

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Thiago Ferreira Diana

FARINHA DE PENAS E PROTEASE EM DIETAS PARA CODORNAS DE CORTE

Diamantina - MG

2017

Thiago Ferreira Diana

FARINHA DE PENAS E PROTEASE EM DIETAS PARA CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Sandra Regina Freitas Pinheiro

**Diamantina
2017**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

D538f

Diana, Thiago Ferreira

Farinha de penas e protease em dietas para codornas de corte /
Thiago Ferreira Diana. – Diamantina, 2017.
68 p. : il.

Orientadora: Sandra Regina Freitas Pinheiro

Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) -
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Alimentos alternativos. 2. Enzima exógena. 3. Farinhas de origem
animal. I. Pinheiro, Sandra Regina Freitas. II. Título. IV. Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 636.594

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Thiago Ferreira Diana

FARINHA DE PENAS E PROTEASE EM DIETAS PARA CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr^a. Sandra Regina Freitas Pinheiro

Data de aprovação 26/07/2017.

Prof^a Dr^a Leilane Rocha Barros Dourado
Faculdade de Ciências Agrárias UFPI

Prof^a Dr^a Cristina Moreira Bonafé
Faculdade de Ciências Agrárias UFVJM

Prof^a Dr^a Sandra Regina Freitas Pinheiro
Faculdade de Ciências Agrárias UFVJM

**Diamantina
2017**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucurí (UFVJM) pela possibilidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora professora Dr^a. Sandra Regina Freitas Pinheiro, não só pela orientação, mas por todos os ensinamentos passados, paciência e companheirismo durante o decorrer do mestrado.

Às professoras Dr^a. Cristina Moreira Bonafé e Dr^a. Mariele Freitas de Souza pela oportunidade de uso das codornas do setor de Melhoramento e apoio na execução do projeto.

Ao professor Dr. Gustavo Henrique Frias de Castro pela disponibilização do Laboratório de Nutrição Animal, e à técnica Elizzandra Gandini pelo companheirismo e tardes passadas no laboratório.

À professora Dr^a. Leilane Rocha Barros Dourado pela disposição em ajudar com o projeto.

Ao professor Alexandre Soares dos Santos do Programa de Pós Graduação em Biocombustíveis pela disponibilização do laboratório para análises bromatológicas.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos e por terem contribuído para a minha formação.

Aos meus pais, Edna Lúcia Ferreira Diana e Roberto Pereira Diana, à minha irmã, Tamire Ferreira Diana e minha tia Heloiza Helena de Fátima Ferreira, pelo amor e incentivo dado durante toda essa trajetória.

Aos meus companheiros de experimento Karla, Andressa, Matheus, Jean, André, Williane Menezes, Kelly Moreira, Deliane, Rúbia, Clélia e Gleydson, a toda minha equipe da graduação e aos demais amigos do mestrado, na qual a ajuda foi indispensável para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, em especial André Lima, Stella Lobato, Jean Kaique, Aline Prates, Maria del Pilar Rodriguez, Thalita Ferreira, Namíbia Rizzari, Milena Chaguri, Rosane, Thais, Thayssa Littiere, Matheus, Vanessa, Guilherme, pela amizade, apoio e compreensão durante alguns períodos de frustração.

A todos os alunos e professores do GMA e NEMO.

Aos meus ilustres amigos e companheiros Renata de Souza Reis, José Teodoro de Paiva e Marcelo Mendes Rabelo que mesmo estando longe o amor é incondicional.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de codornas de corte alimentadas com farinha de penas e protease nas dietas durante as fases de oito a 21 e de oito a 35 dias de idade. A análise dos dados seguiram a seguinte forma: primeiro utilizou-se 360 codornas distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando em nove tratamentos, quatro repetições de 10 aves por parcela. Os tratamentos experimentais foram: T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de penas (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN), com redução de 8% proteína bruta (PB) e aminoácidos em relação ao CP + 0% FP; T5: CN + 5% FP; T6: CN + 10% FP; T7: CN + 0% FP + protease; T8: CN + 5% FP + protease e T9: CN + 10% FP + protease. Para o segundo utilizou-se 240 codornas distribuídas em DIC, em esquema fatorial 2 x 3 (duas dietas (CP e CN) x três níveis de farinha de penas (FP)), totalizando em seis tratamentos, quatro repetições de 10 aves por parcela. Os tratamentos experimentais foram: T1: CP + 0% FP; T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: CN + 0% FP; T5: CN + 5% FP e T6: CN + 10% FP. E para o terceiro utilizou-se 240 codornas distribuídas em DIC, em esquema fatorial 2 x 3 (duas inclusões da enzima (com e sem) x 3 níveis de FP), totalizando em seis tratamentos, quatro repetições de 10 aves por parcela. Os tratamentos experimentais foram: T1: Ração reduzida (RD) em 8% da exigência de PB e aminoácidos + 0% FP; T2: RD + 5% FP; T3: RD + 10% FP; T4: RD + 0% FP + protease; T5: RD + 5% FP + protease e T6: RD + 10% FP + protease. As variáveis de desempenho avaliadas foram: o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Aos 35 dias de idade avaliou-se o peso vivo e o rendimento de carcaça, de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa) e análise de rentabilidade econômica. As inclusões crescentes da FP nas rações ocasiona redução do desempenho das codornas nas duas fases em estudo, entretanto, pode ser utilizada nas rações em 5% sem prejuízo ao desempenho. A utilização da enzima protease (característica de serina) não proporciona melhoria no desempenho das aves e não contribui para melhor digestão da FP, havendo necessidade de estudos utilizando a enzima queratinase. A protease adicionada em rações com redução de PB e aminoácidos, contendo FP não melhora o desempenho das aves. Rações reduzidas em PB e aminoácidos não apresenta-se como boa estratégia para melhorar o desempenho das codornas. A análise de rentabilidade econômica revela que rações controle positivo com 0 e 5% de FP apresentam melhor índice.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Enzima exógena. Farinhas de origem animal.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance of meat-type quail fed with feather meal and protease in the diets during the phases of the eight to 21 days and eight to 35 days of age. Data were analyzed as follows: firstly, 360 quails distributed in a completely randomized design (CRD) were used with a total of nine treatments, four replicates of 10 birds per plot. The experimental treatments were: T1: Positive control (PC) + 0% feather meal (FM); T2: PC + 5% FM; T3: PC + 10% FM; T4: Negative control (NC), with reduction of 8% crude protein (CP) and amino acids in relation to PC + 0% FM; T5: NC + 5% FM; T6: NC + 10% FM; T7: CN + 0% FM + protease; T8: NC + 5% FM + protease and T9: NC + 10% FM + protease. For the second, 240 quails distributed in CRD were used, in a 2 x 3 factorial scheme (two diets (CP and NC) x three levels of feather meal (FM)) with a total of six treatments, four replicates of 10 birds per plot. The experimental treatments were: T1: CP + 0% FM; T2: CP + 5% FM; T3: CP + 10% FM; T4: CN + 0% FM; T5: CN + 5% FM and T6: CN + 10% FM. Finally, for the third experiment, 240 quails distributed in CRD were used, in a 2 x 3 factorial scheme (two enzyme inclusions (with and without) x three FM levels) with a total of six treatments, four replicates of 10 birds per plot. The experimental treatments were: T1: Reduced ration (RD) in 8% of the requirement of CP and amino acids + 0% FM; T2: RD + 5% FM; T3: RD + 10% FM; T4: RD + 0% FM + protease; T5: RD + 5% FM + protease and T6: RD + 10% FM + protease. The performance variables evaluated were: feed intake, weight gain and feed conversion. At 35 days of age, live weight and carcass yield were evaluated, from noble cuts (breast and thigh + drumstick), and analysis of economic profitability. Increasing inclusion of FM in feed causes a reduction in the performance of quails in the two phases under study, however, it can be used in rations in 5% without compromising performance. The use of the protease enzyme (serine characteristic) does not improve the performance of the birds and does not contribute to a better digestion of FM, requiring studies using the enzyme keratinase. Protease added in diets with reduced CP and amino acids, containing FM does not improve poultry performance. Reduced CP and amino acid rations do not present as a good strategy to improve quail performance. The economic profitability analysis reveals that positive control rations with 0 and 5% PF present a better index.

Keywords: Alternative foods. Exogenous enzyme. Flours of animal origin.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1. REVISÃO DE LITERATURA	11
1.2. Uso de farinhas de penas na alimentação animal	11
1.3. Utilização de enzimas exógenas na alimentação de aves	12
1.3.1. Protease.....	13
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO DE CODORNAS DE CORTE ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO FARINHA DE PENAS SUPLEMENTADAS COM PROTEASE	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 3 - FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA CODORNAS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES REDUZIDAS EM PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS.....	36
RESUMO.....	36
ABSTRACT	37
1 INTRODUÇÃO.....	38
2 MATERIAL E MÉTODOS	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	51
CAPÍTULO 4 – PROTEASE EM DIETAS CONTENDO FARINHA DE PENAS PARA CODORNAS DE CORTE.....	53
RESUMO.....	53
ABSTRACT	54
1 INTRODUÇÃO.....	55
2 MATERIAL E MÉTODOS	56

3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS	67

CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma área da avicultura que vem sendo muito explorada para a produção de carne e ovos. A exploração dessa atividade cresceu em ritmo acelerado, pois o que antes era uma atividade tida como de subsistência, atualmente possui melhor aceitação entre os produtores, tendo em vista o baixo custo de investimento, rapidez no retorno de capital, poucos gastos com mão de obra e necessidade de pequenas áreas para a exploração (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012). E para que os custos se tornem ainda mais reduzidos, lançar mão de uso de alimentos alternativos ao milho e o farelo de soja, pode ser uma boa saída (ESPÓSITO *et al.*, 2015). Os gastos com a alimentação perfazem cerca de 75% do custo total para a cadeia produtiva de aves, sendo de fundamental importância para o setor que se busquem conhecimentos acerca do uso de alternativas alimentares no sentido de reduzir gastos.

Farinhas de origem animal usadas como fonte alternativa de proteína na ração de codornas apresentam grande vantagem com a preservação ambiental, pois esses subprodutos não serão descartados no meio ambiente, sendo aproveitados, obtendo-se ganhos econômicos para os abatedouros, além de reduzir custos de produção. A farinha de penas se destaca pelo alto teor de proteína bruta, cerca de 85 a 90%, no entanto, essa proteína é formada por queratina, que, por sua vez, apresenta baixa solubilidade, pois contém em sua estrutura aminoácidos sulfurados, necessitando ser hidrolisadas, a fim de tornar-se metabolizável pelos monogástricos (SCAPIM *et al.*, 2003).

A suplementação com enzimas exógenas nas dietas de aves vem mostrando bastante eficiência quando utilizada com alimentos que possuem baixa digestibilidade, pois a mesma pode melhorar a digestão dos nutrientes e minimizar a perda dos mesmos nas excretas, além de reduzir gastos, pois se utilizam alimentos com menor custo que milho e soja (COSTA *et al.*, 2008).

A protease é uma enzima que vem sendo bastante estudada em dietas que contenham ingredientes com proteína de baixa digestibilidade, visando melhorar o aproveitamento das mesmas e a eficiência da utilização dos aminoácidos pelas aves, reduzindo o turnover proteico (ISAKSEN *et al.*, 2011).

Os estudos referentes às exigências nutricionais de codornas de corte tem se incrementado nos últimos anos. A tabela lançada por Silva e Costa (2009) referencia as exigências de codornas japonesas e europeias e as tabelas brasileiras de aves e suínos

publicada em 2017 apresenta as exigências nutricionais para codornas japonesas em diferentes fases de produção.

Diante deste cenário, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de codornas de corte alimentadas com farinha de penas e protease nas dietas.

1.1. REVISÃO DE LITERATURA

1.2. Uso de farinhas de penas na alimentação animal

Alguns subprodutos da indústria de abate vêm sendo utilizados como matérias primas para as indústrias de rações para aves, com o objetivo de reduzir custos com ingredientes de origem vegetal. Porém, umas das objeções na utilização desses subprodutos é a variação na qualidade das proteínas e aminoácidos (EYNG *et al.*, 2012).

É comum a utilização de farinhas de origem animal nas rações de monogástricos pelas empresas integradoras do Brasil, como exemplo, a farinha de carne e vísceras, a farinha de carne e ossos, a farinha de penas, a farinha de peixes, como fonte de proteína em substituição ao farelo de soja, já que esses subprodutos são boas fontes de nutrientes e com custo relativamente baixo (CANCHERINI *et al.*, 2005). De acordo com Olivo *et al.* (2006) os resíduos da indústria de abate, como penas e vísceras, precisam ser processados e não descartados no meio ambiente e é de exclusiva responsabilidade do abatedouro destinar esses resíduos aos locais apropriados.

A farinha de penas hidrolisada é o produto resultante da cocção, sob pressão, de penas limpas e não decompostas, obtidas no abate de aves, sendo permitida a participação de sangue desde que a sua inclusão não altere significativamente a composição da farinha (BUTOLO, 2010). A confecção da farinha de penas é de extrema importância, pois o seu processamento adequado garante alta qualidade, mas quando utilizada crua como fonte de proteína, pode trazer danos aos animais, em razão da baixa disponibilidade de seus nutrientes. Rocha e Silva (2004) afirmaram que quando há um processamento inadequado, o produto final pode causar enterites aos animais prejudicando o seu desempenho.

Esta farinha apresenta alto teor de proteína bruta (85 a 90%), porém parte dessa proteína não pode ser quebrada pelas enzimas proteolíticas do trato gastrointestinal das aves, por ser rica em queratina (NASCIMENTO *et al.*, 2002). Essa queratina é uma proteína fibrosa insolúvel em água com função estrutural formada por polipeptídeos com massa molar média da ordem de $10.000 \text{ g.mol}^{-1}$ (YAMAUCHI; YAMAUCHI, 2002).

O tempo e a temperatura de processamento das penas para a obtenção da farinha é muito importante em relação a sua qualidade, pois altas temperaturas podem promover a perda de aminoácidos sulfurosos com o aparecimento de lantionina, um aminoácido derivado da cistina, que por sua vez tem baixo valor biológico (HOLANDA *et al.*, 2009).

