de protease houve melhoria na conversão alimentar.

Segundo demonstrado por Torres et al. (2003), quando comparado a estudos experimentais no total do período experimental total, o presente trabalho apresenta resultados diferentes, pois foram observadas diferenças para as variáveis de peso médio final e ganho de peso avaliadas, o que demonstra que a diferença estatística encontrada ocorreu pela inclusão da enzima.

Tabela 28 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de protease B na fase de 1 a 42 dias de idade.

| Variáveis | Níveis de suplementação de protease B (g/ton) | | | | | P – valor | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|------------|
| | 0 | 100 | 150 | 200 | CV (%) | Linear | Quadrática |
| CR (kg/ave) | 5,106 | 5,130 | 5,137 | 5,169 | 1,76 | 0,1829 | 0,7484 |
| GP (kg/ave) | 3,106 | 3,248 | 3,307 | 3,322 | 2,54 | <0,0001 ¹ | 0,2448 |
| CA (kg/kg) | 1,645 | 1,580 | 1,553 | 1,556 | 2,24 | <0,0001 ² | 0,0938 |
| Variável | Equações de regressão | | | | r ² | Dose estimada (g/ton) | |
| GP ¹ | Y = 3,118925 + 0,001129x | | | | 95,46 | - | |
| CA ² | Y = 1,637286 – 0,000476 | | | | 90,51 | - | |

CV (%) = coeficiente de variação. r² = coeficiente de determinação.

5 CONCLUSÃO

Conforme observado no trabalho, quando realizada a análise comparativa em relação à dieta de proteases como suplementação em aves, quando se fez a redução de 7% de aminoácidos nas dietas para frangos de corte, sem suplementação das proteases, houve redução do ganho de peso, o que possibilitou pior conversão alimentar e aumento do teor de gordura abdominal na carcaça dos frangos de corte, além de menores valores de ganho médio diário e de índice de eficiência produtiva em relação aos demais tratamentos.

A suplementação de 100 g/ton de protease A ou de 100 g/ton de protease B, em todas as fases de criação, em dietas com redução de 7% de aminoácidos, possibilita desempenho

produtivo e rendimento de carcaça e cortes semelhantes ao controle positivo, sem suplementação de protease, e com adequados requerimentos de aminoácidos digestíveis.

A suplementação *on top* de 200 g/ton de protease B mostrou-se uma excelente alternativa produtiva por possibilitar menor teor de gordura abdominal e melhor conversão alimentar em relação ao controle positivo na fase total de criação, de 1 a 42 dias de idade.

Desta forma, recomenda-se a suplementação de protease A nas doses de 99, 111, 113 e 150 g/tonnas fases de 1 a 7, 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade, para o maior ganho de peso e a melhor conversão alimentar dos frangos de corte, respectivamente, em relação às aves alimentadas com dietas com redução de aminoácidos digestíveis em até 7%.

Já na suplementação de protease B, recomenda-se as doses de 134, 150, 150 e 200 g/tonnas fases de 1 a 7, 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade, para o maior ganho de peso e a melhor conversão alimentar dos frangos de corte, respectivamente, em relação às aves alimentadas com dietas com redução de aminoácidos digestíveis em até 7%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENZIO, R.A. Funções Secretórias do Trato Gastrointestinal. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Dukes: **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.319-329. 1993.

BARBOSA, N.A.A.*et al.* Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ideal de nutrientes em frangos de corte. **Pesq. Agro. Bras.**, v. 43, n.6, p.755-762, 2008.

BARLETTA, A. 2010. Introduction: Current Market and expected developments. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition**. 2ed. London: Cab Internacional. 1: 1 – 11.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2013.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A., 1996. **Bioquímica Ilustrada**. 2a .Ed. Artes Médicas.

COWIESON, A. J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R. Phytic acid and phytase: implications for protein utilization by poultry. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, n.5, p.878– 885, 2006c.

FAVERO, A. *et al.* Efeito do Uso de Protease na Ração Sobre o Desempenho de Frangos de Corte. In: Conferência apinco de ciência e tecnologia avícola, 27. 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PRÊMIO LAMAS, 2009.

FERKET, P.; UNI, Z.; FOYE, O. Enhanced of pre- and post-hatch development of turkey by in ovo feeding. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 2005, Atlanta. **Abstracts...** Atlanta: Poultry Science Association, 2005b. p.42.