Em trabalho realizado por Santos *et al.* (2006) avaliando níveis de inclusão de farinha de penas (0, 3, 6, 9%) em rações para codornas de corte de 8 a 42 dias de idade, foi

observado melhoria na conversão alimentar, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de dorso+asas das aves com a inclusão de até 9%.

Bellaver *et al.* (2005) ao avaliarem a inclusão de farinha de penas em substituição ao farelo de soja, em dietas de frangos de corte, observaram aos 21 dias de idade, que as aves apresentaram melhoria no desempenho quando a inclusão foi de 7%.

Ao comparar dietas à base de milho e bagaço de soja com a inclusão de 1% de farinha de penas na dieta de frangos de corte, Guichard e Djakalia (2008) observaram melhoria no ganho de peso das aves no período de 1 a 45 dias de idade. De acordo com Rostagno *et al.* (2017) a recomendação máxima de inclusão de farinha de penas para frangos de corte na fase inicial e de crescimento são de 2 e 4%, respectivamente.

1.3. Utilização de enzimas exógenas na alimentação de aves

Enzimas são moléculas de origem biológica com funções catalizadoras de reações dentro da célula. São formadas por aminoácidos que podem se precipitar em álcool, acetona, sulfato de amônia e possuem alto peso molecular (10.000 e 500.000 daltons) (SABATIER; FISH, 1996).

Para que a enzima aumente a velocidade da reação é necessário que o ambiente do trato digestório das aves esteja em condições específicas como, por exemplo, temperatura, pH, umidade, ausência de inibidores de proteases e coenzimas (DESSIMONI, 2011). Além dessas condições, para que a enzima expresse seu “máximo potencial” é necessário que quando adicionada nas rações, ela resista às condições naturais do trato gastrointestinal e ao processo de preparação (McCLEARY, 2001).

A atuação da enzima depende que a mesma encontre no substrato seu sítio ativador, conhecido como chave – fechadura, para que ocorram as transformações (LEHNINGER; COX, 2002). De acordo com esses autores o substrato deve encontrar o sítio ativo da enzima e ocorrer uma complexação entre ambos; a enzima fará uma modificação do substrato transformando-o em um produto prontamente utilizável, porém cada substrato necessita de uma enzima específica, no caso das proteases, o substrato necessário para a ocorrência dessa transformação é a proteína, que por sua vez, pode apresentar estrutura diferenciada de acordo com o substrato.

A suplementação enzimática em dietas de aves foi utilizada em 1925 pelos cientistas Clickener e Follwell, quando os mesmos observaram melhora no desempenho das aves (CHOCT, 2006), e a partir de então, o uso de enzimas nas dietas de aves foi se estabelecendo, porém, a sua forma de utilização era pouco conhecida. De acordo Campestrini,

Silva e Appelt (2005), a indústria de alimentação animal só conseguiu utilizar corretamente a tecnologia enzimática a partir dos anos 80.

Com o propósito de melhorar o desempenho dos animais e a rentabilidade nos sistemas de criação, as enzimas têm sido incorporadas aos alimentos dos animais, assim sendo considerada como aditivos alimentares. Os aditivos enzimáticos somente auxiliam o processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes da dieta, não possuindo função nutricional (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005).

Visando reduzir os custos das rações, a indústria brasileira também aderiu à utilização de enzimas exógenas. Inicialmente, utilizou-se a fitase, já que o custo das fontes de fósforo nas dietas é elevado. Posteriormente, para a melhoria da eficiência alimentar e aproveitamento dos nutrientes, as enzimas carboidrases e proteases também fizeram parte das rações de frangos (LEITE *et al.*, 2011). Dessimoni (2011) afirma que a enzima, além de melhorar o desempenho e reduzir fatores antinutricionais dos alimentos, auxilia também na preservação ambiental, pela redução de nutrientes nas excretas.

De acordo com Bedford (2000), adicionar enzimas exógenas, nada mais é que, complementar as endógenas, amenizando os efeitos antinutricionais dos alimentos, tornando os nutrientes da ração mais disponíveis para absorção e aumentar o valor energético dos alimentos.

Iwahashi *et al.* (2011) avaliando a suplementação de complexos enzimáticos nas rações de codornas de corte, observaram eficácia da suplementação em dietas a base de milho e farelo de soja, em todas as fases da criação. Os autores relataram que economicamente a suplementação de enzimas nas dietas com redução de aminoácidos, em vez de energia, também apresenta resultados positivos.

As enzimas interagem sinergicamente com a dieta das aves melhorando assim a degradação dos nutrientes, em consequência, outras enzimas presentes no complexo multienzimático conseguem atuar de forma a melhorar a atividade das enzimas endógenas, aumentando assim o desempenho e aproveitamento dos nutrientes (VERSTEGEN; WILLIAMS, 2002).

1.3.1. Protease

Proteases são enzimas que catalisam as reações de quebra da cadeia peptídica das proteínas. Faz parte de um grande grupo, são classificadas de acordo com a posição da ligação peptídica a ser clivada. As ligações clivadas próximas ao grupo amino terminal, são realizadas

pelas enzimas chamadas de exopeptidases, já as que clivam ligações peptídicas distante do grupo terminal do substrato, são chamadas de endopeptidases (DESSIMONI, 2011).

As proteases exógenas têm a função de inativar os fatores antinutricionais, como por exemplo, lecitinas, inibidores de tripsina e proteínas antigênicas em alimentos específicos (COWIESON; HRUBY; PIERSON, 2006). Além de facilitar a ação de enzimas endógenas em animais jovens com a liberação de peptídeos menores (LIMA *et al.*, 2012).

Atualmente, esta enzima esta sendo incorporada às dietas de aves com o objetivo de melhorar a digestibilidade, o desempenho e diminuir os custos com alimentos proteicos.

A utilização de enzimas proteases exógenas permite que o animal poupe os aminoácidos do organismo e os utilize na sua síntese proteica (LIMA *et al.*, 2010). Estudo realizado por Mayorga *et al.* (2011) constataram que a inclusão de proteases na dieta de frangos de corte aos 28 dias de idade, reduziu a deposição de gordura abdominal, melhorou o desempenho e o rendimento de carcaça.

O conhecimento da utilização das proteases exógenas na alimentação animal, em termos de doses, substrato preferido e sua interação com outras enzimas, atualmente vem sendo muito discutido e estudado (ISAKSEN; COWIESON; KRAGH, 2011).

REFERÊNCIAS

- BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition- their current value and future benefits. **Animal Feed Science Technology**, v.86, n.1, p.1- 13, 2000.
- BELLAVER, C. *et al.* Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.671-677, 2005.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na alimentação animal**. 2.ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. 430p.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M. ; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.2, p.254-267, 2005.
- CANCHERINI, L. C. *et al.* Utilização de Subprodutos de Origem Animal em Dietas Formuladas com Base em Proteína Bruta e Proteína Ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.529- 534, 2005.
- CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, v.62, n.1, p.5-16, 2006.
- COSTA, F.G.P. *et al.* O zootecnista e as biotecnologias em nutrição de aves e suínos. In: ZOOTEC 2008, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, 2008.
- COWIESON, A. J. HRUBY, M.; PIERSON, E. E. Evolving enzyme technology: Impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v.19, n.1, p.1-15, 2006.
- DESSIMONI, G. V. **Planos nutricionais com suplementação de protease em dietas de frangos de corte**. 2011. 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2011.
- ESPÓSITO, M. *et al.* Uso da cana de açúcar triturada na alimentação de frangos de corte tipo caipira. **Boletim de Indústria Animal**, v.72, n.2, p.129–136, 2015.
- EYNG, C. *et al.* Composição química e aminoácídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.80-85, 2012.
- GUICHARD, B. L.; DJAKALIA, B. Effect of feather meal feeding on the body weight and feather development of broilers. **European Journal of Scientific Research**, v.24, n.3, p. 404-409, 2008.
- HOLANDA, M. A. C. *et al.* Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo dietas com farinha de penas hidrolisada. **Revista Brasileira em Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p 696-707, 2009.
- ISAKSEN, M. F.; COWIESON, A. J.; KRAGH, K. M. Starch-and protein degrading enzymes: biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIGDE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. 2 ed. London, UK, p. 85-94. 2011.
- IWAHASHI, A. S. *et al.* Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, n.3, p.273-279, 2011.

LEHNINGER, A. L.; COX, M. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: SARVIER, 975p. 2002.

LEITE, P. R. S. C. *et al.* Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.280-286, 2011.

LIMA, H. J. A. *et al.* Aproveitamento de nutrientes e de energia da ração de codornas japonesas em postura com o uso de fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1517-1522, 2010.

LIMA, R. S. *et al.* Dietas com Diferentes Níveis de Proteína Suplementadas com Protease para Frangos de Corte Fêmeas de 1 a 7 Dias de Idade. In: XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia- Zootec -A Importância da Zootecnia para a Segurança Alimentar, 2012, Cuiabá-MT. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia- Zootec -A Importância da Zootecnia para a Segurança Alimentar**, 2012.

MAYORGA, M. E. *et al.* Efeitos de uma protease monocomponente em dietas de frangos de corte com níveis crescentes de inibidores da tripsina. **Anais... Prêmio Lamas – 2011**.

McCLEARY, B. V. Analysis of feed enzymes. In: BEDFORD, M.R. & PARTRIDGE, G.G. (Ed.) **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxford: CAB PUBLISHING. 2001.

NASCIMENTO, A. H. *et al.* Composição Química e Valores de Energia Metabolizável das Farinhas de Penas e Vísceras Determinados por Diferentes Metodologias para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.

OLIVO, R. *et al.* **O Mundo do Frango** - Cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma-SC: Imprint. p. 567-578. 2006.

PASTORE, S. M., OLIVEIRA, W. P., MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n.6, p. 2041 – 2049, 2012.

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

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M.I. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4a edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017. 488p.

SABATIER, A. M.; FISH, N. M. Method of analysis for feed enzymes: methodological problems? **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, n.4, p.408-413, 1996.

SANTOS, A. L. S. *et al.* Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, n.1, p.27-30, 2006.

SCAPIN M. R. S. *et al.* Avaliação Nutricional de farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.25, n.1, p. 91-98, 2003.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.

VERSTEGEN, M. W.; WILLIAMS, B. A. Alternatives to the use of antibiotics as growth promoters for monogastric animals. **Animal Biotechnology**, v.13, n.1, p.113-127, 2002.

YAMAUCHI, A.; YAMAUCHI, K. **Formation and properties of wool keratin films and coatings**. In: Protein-Based Films and Coatings. CRC Press, p. 253-273, 2002.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO DE CODORNAS DE CORTE ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO FARINHA DE PENAS SUPLEMENTADAS COM PROTEASE

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de codornas de corte alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de farinha de penas, suplementadas com enzima (protease) nas fases de oito a 21 dias e oito a 35 dias de idade. Foram utilizadas 360 codornas de corte, machos, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, totalizando nove tratamentos, quatro repetições de 10 codornas por parcela. Os tratamentos experimentais foram: T1: controle positivo (CP) + 0% farinha de pena (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: controle negativo (CN) com redução de 8% proteína bruta e aminoácidos em relação ao CP + 0% FP; T5: CN + 5% FP; T6: CN + 10% FP; T7: CN + 0% FP + protease; T8: CN + 5% FP + protease e T9: CN + 10% FP + protease. As variáveis de desempenho avaliadas foram: o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. A análise de rentabilidade econômica e os parâmetros de carcaça avaliados aos 35 dias foram o peso vivo, o rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa). Houve efeito significativo do uso da farinha de penas para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves de oito aos 21 dias, e para o período total (oito aos 35 dias) observou-se efeito para o ganho de peso e conversão alimentar. Verificou-se efeito para o peso vivo das aves aos 35 dias de idade. A farinha de penas pode ser utilizada nas rações de codornas de corte na fase inicial e período total de crescimento em 5% sem prejuízo ao desempenho. A suplementação da enzima (serina-protease) em rações com redução de proteína e aminoácidos, acrescidos de farinha de penas não melhora o desempenho das codornas. A análise de rentabilidade econômica revela que rações controle positivo com 0 e 5% de FP apresentam melhor índice.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Aminoácidos sulfurosos. Digestibilidade. Proteína bruta.

CHAPTER 2 - PERFORMANCE OF MEAT-TYPE QUAILS FED WITH DIETS CONTAINING FEATHER MEAL SUPPLEMENTED WITH PROTEASE

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance of quail fed with diets containing feather meal (FM) inclusion levels supplemented with enzyme (protease) in the phases of eight to 21 days and eight to 35 days of age. A total of 360 male meat-type quail were used, distributed in a completely randomized design, with a total of nine treatments, four replicates of 10 quails per plot. The experimental treatments were: T1: Positive control (PC) + 0% feather meal (FM); T2: PC + 5% FM; T3: PC + 10% FM; T4: Negative control (NC), with reduction of 8% crude protein (CP) and amino acids in relation to PC + 0% FM; T5: NC + 5% FM; T6: NC + 10% FM; T7: CN + 0% FM + protease; T8: NC + 5% FM + protease and T9: NC + 10% FM + protease. The performance variables evaluated were: feed intake, weight gain, and feed conversion. The economic profitability analysis and the carcass parameters evaluated at 35 days were live weight, carcass yield and noble cuts (breast and thigh + drumstick). There was a significant effect of the use of feather meal for feed consumption, weight gain and feed conversion of birds from eight to 21 days, and for the total period (eight to 35 days) an effect was observed for weight gain and feed conversion. It was observed an effect for live weight of birds at 35 days of age. The feather meal can be used in the feeds of cut quails in the initial phase and total period of growth in 5% without compromising performance. Supplementation of the enzyme (serine protease) in diets with reduction of protein and amino acids, plus feather meal does not improve the performance of quails. The economic profitability analysis reveals that positive control rations with 0 and 5% FM present a better index.

Keywords: Alternative foods. Sulfur-containing amino acids. Digestibility. Crude protein.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de carne de codornas vem aumentando devido à alta qualidade da carne em função da composição em proteínas, aminoácidos, vitaminas (B1, B2, B6, ácido pantotênico e niacina), minerais (ferro, fósforo, zinco e cobre) e ácidos graxos (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012).

O uso de alimentos alternativos de origem animal, em substituição ao farelo de soja nas rações de aves, vem mostrando vantagens, pois além de se obter uma forma mais econômica de alimentação, proporciona desempenho semelhante àquelas alimentadas com alimentos convencionais e diminui a poluição ambiental (MEURER *et al.*, 2000; BELLAVER, 2005; EYNG *et al.*, 2012).

A farinha de penas hidrolisada é o produto resultante da cocção, sob pressão, de penas não decompostas obtidas no abate das aves (BUTOLO, 2010). Este subproduto apresenta alto teor de proteína, porém, devido sua maior estabilidade quando atacadas por ação de enzimas proteolíticas endógenas, apresentam baixa digestibilidade, pois, em sua conformação estrutural, há interação hidrofóbica dentro da molécula de queratina e pontes de cisteína (NASCIMENTO; GOMES; ALBINO, 2002; BRANCO; ZEOULA; BUMBIERIS, 2003).

Mesmo que as aves produzam, de forma natural, algumas proteases que auxiliam na degradação de proteína (GLITSØ *et al.*, 2012), alguns alimentos não são degradados por elas. A suplementação de enzimas exógenas é uma boa opção na nutrição das codornas alimentadas com alimento alternativo, como a farinha de penas, que, além de auxiliar na degradação de proteínas auxilia também na eliminação de fatores antinutricionais e inibidores de enzimas.

Devido ao melhoramento genético das aves, suas exigências aminoácidas têm sido cada vez maiores, para maximizar a deposição proteica, desta forma o uso de protease na ração animal pode ser viável com o objetivo de melhorar a utilização da proteína da dieta (ADEOLA; COWIESON, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de codornas de corte alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de farinha de penas, suplementadas com proteases.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFVJM, com o protocolo nº 026/2016, realizada nos meses de janeiro a fevereiro de 2017.

Foram realizadas avaliações do desempenho das codornas de corte na fase inicial de 8 a 21 dias e total de 8 a 35 dias de idade, alimentadas com farinha de penas e o uso de protease. As mesmas aves utilizadas na primeira fase foram redistribuídas para a segunda fase.

Utilizou-se 360 codornas de corte machos, distribuídas em delineamento inteiramente casualizados, totalizando em nove tratamentos, quatro repetições de 10 codornas por parcela. Os tratamentos experimentais foram: T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de pena (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN) (redução em 8% da proteína bruta e aminoácidos, em relação ao CP) + 0% FP; T5: CN + 5% FP; T6: CN + 10% FP; T7: CN + 0% FP + protease; T8: CN + 5% FP + protease e T9: CN + 10% FP + protease. As rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja, de acordo com as exigências nutricionais. As rações controle positivo foram formuladas seguindo as exigências das aves, de acordo com Silva e Costa (2009) sendo isoenergéticas e isoproteicas. Porém, as rações controle negativo foram formuladas com redução nutricional de 8% das exigências de proteína e de aminoácidos (lisina, metionina + cistina e treonina). A enzima protease (com características de serina) foi adicionada às rações seguindo a recomendação do fabricante (0,02%) (TAB. 1 e 2).

Para o cálculo das rações experimentais foi realizado anteriormente a determinação do valor da energia metabolizável aparente da farinha de penas com codornas, pelo método de coleta total de excretas, obtendo-se o valor de 3006,65 kcal / kg, na matéria natural. Os níveis de aminoácidos totais considerados da farinha de penas foram: ácido aspártico (5,85%), ácido glutâmico (8,81%), alanina (4,12%), arginina (5,40%), cistina (4,03%) e fenilalanina (4,21%) conforme informações do fabricante. Os demais aminoácidos seguiram o descrito por Rostagno *et al.* (2011). A farinha de penas hidrolizada possui a digestibilidade em pepsina de 1:10000 a 0,2% em HCl 0,075 N (mínimo) (65,00%). A composição bromatológica dos demais ingredientes seguiram as informações de Rostagno *et al.* (2011).

Após o nascimento as aves foram alojadas em piso forrado com maravalha, em galpão de alvenaria até o sétimo dia de idade e foram alimentadas com ração que atendia suas exigências nutricionais para o período em questão, conforme recomendações de Silva e Costa (2009).

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Milho (7,88%)	47,995	50,684	57,120	54,653	60,278	61,813	54,611	60,278	61,866
Farelo de Soja (45%)	45,535	35,674	25,412	39,981	29,851	20,505	39,989	29,851	20,436
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	2,489	4,344	2,986	1,369	0,000	0,018	1,383	0,000	0,000
Calcário Calcítico	1,256	1,343	1,324	1,257	1,324	1,387	1,257	1,324	1,388
Fosfato Bicálcico	1,033	0,934	0,853	1,077	1,001	0,929	1,077	1,001	0,929
Sal Comum	0,381	0,344	0,311	0,381	0,349	0,319	0,381	0,349	0,319
Minerais ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Vitaminas ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina Hcl (78%)	0,140	0,360	0,577	0,166	0,380	0,580	0,166	0,380	0,580
L-Isoleucina (98,5%)	0,152	0,304	0,348	0,153	0,180	0,203	0,153	0,180	0,203
DI-Metionina (98%)	0,394	0,363	0,323	0,354	0,315	0,280	0,354	0,315	0,279
L-Triptofano (98%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,025	0,059
L-Treonina (99%)	0,216	0,240	0,247	0,201	0,205	0,209	0,201	0,205	0,209
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ⁴	0,000	0,000	0,000	0,000	0,682	3,347	0,000	0,662	3,302
Protease	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada									
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Cálcio (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Proteína Bruta (%)	25,00	25,00	25,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Arginina Digestível (%)	1,61	1,52	1,44	1,45	1,38	1,31	1,45	1,38	1,31
Leucina Digestível (%)	1,88	1,84	1,83	1,77	1,76	1,74	1,77	1,76	1,74
Lisina Digestível (%)	1,37	1,37	1,37	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Metionina + Cistina Digestível (%)	1,04	1,04	1,04	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Treonina Digestível (%)	1,04	1,04	1,04	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Triptofano Digestível (%)	0,29	0,25	0,22	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25
Valina Digestível (%)	1,06	1,09	1,15	0,97	1,02	1,08	0,97	1,02	1,08

T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de pena (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN) (redução em 8% da proteína bruta e aminoácidos, em relação ao CP) + 0% FP; T5: CN + 5% FP; T6: CN + 10% FP; T7: CN + 0% FP + protease; T8: CN + 5% FP + protease e T9: CN + 10% FP + protease.

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 7,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg.

²Por quilograma do produto: Ácido Fólico 175,00 mg; Ácido Nicotínico 28000,00 mg; Ácido Pantotênico 2500,00 mg; Bacitracina de Zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; Biotina 12,50 mg; Vitamina A 500.000,00 UI; Vitamina B1 150,00 mg; Vitamina B12 2500,00 mg; Vitamina B2 800,00 mg; Vitamina B6 250,00 mg; Vitamina D3 170.000,00 UI; Vitamina E 2100,00 UI; Vitamina K3 400,00 mg; Salinomicina 12500,00 mg/kg.

³Butil hidroxitolueno.

⁴Areia lavada.

Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 22 a 35 dias

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Milho (7,88%)	55,404	62,186	68,469	62,200	68,690	70,962	62,033	68,870	70,962
Farelo de Soja (45%)	38,642	28,580	18,385	32,926	21,747	13,401	33,045	21,704	13,401
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	3,351	1,589	0,000	2,210	0,784	0,300	2,245	0,725	0,300
Calcário Calcítico	1,034	1,103	1,171	1,035	1,102	1,168	1,035	1,102	1,168
Fosfato Bicálcico	0,820	0,740	0,662	0,866	0,800	0,713	0,865	0,800	0,713
Sal Comum	0,331	0,298	0,266	0,330	0,298	0,267	0,330	0,298	0,267
Minerais ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Vitaminas ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-Lisina HCl (78%)	0,000	0,108	0,322	0,000	0,213	0,376	0,000	0,214	0,376
L-Isoleucina (98,5%)	0,025	0,049	0,075	0,047	0,093	0,093	0,045	0,093	0,093
DL-Metionina (98%)	0,207	0,164	0,123	0,187	0,158	0,108	0,186	0,158	0,108
L-Treonina (99%)	0,026	0,026	0,029	0,039	0,056	0,040	0,035	0,057	0,040
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ⁴	0,000	0,000	0,336	0,000	0,900	2,412	0,000	0,800	2,392
Protease	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada									
Energia Metabolizável Kcal/Kg	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Cálcio (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Proteína Bruta (%)	22,00	22,00	22,00	19,96	19,56	20,00	20,00	19,56	20,00
Arginina Digestível (%)	1,41	1,34	1,27	1,26	1,15	1,12	1,26	1,15	1,12
Lisina Digestível (%)	1,10	1,02	1,02	0,96	0,94	0,94	0,97	0,94	0,94
Met + Cistina Digestível (%)	0,80	0,80	0,80	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Treonina Digestível (%)	0,78	0,78	0,78	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Triptofano Digestível (%)	0,25	0,22	0,18	0,22	0,18	0,16	0,22	0,18	0,16
Valina Digestível (%)	0,94	1,00	1,06	0,85	0,89	0,97	0,86	0,89	0,97

T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de pena (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN) (redução em 8% da proteína bruta e aminoácidos, em relação ao CP) + 0% FP; T5: CN + 5% FP; T6: CN + 10% FP; T7: CN + 0% FP + protease; T8: CN + 5% FP + protease e T9: CN + 10% FP + protease.

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 7,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg.

²Por quilograma do produto: Ácido Fólico 175,00 mg; Ácido Nicotínico 28000,00 mg; Ácido Pantotênico 2500,00 mg; Bacitracina de Zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; Biotina 12,50 mg; Vitamina A 500.000,00 UI; Vitamina B1 150,00 mg; Vitamina B12 2500,00 mg; Vitamina B2 800,00 mg; Vitamina B6 250,00 mg; Vitamina D3 170.000,00 UI; Vitamina E 2100,00 UI; Vitamina K3 400,00 mg; Salinomicina 12500,00 mg/kg.

³Butil hidroxitolueno

⁴Areia lavada.

Ao oitavo dia, as aves foram pesadas e transferidas para as gaiolas de arame galvanizado (60 cm de comprimento, 60 cm de largura e 35 cm de altura; 360 cm²/aves), contendo comedouro tipo calha, bebedouro tipo copo de pressão e lâmpadas incandescentes para manter o aquecimento. O fornecimento de água e ração para as codornas foram à vontade.

As variáveis climáticas foram monitoradas diariamente as 8:00 horas por meio de termômetros de máxima e mínima e de umidade relativa do ar e ao final da fase experimental foram calculadas as médias. Para fase de 8 a 21 dias foram obtidas as médias de 28,8° C de máxima e 25,1° C de mínima e umidade relativa do ar de 68,7% e para a fase total (8 a 35 dias) foram: 27,7° C (máxima) e 24,16° C (mínima) e 74% de umidade do ar.

As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração (g /ave), o ganho de peso (g /ave) e a conversão alimentar (g/g). O consumo de ração foi avaliado por meio da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras do final de cada período; e foi corrigido pela data da mortalidade, quando houve, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007). Para determinação do ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final da fase experimental. A conversão alimentar foi calculada pela razão entre o consumo de ração e ganho de peso.

Aos 35 dias de idade foram retiradas três aves de cada unidade experimental para avaliação do rendimento de carcaça e cortes nobres. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e submetidas a jejum alimentar de seis horas. Logo após, foram abatidas, depenadas, evisceradas e efetuados os cortes e as pesagens. Os parâmetros avaliados foram o peso vivo (g) e o rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa) expressos em porcentagem. Após a pesagem das carcaças, o rendimento foi calculado em relação ao peso vivo após jejum, utilizando a fórmula:

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = \left(\left(\frac{\text{Peso da carcaça}}{\text{Peso vivo em jejum}} \right) \times 100 \right)$$

O rendimento percentual dos cortes foi realizado em função do peso da carcaça eviscerada sem pés e cabeça segundo a fórmula:

$$\text{Rendimento de cortes (\%)} = \left(\frac{\text{Peso dos cortes}}{\text{Peso da carcaça}} \times 100 \right)$$

As médias das variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, comparadas pelo teste Tukey considerando o nível de significância de 5%, conforme modelo estatístico:

$$Y(ij) = \mu + T(i) + \varepsilon(ij)$$

em que:

$Y(ij)$ = valor médio observado na parcela que recebeu o nível de farinha de pena i ; no nível de enzima j ;

μ = média geral do experimento;

$T(i)$ = efeito do nível de inclusão da farinha de penas (i) e enzima (j) do valor observado $Y(ij)$;

$\varepsilon(ij)$ = erro aleatório associado a cada observação.

O estudo da rentabilidade econômica dos tratamentos foi realizado a partir dos cálculos descritos por Barbosa *et al.* (2017). Para a obtenção das variáveis utilizadas na análise de rentabilidade foram considerados: a renda bruta média, o índice de rentabilidade e a margem bruta média. A renda bruta média (RBMe), é o resultado da quantidade produzida (Q) pelo preço de venda do produto (PrV):

$$RBMe = Q \times PrV$$

O custo médio de arraçamento (CMeA) representa a quantidade de ração consumida (CR) e o custo médio da ração (CMeR) sendo definido por:

$$CMeA = CR \times CMeR$$

A margem bruta média (MBMe) é a diferença entre a receita bruta média (RBMe) e o custo médio de arraçamento (CMeA):

$$MBMe = RBMe - CMeA$$

O índice de rentabilidade (IR) representa o quociente entre a margem bruta média (MBMe) e o custo médio com arraçamento (CMeA), multiplicado por 100:

$$IR = \frac{MBMe \times 100}{CMeA}$$

Para realização dos cálculos da análise de rentabilidade, considerou-se apenas o gasto com alimentação. O peso vivo foi obtido pelo peso médio das codornas antes do jejum, aos 35 dias de idade. O preço médio do quilo da codorna viva (R\$ 8,50) foi o adotado no

comércio da região de Diamantina, MG. Entretanto, o preço do quilo da ração foi considerado a partir dos preços dos ingredientes de cada ração no período de fevereiro de 2017.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas de corte alimentadas com farinha de penas suplementadas com protease, no período de 8 a 21 dias de idade encontram-se na Tabela 3.