FERNANDES, G.A.; FERNANDES, F.F.D.; MOUSQUER, C.J. Nutrição de frangos de corte adequada a regiões de clima quente. **Revista Eletrônica Nutritim**, v.11, n.1, p.3045- 3069, 2014.

GÓMEZ, S.; ANGELES, M.L., RAMÍREZ, E. et al. Effect of a protease on the digestibility of amino acids and the energy value of distillers dried grains with solubles in starter broilers. In: **POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING**, 2011, St. Louis, Missouri. **Anais...** Missouri: Poultry Science, v.90, supl.1, 2011, p.21.

HADORN, R.; WIEDMER, H. Effect of an enzyme complex in a wheat-based diet on performance of male and female broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.340-346, 2001.

ISAKSEN, M.F.; COIESON, A.J.; KRAGH, K.M. Starch-and protein degrading enzymes: biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition**. 2 nd. London: Cab International, 2010.

KALMENDAL R, TAUSON R. Effects of a xylanase and protease, individually or in combination, and an ionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal Morphology in broiler chickens fed a wheat-soybean meal-based diet. **Poultry Science**. 2012.

KIDDI, M. T.; MORGAN, G. W.; PRICE, P. A.W.; FONSECA E. A. 2001. Enzyme supplementation to corn and soybean meal diets for broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 10:65-70.

LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: Seminário internacional de aves e suínos, 5., 2014, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: AveSui, 2014.

LEMME, A.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World'sPoultry Science Journal**, v.60, n.4, p.423-438, 2004.

LIMA, S. L. T., JESUS, M. B., SOUSA. R. R. R., OKAMOTO, A. K., LIMA. R., FRACETO, L. F. **Estudo da atividade proteolítica de enzimas presentes em frutos**. Química Nova da Escola, n.28, p. 47-49, 2007.

MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F.; SANTIN, E.; BORGES, S. A.; BOLELI, I. C., MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 5, p. 487-490, 2000.

MENEGHETTI, C. *et al.* Efeitos dos níveis de suplementação de alfa-amilase no desempenho de frangos de corte na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade). In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, Campinas, **Resumos...** Campinas: FACTA. 2007. p-133.

- NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998, Campinas. **Anais...**Campinas, FACTA, 1998. p. 81-91.
- ODETALLAH, N. H.; WANG, J. J.; GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. **Keratinase in Starter Diets Improves Growth of Broilers Chicks**. Poultry Science, Savoy, IL, 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**. Poultry Science 2007; 86(1):77-86.
- OXENBØLL, K., K., PONTOPPIDAN, F. FRU E J. BROZ, 2011. **Avaliação do ciclo de vida do uso de RON OZYME®ProActcomoum aditivo de ração para aves**, 110131 / KMO ,<http://www.novozymes.com/en/sustainability/sustainable-solutions/life-cycle-assessments/20LCA%20studies/English.pdf>. Acesso 20nov. de 2021.
- PUCCI, L.E.A. ; RODRIGUES, P.B. ; SILVA, L.R. ; LIMA, G.F.R. ; LARA, M.C.C. ; NUNES, A.S. ; **Rações fareladas e trituradas, com ou sem complexo enzimático em diferentes níveis nutricionais para frangos de corte na fase inicial**. Revista Brasileira de Ciência Avícola. Suplemento 10, Campinas :Facta, 2008, p. 144.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.;BARBOZA, W.A.; NUNES, R.V. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2046-2058, 2001.
- RUTZ, FERNANDO. Proteínas: Digestão e Absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**.2. Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.135-141, 2002.
- THORPE, J.; BEAL, J. D. Vegetable protein meals and the effects of enzymes. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**.Londres: Cab International, 2001. p. 125-143.
- TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1401-1408, 2003.
- WANG J. J., GARLICH J. D., SHIH J.C. H. Beneficial effects of Versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broiler chickens. **J. Appl. Poult. Res.** 2006.
- WU, Y.B.; RAVINDRAN V.; THOMAS D.G. et al. Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. **British Poultry Science**, v.45, p.76-84, 2004.

YU, B.; WU, S.T.; LIU, C.C. et al. **Effects of enzyme inclusion in a maizesoybean diet on broiler performance.** *Animal Feed Science and Technology*, v.134, p.14-16, 2005.

ZANELLA, I. *et al.* Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybean. **Poltry Science**, Champaing, v. 78, n.4, p. 561-568, Apr. 1999.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. IN: pré-simpósio de nutrição animal, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, 2001. P.37-49.