Houve efeito significativo entre os tratamentos ($P \leq 0,05$) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das codornas. Para o consumo de ração foi observado que os tratamentos em que se utilizou 0% e 5% de farinha de penas, tanto o controle positivo quanto o controle negativo e controle negativo com protease, obtiveram melhores resultados em relação aos tratamentos contendo 10% de farinha de penas.

Tabela 3 - Médias e desvios padrão do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com farinha de penas suplementadas com protease, no período de 8 a 21 dias de idade

Tratamentos	Parâmetros		
	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)
CP (0% FP)	219,35±1,57 a	109,70±2,66 a	2,000±0,036 cd
CP (5% FP)	202,90±7,71 abc	103,65±3,07 ab	1,958±0,07 d
CP (10% FP)	199,95±7,54 bc	94,74±2,15 bc	2,111±0,10 abcd
CN (0% FP)	206,95±6,40 abc	97,35±7,27 abc	2,132±0,12 abcd
CN (5% FP)	216,22±8,81 ab	103,44±5,37 ab	2,091±0,06 bcd
CN (10% FP)	198,63±9,24 c	86,01±6,48 c	2,313±0,08 a
CN (0% FP + protease)	210,90±5,13 abc	102,87±5,32 ab	2,053±0,09 bcd
CN (5% FP + protease)	205,88±6,79 abc	93,77±5,71 bc	2,199±0,10 bcd
CN (10% FP + protease)	198,68±9,16 c	89,09±6,26 c	2,234±0,10 ab
P valor	0,002	<0001	0,0002
CV (%)	3,53	5,33	4,32

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo; FP: farinha de penas; CV: Coeficiente de variação (%). Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

O ganho de peso das aves apresentou efeito similar ao observado para o consumo de ração, obtendo melhores resultados as aves alimentadas sem a inclusão de farinha de penas e em até 5% de inclusão, tanto para dietas com controle positivo quanto negativo e negativo suplementados com protease. O uso da farinha de penas em 10% nas rações mesmo sendo suplementada com protease não apresentou bons resultados. Os resultados do consumo de

ração com 10% da farinha de penas podem justificar, dessa forma, a redução do ganho de peso. É sabido que a proteína da farinha de penas apresenta alto teor de queratina em sua conformação estrutural, que por sua vez, é insolúvel e resistente à ação proteolítica da tripsina e pepsina (WILLIAMS *et al.*, 1990; FARAG; HASSAN, 2004), isso demonstra que a enzima em estudo não apresenta especificidade para a degradação da queratina. Do mesmo modo, Santos *et al.* (2006) relatam que a proteína da farinha de penas apresenta baixo valor biológico.

Segundo Brumano *et al.* (2006) o percentual de inclusão da farinha de penas nas rações de aves é dependente da sua qualidade, mas vários pesquisadores adotam o limite máximo de 4%, sem prejudicar o desempenho das aves. No entanto, Holanda *et al.* (2009) ao avaliarem níveis crescentes de inclusão da farinha de penas hidrolisadas em dietas de frangos de corte, dos sete aos 42 dias de idade, concluíram que essa pode ser utilizada até o nível 8%, sem causar prejuízo ao desempenho dos animais.

Para a conversão alimentar os melhores resultados foram verificados com aves que receberam dietas contendo 5% de farinha de penas nas três dietas (controle positivo e controle negativo com e sem enzima). Verificou-se que o nível de 5% de inclusão da farinha de penas apresentou semelhanças entre os resultados das variáveis estudadas com o tratamento sem a farinha de penas para as três dietas (controle positivo, negativo e negativo+protease). Isso mostra o potencial de uso da farinha de penas em até 5% em dietas para codornas nesta fase.

Holanda *et al.* (2009) afirmam que em função do cozimento excessivo das penas nos digestores, para obtenção da farinha de penas, essa pode conter em sua composição um dipeptídeo chamado lantionina, derivado da cistina, que, por sua vez, pode transferir à farinha de penas baixa propriedade nutricional e biológica, por falta de padronização do processo. De acordo com Leeson e Summers (2001), esse dipeptídeo pode estar presente entre 20 e 30% do total da cistina, que varia de 4,5 a 5,0% e provoca uma piora na digestibilidade dos outros aminoácidos por afetar o balanço aminoacídico das rações das aves.

De forma semelhante Rocha e Silva (2004) e Holanda *et al.* (2009) relatam que a qualidade da farinha de penas na alimentação animal está ligada à situação de como esse produto foi obtido, como foi seu processamento antes de ser utilizado na ração, pois seu mau processamento pode ocasionar perdas no nível proteico, além de aminoácidos importantes, e isso pode influenciar de forma a reduzir o desempenho das aves.

A inclusão crescente da farinha de penas na ração, acima de 5%, ocasiona redução dos parâmetros de desempenho das codornas, e esses resultados podem ser justificados,

conforme afirmativas de Krogdahl e Sell (1989) que relataram que as aves, durante a fase inicial, apresentam o sistema gastrointestinal pouco desenvolvido. Além disso, Alleman *et al.* (2000) informam uma dificuldade de digestão de ingredientes de origem animal pelas aves, e que estes possuem proteína com estrutura mais complexas (terciária), por não produzirem enzimas proteolíticas específicas, sintetizadas pelo pâncreas e pela mucosa intestinal.

Os resultados de desempenho das codornas no período total (8 a 35 dias de idade) são apresentados na Tabela 4. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) sobre o consumo de ração, porém, o ganho de peso e a conversão alimentar exibiram efeito ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos avaliados. A não obtenção de diferença significativa para o consumo de ração pode ser devido ao fato da enzima não ter apresentado um incremento no valor energético, que poderia reduzir o consumo de ração esperado com as dietas em que foi suplementada, mantendo, portanto, o consumo semelhante entre os tratamentos.

Tabela 4 - Médias e desvios padrão para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com farinha de penas suplementadas com protease, no período de 8 a 35 dias de idade

Tratamentos	Parâmetros		
	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)
CP (0% FP)	534,90 ± 15,91	207,02 ± 5,79 a	2,583 ± 0,025 c
CP (5% FP)	509,12 ± 9,60	191,28 ± 4,71 ab	2,662 ± 0,084 c
CP (10% FP)	507,85 ± 24,57	176,98 ± 5,28 bc	2,868 ± 0,090 abc
CN (0% FP)	524,72 ± 22,65	179,29 ± 18,00 bc	2,841 ± 0,148 abc
CN (5% FP)	520,44 ± 11,35	174,20 ± 8,10 bc	2,993 ± 0,181 ab
CN (10% FP)	499,07 ± 17,01	164,89 ± 11,91 c	3,033 ± 0,137 a
CN (0% FP + protease)	521,68 ± 15,87	193,26 ± 4,22 ab	2,700 ± 0,113 bc
CN (5% FP + protease)	517,52 ± 20,27	168,71 ± 15,16 bc	3,078 ± 0,179 a
CN (10% FP + protease)	493,56 ± 26,85	159,76 ± 12,73 c	3,094 ± 0,099 a
P valor	0,1048	<,0001	<,0001
CV (%)	3,70	5,94	4,41

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo. FP: farinha de penas; CV: Coeficiente de Variação (%)
Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Resultado similar ao deste estudo foi encontrado por Ribeiro *et al.* (2015) ao adicionarem três tipos de enzimas (amilase, fitase e protease), em rações para codornas japonesas em postura e não encontraram efeito para o consumo de ração. Esses autores

relataram que as aves regulam o seu consumo pela ingestão de energia, e o uso de enzimas exógenas provoca um incremento na energia da dieta, de acordo com a sua matriz nutricional.

A inclusão da farinha de penas em até 5% nas rações controle positivo e a ração controle negativo isenta em farinha de penas (0%), contendo a protease, apresentaram melhoria no ganho de peso das aves quando comparado ao controle negativo com 0, 5 e 10% de farinha de penas e em relação ao controle negativo contendo a protease e níveis de 5 e 10% de farinha de penas. Esse resultado corrobora com a afirmação de Dean; Bidner e Southern (2006) que citam que a maioria das pesquisas em que ocorre a redução da proteína bruta em até 4%, leva à diminuição do desempenho e eficiência de crescimento, mesmo quando os outros requerimentos nutricionais são atendidos.

No entanto, Odetallah *et al.* (2003) observaram que a suplementação com protease em dietas para frangos de corte melhora o crescimento das aves, pois a inclusão de enzimas exógenas, reduz a síntese das endógenas e em consequência disso o organismo teria à disposição maior quantidade de aminoácidos para a síntese proteica de outros tecidos. Contudo, esse relato não corrobora com o presente estudo, pois a protease não apresentou efeito positivo com a degradação da proteína da farinha de penas. Tendo em vista que as enzimas possuem especificidade para cada substrato, logo é dependente da composição química dos ingredientes (LEITE *et al.*, 2011), desse modo, para o presente trabalho, pode-se dizer que a enzima não exibiu seu papel na degradação da queratina presente na farinha de penas, ou seja, não foi capaz de melhorar a digestão e posterior absorção da proteína, pois não é específica para degradar a queratina, assim não melhorou o ganho de peso das aves alimentadas com dietas em que houve inclusões da protease.

A falta de ação da enzima pode estar associado com a forma e o momento de aplicação, exposição a altas temperaturas, processamento das rações, composição e concentração, distribuição uniforme no alimento, fatores que possam desnaturá-las, a estocagem e o prazo de validade (BORGES, 2009). Assim, um ou mais fatores citados podem ter agido de forma a não obtenção da melhoria no desempenho das aves com a suplementação enzimática.

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios e desvios padrão das estimativas de análise de carcaça de codornas de corte aos 35 dias de idade.

Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) somente para o peso vivo das aves, sendo que as codornas alimentadas com 0, 5 e 10% de farinha de penas tanto com a ração controle positivo quanto controle negativo sem enzima não diferiram entre si. No entanto, ao utilizar 10% de farinha de penas com suplementação da protease, pode-se observar redução no peso

vivo das aves. Desta forma, mesmo com redução dos níveis nutricionais de proteína e aminoácidos, as codornas mantiveram semelhantes os parâmetros de rendimento de carcaça e cortes. Santos *et al.* (2006) também não encontraram efeito sobre o peso de carcaça, peso de peito e peso de coxa+sobrecoxa quando avaliaram diferentes níveis de farinha de penas na alimentação de codornas de corte aos 42 dias de idade, e recomendam 9% de inclusão máxima da farinha sem haver prejuízos nos parâmetros de rendimento das aves.

Tabela 5 - Médias e desvios padrão para peso vivo (PV), rendimento de carcaça (RC), de peito (RP) e de coxa+sobrecoxa (RCX+SB) de codornas de corte alimentadas com farinha de penas suplementadas com protease aos 35 dias de idade

Tratamentos	Parâmetros			
	PV (g)	RC (%)	RP (%)	RCX+SB (%)
CP (0% FP)	221,91±10,45 a	77,06±0,88	34,45±1,33	24,27±0,69
CP (5% FP)	219,11±8,61 a	77,66±1,17	35,22±0,94	24,33±0,31
CP (10% FP)	216,75±9,86 a	75,44±1,32	34,65±0,66	24,23±0,58
CN (0% FP)	222,33±3,33 a	75,92±0,95	35,18±0,88	24,69±0,34
CN (5% FP)	211,33±7,74ab	76,01±1,49	35,45±1,05	24,73±0,37
CN (10% FP)	207,33±4,65 ab	75,91±2,47	35,00±0,77	24,83±0,39
CN (0% FP + protease)	219,33±1,44 a	76,23±1,01	36,27±1,83	24,82±0,38
CN (5% FP + protease)	220,33±4,23 a	75,99±2,23	35,97±2,10	24,52±0,85
CN (10% FP + protease)	199,00±10,13 b	75,96±1,39	35,17±1,05	24,88±0,57
P valor	<0,001	0,614	0,585	0,167
CV (%)	3,44	2,01	3,60	2,17

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo. FP: farinha de penas; CV: Coeficiente de Variação (%)
Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Os cálculos da análise de rentabilidade econômica do uso de farinha de penas nas rações suplementadas com protease encontram-se na Tabela 6.

Observa-se que rações controle positivo com 0 e 5% de inclusão de farinha de penas e rações controle negativo com 0% de farinha de penas suplementada com protease obtiveram maiores resultados de renda bruta média (1,76; 1,62 e 1,64, respectivamente) com melhor resultado para o tratamento controle positivo com 0% de farinha de penas.

Tabela 6 - Análise de rentabilidade econômica das rações experimentais de codornas de corte alimentadas com farinha de penas suplementadas com protease aos 35 dias de idade

Tratamento	RBMe (R\$/ave)	CMeA (R\$/ave)	MBMe (R\$/ave)	IR (%)
CP (0% FP)	1,76	0,67	1,08	1,61
CP (5% FP)	1,62	0,62	1,00	1,61
CP (10% FP)	1,50	0,61	0,89	1,45
CN (0% FP)	1,52	0,64	0,88	1,36
CN (5% FP)	1,48	0,65	0,83	1,27
CN (10% FP)	1,40	0,59	0,80	1,34
CN (0% FP + protease)	1,64	0,64	0,99	1,55
CN (5% FP + protease)	1,43	0,65	0,78	1,19
CN (10% FP + protease)	1,35	0,59	0,76	1,27

RBMe: Renda Bruta Média; CMeA: Custo Médio de Arraçoamento; MBMe: Margem Bruta Média; IR: Índice de Rentabilidade.

O custo médio de arraçoamento para o tratamento controle positivo com 0% de farinha de penas e sem suplementação com a protease foi de R\$ 0,67, sendo superior aos demais tratamentos, o que pode justificar pela maior inclusão de farelo de soja e óleo de soja, que, por sua vez, aumentam os custos das rações.

O retorno obtido em cada real gasto com o quilo da ração consumida pelas codornas é obtido pelo índice de rentabilidade e esse índice foi maior para os tratamentos controle positivo contendo 0 e 5% de farinha de penas (1,61%) implicando em ganho de eficiência econômica.

4 CONCLUSÃO

A farinha de penas pode ser utilizada nas rações de codornas de corte na fase inicial e período total de crescimento em 5% sem prejudicar o desempenho.

A suplementação da protease (serina-protease) em rações com redução de proteína e aminoácidos acrescidos de farinha de penas não melhora o desempenho das codornas.

A análise de rentabilidade econômica revela que rações controle positivo com 0 e 5% de farinha de penas apresentam melhor índice de rentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.; COWIESON, A. J. Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non-ruminant animal production. **Journal of Animal Science**, v.89, n.10, p. 3189–3218, 2011.
- ALLEMAN, F. *et al.* The effects of dietary protein independent of essential amino acids on growth and body compositions in genetically lean and fat chickens. **British Poultry Science**, v. 41, n.2, p. 214-218, 2000.
- BARBOSA, K. A. *et al.* Performance and carcass traits of meat type quails fed with crambe meal. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 282-292, 2017.
- BELLAVER, C. *et al.* Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. **Ciencia Rural**, v.35, n.3, p.671-677, 2005.
- BORGES, C. A. **Avanços nutricionais para otimização de resultados na avicultura**. v.7, n.3, p.2010, 2009.
- BRANCO, A. T.; ZEOULA, L. M.; BUMBIERIS, V. H. Farinha de penas hidrolisada em dietas de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1454-1460, 2003.
- BRUMANO, G. *et al.* Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na alimentação animal**. 2.ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. 430p.
- DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.85, n.2, p.288-296, 2006.
- EYNG, C. *et al.* Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.80-85, 2012.
- FARAG, A.M.; HASSAN, M. A. Purification, characterization and immobilization of keratinase from *Aspergillus oryzae*. **Enzyme and Microbiol Technology**, v.34, n.2, p.85-93, 2004.
- GLITSØ, V. *et al.* Development of a Feed Protease. **Industrial Biotechnology**, v.8, n.4, p.172-175, 2012.
- HOLANDA, M. A. C. *et al.* Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo dietas com farinha de penas hidrolisada. **Revista Brasileira em Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p 696-707, 2009.
- KROGDAHL, A.; SELL, J. Influence of age on lipase, amylase and protease activities on pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. **Poultry Science**, v.68, n.11, p.1561-1568, 1989.

- LEITE, P. R. S. C. *et al.* Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.280-286, 2011.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. **Nutrition of the chicken**. 4th Ed. Published by University Book, PO Box, v. 1326, p. 591, 2001.
- MEURER, F. *et al.* Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.479-484, 2000.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados com diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.
- ODETALLAH, N. H. *et al.* Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. **Poultry Science**, v.82, n.4, p.664-670, 2003.
- PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, WP de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n.6, p.2041-2049, 2012.
- RIBEIRO, S. J. *et al.* Suplementação de enzimas amilase, fitase e protease para codornas japonesas em postura. **Boletim de Indústria Animal**, v.72, n.2, p.163-169, 2015.
- ROCHA, T. C.; SILVA, B. A. N. Utilização da farinha de pena na alimentação de animais monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p. 35-43, 2004.
- ROSTAGNO, H. S.; *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 3^a edição, Viçosa, MG: UFV, 252 p., 2011.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SANTOS, A. L. S. *et al.* Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n.1, p.27-30, 2006.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.
- WILLIAMS, C.M. *et al.* Isolation, identification and characterization of a feather degrading bacterium. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 56, n.6, p. 1509 –1515, 1990.

CAPÍTULO 3 - FARINHA DE PENAS EM DIETAS PARA CODORNAS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES REDUZIDAS EM PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de codornas de corte alimentadas com dietas reduzidas em proteína bruta (PB) e aminoácidos, contendo farinha de penas. Foram utilizadas 240 codornas de corte machos nas fases de oito a 21 dias e oito a 35 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas dietas (CP e CN) x três níveis de inclusão de farinha de penas (FP)), totalizando em seis tratamentos, quatro repetições de 10 codornas por parcela. Os tratamentos experimentais foram: T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de penas (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN) + 0% FP (reduzindo em 8% a PB e aminoácidos, em relação ao CP); T5: CN + 5% FP e T6: CN + 10% FP. As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Os parâmetros de rendimento de carcaça avaliados aos 35 dias foram: peso vivo e rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa). O consumo de ração apresentou efeito de interação ($P \leq 0,05$) entre os níveis de FP e as dietas na fase de oito a 21 dias de idade, no entanto, no período de oito a 35 dias, para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, não foi observado interação ($P > 0,05$). O ganho de peso e conversão alimentar tiveram melhores resultados quando utilizadas dietas controle positivo no período de 8 a 35 dias de idade. A utilização de farinha de penas, em qualquer nível utilizado, não afetou ($P > 0,05$) as variáveis de carcaça, no entanto, para o rendimento de coxa + sobrecoxa, a dieta apresentou efeito ($P \leq 0,05$), mostrando que o controle negativo foi melhor. Para as fases estudadas, a inclusão de farinha de penas pode ser utilizada em até 5%, sem ocasionar danos ao desempenho das codornas. Rações com redução de proteína e aminoácidos em 8% (CN) não apresenta uma boa estratégia para melhorar o desempenho das codornas.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Aminoácidos sulfurosos. Proteína bruta. Subproduto de origem animal.

CHAPTER 3 – FEATHER MEAL IN DIETS FOR MEAT-TYPE QUAILS RECEIVING REDUCED RATION IN PROTEIN AND AMINO ACIDS

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the performance of meat-type quails fed with diets reduced in crude protein (CP) and amino acids, containing feather meal (FM). A total of 240 male meat-type quails were used in the phases of eight to 21 days and eight to 35 days of age, distributed in a completely randomized design, in a 2 x 3 factorial scheme (two diets (CP and NC) x three inclusion levels of (FM)) with a total of six treatments, four replicates of 10 quails per plot. The experimental treatments were: T1: Positive control (PC) + 0% feather meal (FM); T2: PC + 5% FM; T3: PC + 10% FM; T4: Negative control (NC) + 0% FM (reducing CP and amino acids by 8%, compared to CP); T5: NC + 5% FM and T6: NC + 10% FM. The performance variables evaluated were: feed intake, weight gain, and feed conversion. The carcass yield parameters evaluated at 35 days were: live weight and carcass yield and noble cuts (breast and thigh + drumstick). The feed intake had an interaction effect ($P \leq 0.05$) between FP levels and diets in the phase of 8 to 21 days of age, however, during the period from 8 to 35 days, for feed intake, weight gain and feed conversion, no interaction was observed ($P > 0.05$). The weight gain and feed conversion had better results when using positive control diets in the period of 8 to 35 days of age. The use of feather meal, at any level used, did not affect ($P > 0.05$) the carcass variables; however, for the thigh + drumstick yield, the diet had an effect ($P \leq 0.05$), showing that the negative control was better. For the studied phases, the inclusion of feather meal can be used in up to 5%, without causing damages to the performance of the quails. Rations with protein and amino acid reductions at 8% (CN) do not present a good strategy to improve quail performance.

Keywords: Alternative foods. Sulfur-containing amino acids. Crude protein. Byproduct of animal origin.

1 INTRODUÇÃO

O uso de alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja na composição da ração das aves tem sido uma maneira de contornar os custos de produção, já que os valores desses produtos dependem do mercado internacional (ESPÓSITO *et al.*, 2015).

Uma alternativa que vem mostrando benefícios, em termos econômicos e ambientais, são as farinhas de subprodutos de origem animal, pois se assegurada sua qualidade, pode favorecer vantagens nutricionais na formulação das rações (BELLAVÉR, 2005). A farinha de penas apresenta alto teor de proteína bruta (85 a 90%) (NASCIMENTO; GOMES; ALBINO, 2002), sendo um interessante ingrediente para alimentação de codornas de corte.

As estimativas dos níveis de proteína bruta para codornas de genótipo para produção de carne estão diretamente relacionadas com o sexo, os níveis de energia da ração e aminoácidos, que influem no rendimento e na qualidade da carcaça (RODRIGUES *et al.*, 2008). Para se obter máximo desempenho das aves, é necessário o uso de rações balanceadas, que, além de possuírem menores custos, forneçam nutrientes nas proporções necessárias para o ótimo crescimento e produção das codornas.

Além da utilização de alimentos de origem animal como forma alternativa na alimentação de codornas, a redução da proteína e aminoácidos também pode apresentar algumas vantagens econômicas, como também reduzir a poluição ambiental. Em dietas para aves, níveis elevados de aminoácidos e proteína podem causar perdas de nitrogênio para o meio ambiente e isso pode causar poluição do mesmo. Embora o nitrogênio seja importante como fertilizante para as plantas, o seu excesso pode ser prejudicial ao solo (PAVAN *et al.*, 2005). Além disso, o excesso de proteína e aminoácidos nas rações oferecidas para os animais monogástricos pode acarretar em gasto energético (ATENCIO *et al.*, 2004) e antagonismo entre aminoácidos.

O conceito de proteína ideal é utilizado para se obter o balanceamento exato de aminoácidos indispensáveis capazes de atender todas as necessidades dos animais para manutenção e crescimento, sem que haja deficiência, nem excesso de nutrientes (ROSTAGNO *et al.*, 2005).

Muitos estudos com objetivo de determinar as exigências de aminoácidos para monogástricos apontam que há a possibilidade de diminuir os níveis de proteína das dietas, mantendo-se o suprimento de aminoácidos essenciais (VASCONCELLOS *et al.*, 2012) dependendo dos alimentos a serem utilizados nas dietas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de codornas de corte alimentadas com dietas reduzidas em proteína e aminoácidos suplementadas com farinha de penas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFVJM com o protocolo nº 026/2016, realizado nos meses de janeiro a fevereiro de 2017.

Avaliou-se o desempenho de codornas de corte nas fases de 8 a 21 dias e de 8 a 35 dias de idade alimentadas com farinha de penas em dietas reduzidas em proteína bruta e aminoácidos. Foram utilizadas 240 codornas de corte machos, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas dietas (controle positivo, CP e controle negativo, CN) x três níveis de farinha de penas (FP) 0, 5, 10%), totalizando em seis tratamentos, quatro repetições de 10 codornas por parcela. Os tratamentos experimentais foram: T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de penas (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN), reduzindo 8% a proteína bruta e aminoácidos, em relação ao CP + 0% FP; T5: CN + 5% FP e T6: CN + 10% FP. As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja, de acordo com as exigências nutricionais para cada fase (TAB. 1 e 2).

As rações controle positivo foram formuladas seguindo as exigências das codornas de corte de acordo com Silva e Costa (2009) sendo todas isoenergéticas. Porém, as rações controle negativo foram formuladas com redução nutricional de 8% das exigências de proteína bruta e aminoácidos (lisina, metionina+cistina e treonina).

Para o cálculo das rações experimentais foi realizado anteriormente a determinação do valor da energia metabolizável aparente da farinha de penas, pelo método de coleta total de excretas, obtendo-se o valor de 3006,65 kcal / kg, na matéria natural. Os níveis de aminoácidos totais considerados da farinha de penas foram: ácido aspártico (5,85%), ácido glutâmico (8,81%), alanina (4,12%), arginina (5,40%), cistina (4,03%) e fenilalanina (4,21%) conforme informações do fabricante. Os demais aminoácidos seguiram o descrito por Rostagno *et al.* (2011). A farinha de penas hidrolizada possui a digestibilidade em pepsina de 1:10000 a 0,2% em HCl 0,075 N (mínimo) (65,00%). A composição bromatológica dos demais ingredientes seguiram as informações de Rostagno *et al.* (2011).

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,88%)	47,995	50,684	57,120	54,653	60,278	61,813
Farelo de Soja (45%)	45,535	35,674	25,412	39,981	29,851	20,505
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	2,489	4,344	2,986	1,369	0,000	0,018
Calcário Calcítico	1,256	1,343	1,324	1,257	1,324	1,387
Fosfato Bicálcico	1,033	0,934	0,853	1,077	1,001	0,929
Sal Comum	0,381	0,344	0,311	0,381	0,349	0,319
Minerais/Vitaminas ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl (78%)	0,140	0,360	0,577	0,166	0,380	0,580
L-Isoleucina (98,5%)	0,152	0,304	0,348	0,153	0,180	0,203
DL-Metionina (98%)	0,394	0,363	0,323	0,354	0,315	0,280
L-Triptofano (98%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000
L-Treonina (99%)	0,216	0,240	0,247	0,201	0,205	0,209
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,100	0,010	0,010	0,010
Inerte ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,682	3,347
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2900	2900	2900	2900	2900	2900
Cálcio (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Proteína Bruta (%)	25,00	25,00	25,00	23,00	23,00	23,00
Arginina Digestível (%)	1,61	1,52	1,44	1,45	1,38	1,31
Isoleucina Digestível (%)	1,14	1,14	1,14	1,05	1,05	1,05
Leucina Digestível (%)	1,88	1,84	1,83	1,77	1,76	1,74
Lisina Digestível (%)	1,37	1,37	1,37	1,26	1,26	1,26
Metionina + Cistina Digestível (%)	1,04	1,04	1,04	0,96	0,96	0,96
Treonina Digestível (%)	1,04	1,04	1,04	0,96	0,96	0,96
Triptofano Digestível (%)	0,29	0,25	0,22	0,26	0,25	0,25
Valina Digestível (%)	1,06	1,09	1,15	0,97	1,02	1,08

T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de pena (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN), reduzindo 8% a proteína bruta e aminoácidos, em relação ao CP + 0% FP; T5: CN + 5% FP e T6: CN + 10% FP.

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg; ácido fólico 175,00 mg; ácido nicotínico 28000,00 mg; ácido pantotênico 2500,00 mg; bacitracina de zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; biotina 12,50 mg; vitamina A 500.000,00 ui; vitamina B1 150,00 mg; vitamina B12 2500,00 mg; vitamina B2 800,00 mg; vitamina B6 250,00 mg; vitamina D3 170.000,00 ui; vitamina E 2100,00 ui; vitamina K3 400,00 mg; salinomicina 12500,00 mg/kg. ²Butil hidroxitolueno. ³Areia lavada.

Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 22 a 35 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,88%)	55,404	62,186	68,469	62,200	68,690	70,962
Farelo de Soja (45%)	38,642	28,580	18,385	32,926	21,747	13,401
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	3,351	1,589	0,000	2,210	0,784	0,300
Calcário Calcítico	1,034	1,103	1,171	1,035	1,102	1,168
Fosfato Bicálcico	0,820	0,740	0,662	0,866	0,800	0,713
Sal Comum	0,331	0,298	0,266	0,330	0,298	0,267
Minerais/Vitaminas ¹	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
L-Lisina HCl (78%)	0,000	0,108	0,322	0,000	0,213	0,376
L-Isoleucina (98,5%)	0,025	0,049	0,075	0,047	0,093	0,093
DL-Metionina (98%)	0,207	0,164	0,123	0,187	0,158	0,108
L-Treonina (99%)	0,026	0,026	0,029	0,039	0,056	0,040
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ³	0,000	0,000	0,336	0,000	0,900	2,412
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Cálcio (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Proteína Bruta (%)	22,00	22,00	22,00	19,96	19,56	20,00
Arginina Digestível (%)	1,41	1,34	1,27	1,26	1,15	1,12
Lisina Digestível (%)	1,10	1,02	1,02	0,96	0,94	0,94
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,80	0,80	0,80	0,74	0,74	0,74
Treonina Digestível (%)	0,78	0,78	0,78	0,72	0,72	0,72
Triptofano Digestível (%)	0,25	0,22	0,18	0,22	0,18	0,16
Valina Digestível (%)	0,94	1,00	1,06	0,85	0,89	0,97

T1: Controle positivo (CP) + 0% farinha de penas (FP); T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: Controle negativo (CN), reduzindo 8% a proteína bruta e aminoácidos, em relação ao CP + 0% FP; T5: CN + 5% FP e T6: CN + 10% FP.

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg; ácido fólico 175,00 mg; ácido nicotínico 28000,00 mg; ácido pantotênico 2500,00 mg; bacitracina de zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; biotina 12,50 mg; vitamina a 500.000,00 ui; vitamina b1 150,00 mg; vitamina b12 2500,00 mg; vitamina b2 800,00 mg; vitamina b6 250,00 mg; vitamina d3 170.000,00 ui; vitamina e 2100,00 ui; vitamina k3 400,00 mg; salinomicina 12500,00 mg/kg. ²Butil hidroxitolueno. ⁴Areia lavada.

Após o nascimento as aves foram alojadas em piso forrado com maravalha, em galpão de alvenaria até o sétimo dia de idade e foram alimentadas com ração que atendia suas exigências nutricionais para o período em questão, conforme recomendações de Silva e Costa (2009). Ao oitavo dia, as aves foram pesadas e transferidas para as gaiolas de arame

galvanizado (60 cm de comprimento, 60 cm de largura e 35 cm de altura, 360 cm²/ave), contendo comedouro tipo calha, bebedouro tipo copo de pressão e lâmpadas incandescentes para manter o aquecimento. O fornecimento de água e ração para as codornas foram à vontade.

As variáveis climáticas foram monitoradas diariamente às 8:00 horas por meio de termômetros de máxima e mínima e de umidade relativa do ar e ao final da fase experimental foram calculadas as médias. Para fase de 8 a 21 dias foram obtidas as médias de 28,8° C de máxima e 25,1° C de mínima e umidade relativa do ar de 68,7% e para a fase total (8 a 35 dias) foram: 27,7° C (máxima) e 24,16° C (mínima) e 74% de umidade do ar.

As variáveis de desempenho avaliadas foram: o consumo de ração (g /ave), o ganho de peso (g /ave) e a conversão alimentar (g/g). O consumo de ração foi avaliado por meio da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras existentes no final de cada período, e foi corrigido pela data da mortalidade, quando houve. Para determinação do ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final do período experimental. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração pelo ganho de peso.

Aos 35 dias de idade foram retiradas três aves de cada unidade experimental para avaliação do peso vivo, rendimento de carcaça e cortes nobres. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e submetidas a jejum alimentar de seis horas. Logo após, foram abatidas, depenadas, evisceradas e efetuados os cortes e as pesagens. Os parâmetros avaliados foram o peso vivo (g) e o rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa) expressos em porcentagem. Após a pesagem das carcaças, o rendimento foi calculado em relação ao peso vivo após jejum, utilizando a fórmula:

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = \left(\left(\frac{\text{Peso da carcaça}}{\text{Peso vivo}} \right) \times 100 \right)$$

O rendimento percentual dos cortes foi realizado em função do peso da carcaça eviscerada sem pés e cabeça segundo a fórmula:

$$\text{Rendimento de cortes (\%)} = \left(\left(\frac{\text{Peso dos cortes}}{\text{Peso da carcaça}} \right) \times 100 \right)$$

As médias das variáveis analisadas foram submetidas às análises de variância, considerando um nível de significância de 5%, conforme modelo estatístico, sendo inicialmente testadas e atendidas todas as pressuposições:

$$Y_{ij(k)} = \mu + DIETA_i + FP_j + DIETA \times FP_{ij} + \epsilon_{ij(k)};$$

Em que:

$Y_{ij}(k)$ = Média das variáveis estudadas da i -ésima dieta e o j -ésimo nível de farinha de penas;

μ = efeito da média geral do experimento;

$DIETA_i$ = efeito da i -ésima dieta;

FP_j = efeito do j -ésimo nível de farinha de penas;

$DIETA \times FPI_{ij}$ = efeito da interação entre as dietas e níveis de farinha de penas;

$\epsilon_{ij}(k)$ = erro aleatório associado a cada observação.

Posteriormente foram realizadas análises de regressão polinomial quadrático e linear simples, considerando os níveis de farinha de penas suplementados nas rações e as dietas (CP e CN) como variáveis independentes. Para verificar o ajuste dos modelos foi considerado a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação (R^2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação ($P \leq 0,05$) entre os níveis de farinha de penas e as dietas (controle positivo e controle negativo) para o consumo de ração, no entanto, para o ganho de peso e conversão alimentar das codornas na fase de 8 a 21 dias de idade não observou-se interação (TAB. 3).

Tabela 3 – Médias e desvios padrão do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte recebendo diferentes rações e níveis de farinha de penas no período de 8 a 21 dias de idade

	Dieta	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	Dieta	FP*dieta
CR (g/ave)	CP	219,35±1,57	202,90±7,71	199,95±7,54	207,40	3,53	0,004	0,965	0,009
	CN	206,95±6,40	216,22±8,81	198,63±9,24	207,26				
	Média	213,15 A	209,56 A	199,29 B					
GP (g/ave)	CP	109,70±2,66	103,65±3,07	94,74±2,15	102,69 a	4,95	<0001	0,002	0,064
	CN	97,35±7,27	103,44±5,37	86,01±6,48	95,60 b				
	Média	103,52 A	103,54 A	90,37 B					
CA (g/g)	CP	2,000±0,03	1,958±0,07	2,111±0,10	2,023 b	4,07	0,001	0,0002	0,654
	CN	2,132±0,12	2,091±0,06	2,313±0,08	2,179 a				
	Média	2,066 B	2,025 B	2,212 A					

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo; CV: Coeficiente de variação (%); FP: Farinha de penas. Médias com letras diferentes minúsculas na mesma coluna e maiúscula na mesma linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

A suplementação de farinha de penas nas dietas demonstrou efeito ($P \leq 0,05$) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves. Da mesma forma as dietas (controle positivo e controle negativo) apresentaram efeito ($P \leq 0,05$) para o ganho de peso e conversão alimentar, não havendo efeito significativo ($P > 0,05$) para o consumo de ração das aves.

Ao desdobrar os fatores estudados (dietas e inclusões de farinha de penas) para o consumo de ração, observou-se efeito linear decrescente para a dieta controle positivo, segundo a equação: $CR = 217,09896 - 1,939338FP$ ($R^2 = 0,86$), indicando que o aumento dos níveis de farinha de penas ocasiona a diminuição do consumo de ração. Porém, não houve ajuste de equações para a dieta controle negativo. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos *et al.* (2006) quando estudaram quatro níveis de farinha de penas (0, 3, 6, 9%)

fornecida para codornas de corte, no período de 1 a 21 dias, e observaram efeito decrescente para o consumo de ração com o aumento dos níveis de inclusão de farinha de penas. Entretanto, o presente estudo discorda com os resultados de Holanda *et al.* (2009) quando avaliaram diferentes níveis (0, 2, 4, 6, 8%) de inclusão da farinha de penas hidrolisada na ração de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, e verificaram efeito linear crescente para consumo de ração e conversão alimentar, mostrando que o consumo de ração foi alto com a inclusão da farinha de penas e contribuiu com resultados ruins para a conversão alimentar. Esses autores justificam que o aumento do consumo de ração possa ser devido à farinha de penas apresentar altos níveis de aminoácidos não essenciais, e isso pode ter acarretado em um desbalanço aminoacídico e assim as aves podem ter utilizado esses aminoácidos preferencialmente catabolizando-os e desaminando-os, pondo à disposição do organismo cadeias de esqueletos de carbono utilizadas para síntese de ácidos graxos. Pois, observaram também maior deposição de gordura corporal em frangos (fêmeas) principalmente na fase final.

No entanto, Iwahashi *et al.* (2011) ao avaliarem os efeitos da suplementação enzimática das rações à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho e metabolizabilidade dos nutrientes em codornas de corte, observaram que aves alimentadas com dietas com redução de aminoácidos e energia metabolizável (controle negativo) apresentam maior consumo de ração, em comparação à dieta controle positivo.

Para o ganho de peso observou-se um decréscimo à medida que houve aumento nos níveis de farinha de penas, ou seja, acarretou em redução do ganho de peso, segundo a equação: $GP = 105,723 - 1,3147FP$ ($R^2 = 0,75$). O que possivelmente justifica pelo fato que a proteína da farinha de penas apresenta em sua conformação, uma estrutura terciária muito complexa comparada à proteína vegetal, e essa estrutura contém grande quantidade de aminoácidos sulfurosos, que por sua vez possui baixa solubilidade e alta resistência às enzimas, necessitando de hidrólise para ser metabolizada pelo animal, conforme relatos de Xavier *et al.* (2012). Além disso, aves jovens não sintetizam enzimas suficientes pelo pâncreas, o que justifica a redução na retenção do nitrogênio e, conseqüentemente, menor ganho de peso pela dificuldade em digerir a proteína (KROGDAHL; SELL, 1989; NITSAN *et al.*, 1991; PARSONS; ZHANG; ARABA, 1998; NOY; SKLAN, 2002).

Observou-se efeito linear crescente para a conversão alimentar das aves, de acordo com a equação: $CA = 2,028 + 0,01466FP$ ($R^2 = 0,55$), evidenciando que os níveis crescentes de farinha de penas pioraram a conversão alimentar. Scapin *et al.* (2003) relatam que independentemente da farinha de penas conter alto teor de proteína bruta, a mesma

apresenta alto percentual de queratina em sua conformação estrutural, e isso ocasiona dificuldades na digestão da proteína pela ação enzimática das aves. Resultados diferentes foram observados por Carvalho *et al.* (2012) que ao compararem dietas com 5% de farinha de penas e 5% de farinha de vísceras para frangos de corte aos 14 e 21 dias, não verificaram efeito para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

A dieta controle positivo apresentou melhores resultados para ganho de peso e conversão alimentar, pois a mesma foi formulada seguindo as exigências nutricionais preconizadas para as aves. De acordo com Rostagno *et al.* (2006) dietas balanceadas em proteína e aminoácidos diminuem o gasto de energia para formação de excretas, favorecendo a utilização dos aminoácidos para síntese proteica do animal, portanto, melhoram os parâmetros de desempenho.

Não foi verificado efeito de interação ($P > 0,05$) entre os níveis de inclusão de farinha de penas e as diferentes dietas (controle positivo e negativo) para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das codornas de 8 a 35 dias de idade (TAB.4). Houve efeito ($P \leq 0,05$) para os níveis de farinha de penas estudados para todas as variáveis de desempenho das codornas.

O consumo de ração e ganho de peso obtiveram ajustes das equações lineares decrescentes ($CR = 529,193 - 2,63477FP$; $R^2 = 0,99$ e $GP = 193,3904 - 2,22169FP$; $R^2 = 0,99$), ou seja, o aumento da inclusão da farinha de penas acarretou em redução do consumo e consequentemente uma queda no ganho de peso das aves.

Diante disso a resposta da conversão alimentar foi ajustada pela equação linear crescente ($CA = 2,71124 + 0,02388FP$; $R^2 = 0,99$), indicando piora nessa variável com níveis crescentes de farinha de penas na ração.

Tabela 4 – Médias e desvios padrão do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte recebendo diferentes rações e níveis de farinha de penas no período 8 a 35 dias de idade

	Dieta	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	Dieta	FP*dieta
CR (g/ave)	CP	534,90±15,91	509,12±9,60	507,85±24,57	517,29	3,43	0,026	0,723	0,415
	CN	524,72±22,65	520,44±11,35	499,0±17,01	514,74				
	Média	529,81 A	515,78 AB	503,46 B					
GP (g/ave)	CP	207,02±5,79	191,27±4,71	176,98±5,28	191,76 a	5,55	0,0014	0,0002	0,3118
	CN	179,29±18,00	174,20±8,10	164,89±11,9	172,80 b				
	Média	193,16 A	182,74 AB	170,94 B					
CA (g/g)	CP	2,583±0,02	2,662±0,08	2,868±0,09	2,705 b	4,32	0,004	<,0001	0,4158
	CN	2,841±0,14	2,993±0,18	3,033±0,13	2,956 a				
	Média	2,712 B	2,828 AB	2,951 A					

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo; FP: Farinha de penas; CV: Coeficiente de variação (%)
Médias com letras diferentes minúsculas na mesma coluna e maiúscula na mesma linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

As dietas controle positivo e controle negativo influenciaram (P≤0,05) o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. Verificou-se que aves alimentadas com a dieta controle positivo, ou seja, atendendo suas exigências em proteína bruta e aminoácidos apresentaram melhores resultados. Tendo em vista que as aves apresentaram um consumo de ração similar entre as dietas, mas obtiveram redução do ganho de peso com a dieta controle negativo, isso explica a piora da conversão alimentar. A redução do teor de proteína na ração para animais monogástricos demonstra ser uma alternativa favorável no sentido de diminuir perdas de nitrogênio para o meio ambiente, que reduziria a poluição ambiental e os custos das rações. Entretanto, é necessário o atendimento de todos os aminoácidos essenciais, com a adequada suplementação desses nas dietas (WAIBEL; CARLSON; BRANNON, 2000 *apud* RIZZO *et al.*, 2010).

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de farinha de penas e as dietas em estudo para o peso vivo, rendimento de carcaça e cortes das aves aos 35 dias de idade (TAB. 5).

Os rendimentos de carcaça, de peito e de coxa + sobrecoxa não foram influenciados (P>0,05) pela inclusão da farinha de penas, porém verificou-se efeito (P≤0,05) para rendimento de coxa + sobrecoxa em relação às dietas ofertadas (controle positivo e negativo) em que a dieta controle negativo apresentou melhor resultado. Este resultado corrobora com os de Santos *et al.* (2006) e Holanda *et al.* (2009) que avaliaram o rendimento

de cortes de codornas e frangos de corte, respectivamente, alimentados com níveis crescentes de farinha de penas e não observaram efeito sobre o rendimento de peito.

Tabela 5 – Médias e desvios padrão do peso vivo (PV), rendimento de carcaça (RC), de peito (RP) e de coxa+sobrecoxa (RCXSB) de codornas de corte recebendo diferentes rações e níveis de farinha de penas aos 35 dias de idade

	Dieta	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	Dieta	FP*dieta
PV (g)	CP	221,91±11,78	195,83±43,11	216,75±12,82	211,50				
	CN	222,33±7,52	211,33±8,49	207,33±12,22	213,66	3,64	0,055	0,099	0,427
	Média	222,12 A	203,58 B	212,04 AB					
RC (%)	CP	77,06±3,79	77,65±1,39	75,44±5,00	76,72				
	CN	75,92±3,14	76,01±2,42	75,91±7,90	75,95	1,94	0,300	0,218	0,349
	Média	76,49	76,83	75,68					
RP (%)	CP	34,45±2,27	35,22±1,90	34,65±1,56	34,77				
	CN	35,18±1,20	35,45±2,48	35,00±1,18	35,21	2,76	0,477	0,284	0,867
	Média	34,81	35,34	34,82					
RCXSB (%)	CP	24,27±0,88	24,33±0,86	24,23±1,33	24,28 b				
	CN	24,69±0,82	24,73±1,68	24,83±1,15	24,75 a	1,93	0,969	0,024	0,886
	Média	24,48	24,53	24,53					

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo; FP: farinha de penas; CV: Coeficiente de variação (%)
Médias com letras diferentes minúsculas na mesma coluna e maiúscula na mesma linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Eissler e Firman (1993) trabalhando com níveis de farinha de penas (0, 2, 4 e 6%) na dieta de perus não encontraram diferença significativa entre os tratamentos para o peso vivo dos animais, não corroborando com o presente estudo.

4 CONCLUSÃO

A inclusão de farinha de penas nas rações de codornas de corte pode ser em até 5%, sem ocasionar danos ao desempenho das aves.

Rações com redução de proteína e aminoácidos em 8% (controle negativo) não apresenta uma boa estratégia para melhorar o desempenho das codornas.

REFERÊNCIAS

- ATENCIO, A. *et al.* Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n. 5, p.1152-1166, 2004.
- BELLAVER, C. *et al.* Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. **Ciencia Rural**, v.35, n.3, p.671-677, 2005.
- CARVALHO, C. M. C. *et al.* Uso de farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.111, n. 581-582, p. 69-73, 2012.
- EISSLER, C.R.; FIRMAN, J.D. Effects of feather meal on the performance of turkeys. In: **Annual meeting abstracts of poultry science association**, v.72, (supplement 1), p.127, 1993.
- ESPÓSITO, M. *et al.* Uso da cana de açúcar triturada na alimentação de frangos de corte tipo caipira. **Boletim de Indústria Animal**, v.72, n.2, p.129–136, 2015.
- HOLANDA, M. A. C. *et al.* Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo dietas com farinha de penas hidrolisada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p 696-707, 2009.
- IWAHASHI, A. S. *et al.* Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, n.3, p.273-279, 2011.
- KROGDAHL, A.; SELL, J. Influence of age on lipase, amylase and protease activities on pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. **Poultry Science**, v.68, n.11, p.1561-1568, 1989.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados com diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.
- NITSAN, Z. *et al.* Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.32, n.3, p.515-523, 1991.
- NOY, Y., SKLAN, D. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. **Poultry Science**, v.81, n.3, p.391-399, 2002.
- PARSONS, C.M., ZHANG, Y., ARABA, M. Development of the digestive tract of poultry. **Poultry Science**, v. 77, n.4, p.1016-1019, 1998.
- PAVAN, A. C. *et al.* Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.568-574, 2005.
- RIZZO, S.M.F.; *et al.* Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1280-1285, 2010.
- RODRIGUES, K.F. *et al.* Qualidade da carne de peito de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível:proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1023-1028, 2008.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Composição de alimentos e exigências nutricionais**, 2ª edição, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

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

ROSTAGNO, H. S. *et al.* Uso da proteína ideal para formular dietas de frangos de corte. In: Seminário Técnico Ajinomoto Biolatina, 2006, Campinas. **Anais...** Campinas: Ajinomoto Biolatina, 2006.

SANTOS, A.L.S. *et al.* Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.28, n.1, p.27-30, 2006.

SCAPIN M. R. S. *et al.* Avaliação Nutricional de farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.25, n.1, p.91-98, 2003.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.

VASCONCELLOS, C.H.F.; *et al.* Plano Nutricional com utilização de enzimas protease para frangos de corte fêmeas de 1 a 42 dias de idade. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2011, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, 2012.

WAIBEL, P.E.; CARLSON, C.W.; BRANNON, J.A. Limiting amino acids after methionine and lysine with growing turkeys fed low-protein diets. **Poultry Science**, v.79, n.9, p.1290-1298, 2000.

XAVIER, S. A. G. *et al.* Poultry viscera and bone meal in broiler pre-starter and starter diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.934-940, 2012.

CAPÍTULO 4 – PROTEASE EM DIETAS CONTENDO FARINHA DE PENAS PARA CODORNAS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o uso da protease em dietas contendo farinha de penas (FP) sobre o desempenho de codornas de corte. Foram utilizadas 240 codornas de corte machos, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas inclusões da enzima (com e sem) x 3 níveis de FP (0, 5 e 10%)), totalizando em seis tratamentos, quatro repetições de 10 codornas por parcela, nas fases de oito a 21 dias e oito a 35 dias de idade. Os tratamentos experimentais foram: T1: Ração reduzida (RD) em 8% da exigência de proteína bruta e aminoácidos + 0% farinha de penas (FP); T2: RD + 5% FP; T3: RD + 10% FP; T4: RD + 0% FP + protease; T5: RD + 5% FP + protease e T6: RD + 10% FP + protease. As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Os parâmetros de rendimento de carcaça avaliados aos 35 dias foram o peso vivo e o rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa). Observou-se efeito de interação ($P \leq 0,05$) entre os níveis de farinha de penas e da protease somente para o ganho de peso das codornas no período de oito a 21 dias de idade. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) de interação dos fatores estudados para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves no período total (de 8 a 35 dias de idade). Os níveis de farinha de penas influenciaram ($P \leq 0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves de oito aos 21 dias e o consumo de ração e ganho de peso de oito aos 35 dias. A suplementação da dieta com a protease não alterou ($P > 0,05$) nenhuma variável estudada em ambas as fases. Verificou-se interação ($P \leq 0,05$) entre a protease e os níveis de farinha de penas somente para o peso vivo das aves. Houve efeito ($P \leq 0,05$) para o peso vivo com os níveis de farinha de penas, porém, não foi observado ($P > 0,05$) efeito da inclusão da protease. As inclusões crescentes da farinha de penas nas rações ocasionaram redução do desempenho das codornas de corte nas duas fases em estudo. A utilização da enzima protease não proporciona melhoria no desempenho das aves e não contribuiu para melhor digestão da farinha de penas, havendo necessidade de estudos utilizando a enzima queratinase.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Aminoácidos sulfurosos. Digestibilidade. Enzimas.

CHAPTER 4 - PROTEASE IN DIETS CONTAINING FEATHER MEAL FOR MEAT-TYPE QUAILS

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the use of protease in diets containing feather meal (FM) on the performance of meat-type quails. A total of 240 male meat-type quails were used, in a completely randomized design, in a 2 x 3 factorial scheme (two enzyme inclusions (with and without) x 3 FM levels (0, 5 and 10%)) with a total of six treatments, four replicates of 10 quails per plot, in the phases of eight to 21 days and eight to 35 days of age. The experimental treatments were: T1: Reduced ration (RD) in 8% of crude protein requirement and amino acids + 0% feather meal (FM); T2: RD + 5% FM; T3: RD + 10% FM; T4: RD + 0% FM + protease; T5: RD + 5% FM + protease and T6: RD + 10% FM + protease. The performance variables evaluated were: feed intake, weight gain and feed conversion. Carcass yield parameters evaluated at 35 days were live weight and carcass yield and noble cuts (breast and thigh + drumstick). It was observed interaction effect ($P \leq 0.05$) between feather meal and protease levels only for quail weight gain in the period from 8 to 21 days of age. No effect ($P > 0.05$) of interaction of the factors studied for feed intake, weight gain and feed conversion of birds during the whole period (from 8 to 35 days of age) was observed. Feather meal levels influenced ($P \leq 0.05$) feed intake, weight gain and feed conversion of birds from eight to 21 days and feed intake and weight gain from eight to 35 days. Dietary supplementation with the protease did not change ($P > 0.05$) any variables studied in both phases. There was interaction ($P \leq 0.05$) between protease and feather meal levels only for the live weight of the birds. There was an effect ($P \leq 0.05$) for live weight with feather meal levels, however, the effect of protease inclusion was not observed ($P > 0.05$). Increasing inclusions of feather meal in feeds resulted in reduced quail performance in the two phases under study. The use of the protease enzyme does not improve the performance of the birds and does not contribute to a better digestion of the feather meal, requiring studies using the enzyme keratinase.

Keywords: Alternative foods. Sulfur-containing amino acids. Digestibility. Enzymes.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de enzimas na nutrição de codornas apresenta uma boa estratégia nutricional, visando maior aproveitamento dos nutrientes da dieta (COSTA; SILVA; LIMA, 2010). A redução de níveis nutricionais associado ao uso de enzimas também pode apresentar benefícios, pois as enzimas proporcionam incremento do valor nutricional dos ingredientes (BARBOSA *et al.*, 2012). O uso de enzimas nas rações com alimentos tradicionalmente utilizados para codornas proporciona maior eficiência em relação ao ganho de peso e conversão alimentar, diminui custos de produção e possibilita a utilização de subprodutos de origem animal, como a farinha de penas, por exemplo (MATIAS *et al.*, 2015).

A farinha de penas é um produto que apresenta alto nível de proteína, porém esta encontra-se na forma de queratina, conferindo à esta uma baixa digestibilidade. Se a mesma for bem processada, pode apresentar uma digestibilidade de 60 a 70%, melhorando a atuação das enzimas proteolíticas (ELMAYERGI e SMITH, 1971).

Além das vantagens nutricionais que a farinha de penas pode proporcionar, quando utilizada em rações para animais, Bellaver *et al.* (2001) citam que a utilização da farinha de subprodutos animais pode trazer consequências vantajosas em relação aos aspectos econômicos, diminuindo custos de produção das rações e problemas ambientais, com a redução de contaminação dos recursos naturais, assim como problemas sociais. De acordo com Eyng *et al.* (2012) a farinha de penas precisa passar por uma padronização em relação ao seu processo de obtenção, pois esse produto pode sofrer variações em seus constituintes nutricionais. Uma forma de contornar a baixa digestibilidade da proteína da farinha e melhorar o aproveitamento de seus nutrientes é o uso de proteases exógenas, que além de promover uma maior degradação do alimento, também pode auxiliar na elaboração de dietas com reduzidos níveis de proteína e aminoácidos, por disponibilizar mais nutrientes das dietas (RIBEIRO *et al.*, 2015).

A combinação de enzimas exógenas (protease) e farinha de penas pode ser uma opção favorável para o maior aproveitamento da proteína contida nesta fonte. Esta pesquisa teve por objetivo avaliar o uso da protease em rações de codornas de corte alimentadas com farinha de penas em dietas reduzidas em proteína e aminoácidos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFVJM, com o protocolo nº 026/2016, realizado nos meses de janeiro a fevereiro de 2017.

Foram utilizadas 240 codornas de corte, machos, nas fases de 8 a 21 dias e de 8 a 35 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas inclusões da enzima (com e sem) x três níveis de farinha de pena (0, 5 e 10%)), totalizando seis tratamentos, quatro repetições de 10 codornas por parcela.

Os tratamentos experimentais foram: T1: Ração reduzida (RD) em 8% da exigência de proteína bruta e aminoácidos (lisina, metionina + cistina e treonina) + 0% farinha de pena (FP); T2: RD + 5% FP; T3: RD + 10% FP; T4: RD + 0% FP + protease; T5: RD + 5% FP + protease e T6: RD + 10% FP + protease. As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja, de acordo com as exigências nutricionais para cada fase, de acordo com Silva e Costa (2009), exceto em proteína bruta e aminoácidos (TAB. 1 e 2). A enzima protease (com características de serina) foi adicionada às rações seguindo a recomendação do fabricante (0,02%).

Para o cálculo das rações experimentais foi realizado anteriormente a determinação do valor da energia metabolizável aparente da farinha de penas, pelo método de coleta total de excretas, obtendo-se o valor de 3006,65 kcal / kg, na matéria natural. Os níveis de aminoácidos totais considerados da farinha de penas foram: ácido aspártico (5,85%), ácido glutâmico (8,81%), alanina (4,12%), arginina (5,40%), cistina (4,03%) e fenilalanina (4,21%) conforme informações do fabricante. Os demais aminoácidos seguiram o descrito por Rostagno *et al.* (2011). A farinha de penas hidrolizada possui a digestibilidade em pepsina de 1:10000 a 0,2% em HCl 0,075 N (mínimo) (65,00%). A composição bromatológica dos demais ingredientes seguiram as recomendações de Rostagno *et al.* (2011).

Após o nascimento as aves foram alojadas em piso forrado com maravalha, em galpão de alvenaria até o sétimo dia de idade e foram alimentadas com ração que atendia suas exigências nutricionais para o período em questão, conforme recomendações de Silva e Costa (2009). Ao oitavo dia, as aves foram pesadas e transferidas para as gaiolas de arame galvanizado (60 cm de comprimento, 60 cm de largura e 35 cm de altura; 360 cm²/ave), contendo comedouro tipo calha, bebedouro tipo copo de pressão e lâmpadas incandescentes

para manter o aquecimento. O fornecimento de água e ração para as codornas foram à vontade.

Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,88%)	54,653	60,278	61,813	54,611	60,278	61,866
Farelo de Soja (45%)	39,981	29,851	20,505	39,989	29,851	20,436
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	1,369	0,000	0,018	1,383	0,000	0,000
Calcário Calcítico	1,257	1,324	1,387	1,257	1,324	1,388
Fosfato Bicálcico	1,077	1,001	0,929	1,077	1,001	0,929
Sal Comum	0,381	0,349	0,319	0,381	0,349	0,319
Minerais/Vitaminas ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl (78%)	0,166	0,380	0,580	0,166	0,380	0,580
L-Isoleucina (98,5%)	0,153	0,180	0,203	0,153	0,180	0,203
DL-Metionina (98%)	0,354	0,315	0,280	0,354	0,315	0,279
L-Triptofano (98%)	0,000	0,025	0,000	0,000	0,025	0,059
L-Treonina (99%)	0,201	0,205	0,209	0,201	0,205	0,209
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ³	0,000	0,682	3,347	0,000	0,662	3,302
Protease	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Cálcio (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Proteína Bruta (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Arginina Digestível (%)	1,45	1,38	1,31	1,45	1,38	1,31
Lisina Digestível (%)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Treonina Digestível (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Triptofano Digestível (%)	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25
Valina Digestível (%)	0,97	1,02	1,08	0,97	1,02	1,08

T1: Ração reduzida (RD) em 8% a proteína bruta e aminoácidos + 0% FP; T2: RD + 5% FP; T3: RD + 10% FP; T4: RD + 0% FP + protease; T5: RD + 5% FP + protease; T6: RD + 10% FP + protease.

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg; ácido fólico 175,00 mg; ácido nicotínico 28000,00 mg; ácido pantotênico 2500,00 mg; bacitracina de zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; biotina 12,50 mg; vitamina a 500.000,00 ui; vitamina b1 150,00 mg; vitamina b12 2500,00 mg; vitamina b2 800,00 mg; vitamina b6 250,00 mg; vitamina d3 170.000,00 ui; vitamina e 2100,00 ui; vitamina k3 400,00 mg; salinomicina 12500,00 mg/kg. ²Butil hidroxitolueno. ³Areia lavada.

Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 22 a 35 dias

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,88%)	62,200	68,690	70,962	62,033	68,870	70,962
Farelo de Soja (45%)	32,926	21,747	13,401	33,045	21,704	13,401
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	2,210	0,784	0,300	2,245	0,725	0,300
Calcário Calcítico	1,035	1,102	1,168	1,035	1,102	1,168
Fosfato Bicálcico	0,866	0,800	0,713	0,865	0,800	0,713
Sal Comum	0,330	0,298	0,267	0,330	0,298	0,267
Minerais/Vitaminas ¹	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
L-Lisina HCl (78%)	0,000	0,213	0,376	0,000	0,214	0,376
L-Isoleucina (98,5%)	0,047	0,093	0,093	0,045	0,093	0,093
DL-Metionina (98%)	0,187	0,158	0,108	0,186	0,158	0,108
L-Treonina (99%)	0,039	0,056	0,040	0,035	0,057	0,040
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ³	0,000	0,900	2,412	0,000	0,800	2,392
Protease	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Cálcio (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Proteína Bruta (%)	19,96	19,56	20,00	20,00	19,56	20,00
Arginina Digestível (%)	1,26	1,15	1,12	1,26	1,15	1,12
Lisina Digestível (%)	0,96	0,94	0,94	0,97	0,94	0,94
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Treonina Digestível (%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Triptofano Digestível (%)	0,22	0,18	0,16	0,22	0,18	0,16
Valina Digestível (%)	0,85	0,89	0,97	0,86	0,89	0,97

T1: Ração reduzida (RD) em 8% a proteína bruta e aminoácidos + 0% FP; T2: RD + 5% FP; T3: RD + 10% FP; T4: RD + 0% FP + protease; T5: RD + 5% FP + protease; T6: RD + 10% FP + protease

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg; ácido fólico 175,00 mg; ácido nicotínico 28000,00 mg; ácido pantotênico 2500,00 mg; bacitracina de zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; biotina 12,50 mg; vitamina a 500.000,00 ui; vitamina b1 150,00 mg; vitamina b12 2500,00 mg; vitamina b2 800,00 mg; vitamina b6 250,00 mg; vitamina d3 170.000,00 ui; vitamina e 2100,00 ui; vitamina k3 400,00 mg; salinomicina 12500,00 mg/kg. ²Butil hidroxitolueno. ³Areia lavada.

As variáveis climáticas foram monitoradas diariamente às 8:00 horas por meio de termômetros de máxima e mínima e de umidade relativa do ar e ao final da fase experimental foram calculadas as médias. Para fase de 8 a 21 dias foram obtidas as médias de 28,8° C de

máxima e 25,1° C de mínima e umidade relativa do ar de 68,7% e para o período total (8 a 35 dias) foram: 27,7° C (máxima) e 24,16° C (mínima) e 74% de umidade do ar.

As variáveis de desempenho avaliadas foram: o consumo de ração (g /ave), o ganho de peso (g /ave) e a conversão alimentar (g/g). O consumo de ração foi avaliado por meio da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras existentes no final de cada período, e foi corrigido pela data da mortalidade, quando houve. Para determinação do ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final do período experimental. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração pelo ganho de peso.

Aos 35 dias de idade foram retiradas três aves de cada unidade experimental para avaliação do peso vivo, rendimento de carcaça e cortes nobres. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e submetidas a jejum alimentar de seis horas. Logo após, foram abatidas, depenadas, evisceradas e efetuados os cortes e as pesagens. Os parâmetros avaliados foram o peso absoluto (g) e o rendimento (%) de carcaça e de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa). Após a pesagem das carcaças, o rendimento foi calculado em relação ao peso vivo após jejum, utilizando a fórmula:

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = \left(\frac{\text{Peso da carcaça}}{\text{Peso vivo}} \times 100 \right)$$

O rendimento percentual dos cortes foi realizado em função do peso da carcaça eviscerada sem pés e cabeça segundo a fórmula:

$$\text{Rendimento de cortes (\%)} = \left(\frac{\text{Peso dos cortes}}{\text{Peso da carcaça}} \times 100 \right)$$

As médias das variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, considerando um nível de significância de até 5%, conforme modelo estatístico, sendo inicialmente testadas e atendidas as pressuposições:

$$Y_{ij}(k) = \mu + ENZ_i + FP_j + ENZ \times FP_{ij} + \epsilon_{ij}(k);$$

Em que:

$Y_{ij}(k)$ = valor médio observado na parcela que recebeu o nível de farinha de penas i ; no nível de enzima j ;

μ = efeito da média geral;

ENZ_i = efeito do i -ésimo nível de enzima (0,00 e 0,02);

FP_j = efeito do j -ésimo nível de farinha de penas (0, 5 e 10%);

$ENZ \times FP_{ij}$ = efeito da interação entre os níveis de enzima e de farinha de penas;

$\epsilon_{ij}(k)$ = erro aleatório associado a cada observação.

Posteriormente foram realizadas análises de regressão polinomial quadrático e linear simples, considerando os níveis de farinha de penas e de protease na ração como variáveis independentes. Para verificar o ajuste dos modelos foi considerado a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação (R^2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito de interação ($P>0,05$) entre os níveis de farinha de penas e da enzima (protease) nas rações das codornas de corte no período de 8 a 21 dias de idade, para o consumo de ração e a conversão alimentar, havendo efeito ($P\leq 0,05$) somente para o ganho de peso (TAB. 3). Os níveis de farinha de penas suplementados nas rações das codornas apresentaram efeito ($P\leq 0,05$) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

Tabela 3 - Médias e desvios padrão para o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte, recebendo rações com níveis de farinha de penas, contendo a enzima protease no período de 8 a 21 dias de idade

	ENZ (%)	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	ENZ	FP*ENZ
CR (g/ave)	SEM	206,95±6,40	216,22±8,81	198,63±9,24	207,26	3,75	0,011	0,513	0,191
	COM	210,90±5,13	205,88±6,79	198,68±9,16	205,15				
	Média	208,92 A	211,05 A	198,65 B					
GP (g/ave)	SEM	97,35±7,27	103,43±5,37	86,01±6,48	95,60	6,40	0,001	0,889	0,049
	COM	102,87±5,32	93,77±5,71	89,09±6,2	95,24				
	Média	100,11 A	98,60 A	87,55 B					
CA (g/g)	SEM	2,132±0,12	2,091±0,06	2,313±0,08	2,179	4,48	0,004	0,677	0,113
	COM	2,053±0,09	2,199±0,10	2,234±0,10	2,162				
	Média	2,092 B	2,145 B	2,273 A					

FP: Farinha de penas; ENZ: Enzima; CV: Coeficiente de variação (%)

Médias com letras maiúscula diferentes na mesma linha diferem pelo teste Tukey ($P<0,05$).

Houve ajuste linear decrescente para o consumo de ração ($CR = 211,3494 - 1,0272FP$; $R^2 = 0,60$) indicando que à medida que aumentava o nível de farinha de penas nas rações o consumo foi reduzido.

Com o desdobramento dos fatores para o ganho de peso das aves, verificou-se um ajuste linear decrescente para os níveis de inclusão da farinha de penas ($GP = 102,1398 - 1,3783FP$; $R^2 = 0,97$) nas rações com enzima protease, entretanto, não houve ajuste de equações para as dietas que continham a farinha de penas sem protease. Esse resultado pode ser explicado pela redução do consumo de ração ao aumentar o nível de inclusão da farinha de penas nas rações. Klemesrud *et al.* (1997) relataram que o pâncreas, em aves jovens, não produz em quantidade adequada as enzimas proteolíticas, pois o mesmo não está totalmente maduro para a digestão de certos nutrientes da dieta e tendo em vista que a farinha de penas

possui a queratina como componente proteico, essa informação pode justificar em parte o decréscimo do ganho de peso das aves com o aumento da inclusão de farinha de penas.

Observou-se que a conversão alimentar piorou com as crescentes inclusões da farinha de penas nas rações, de acordo com o ajuste da equação linear crescente: $CA = 2,0802 + 0,0181FP$; $R^2 = 0,95$. Similarmente, Holanda *et al.* (2009) observaram piora da conversão alimentar de frangos de corte alimentados com farinha de penas e justificaram que o mau cozimento das penas nos digestores acarreta na formação do dipeptídeo lantionina. Segundo Leeson e Summers (2001) esse dipeptídeo provoca redução na digestibilidade dos outros aminoácidos, pois afeta o balanço aminoacídico ofertado às aves. Os resultados de Ajayi e Iyayi (2015) quando avaliaram níveis de farinha de penas hidrolisada (0, 2, 4 e 6%) em rações para frangos de corte, revelaram que ao nível de 2% de inclusão se mostrou semelhante à dieta sem inclusão da farinha, em relação aos resultados para conversão alimentar. Porém, com os maiores níveis, houve redução no consumo de ração e no ganho de peso das aves.

A inclusão da protease não influenciou ($P > 0,05$) as variáveis de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, ou seja, a protease não foi eficiente em melhorar a degradação da proteína das rações de forma a melhorar o desempenho das codornas. De forma semelhante Ribeiro *et al.* (2015) quando avaliaram a suplementação das enzimas amilase, fitase e protease nas rações de codornas japonesas em postura, não encontraram efeito das enzimas para consumo de ração e conversão alimentar das aves. Por outro lado, Wang, Garlich e Shih (2006) relatam melhoria no desempenho dos frangos de corte com a utilização da enzima queratinase, em rações a base de farelo de soja, com reduções do valor da proteína total e aminoácidos essenciais. Fato este que não foi observado neste estudo, mas ressaltamos que a protease estudada foi uma serina-protease e não uma queratinase.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) de interação dos níveis de farinha de penas com a suplementação da protease para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves no período total de 8 a 35 dias de idade (TAB. 4).

Tabela 4 - Médias e desvios padrão para o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte recebendo rações com níveis de farinha de penas, contendo a enzima protease no período de 8 a 35 dias de idade

	ENZ (%)	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	ENZ	FP*ENZ
CR (g/ave)	SEM	524,72±22,65	520,44±11,35	499,07±17,01	514,74	3,83	0,029	0,639	0,989
	COM	521,68±15,87	517,52±20,27	493,56±26,85	510,92				
	Média	523,20 A	518,98 AB	496,32 B					
GP (g/ave)	SEM	179,29±18,00	174,20±8,10	164,90±11,91	172,79	7,22	0,004	0,829	0,233
	COM	193,26±4,22	168,71±15,16	159,76±12,73	173,91				
	Média	186,28 A	171,46 AB	162,33 B					
CA (g/g)	SEM	2,841±0,14	2,993±0,18	3,033±0,13	2,956	4,95	0,0013	0,975	0,265
	COM	2,700±0,11	3,078±0,17	3,094±0,09	2,957				
	Média	2,770 B	3,036 A	3,064 A					

FP: Farinha de penas; ENZ: Enzima; CV: Coeficiente de variação (%).

Médias com letras maiúscula diferentes na mesma linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Os níveis de farinha de penas influenciaram ($P \leq 0,05$) o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das codornas de corte. Para o consumo de ração foi possível verificar efeito linear decrescente ($CR = 526,276 - 2,6879FP$; $R^2 = 0,86$) revelando que o aumento dos níveis de farinha de penas na ração ocasiona um decréscimo no consumo das aves. Santos *et al.* (2006) ao estudarem a inclusão de farinha de penas em ração para codornas de corte de 1 a 21 dias, também obtiveram efeito linear decrescente para o consumo de ração quando a inclusão foi em até 9%, porém para os demais parâmetros avaliados, não observaram efeito.

O que justifica a redução do consumo de ração pode ser devido ao perfil proteico e aminoácido da farinha de penas inserida nas rações, além de que essas rações foram formuladas com teores de proteína e aminoácidos reduzidos em 8%, pois de acordo com GONZALES (2002) a quantidade e qualidade da proteína e os níveis de energia influenciam no desempenho das aves. Wang e Parsons (1998) relatam que os procedimentos para obtenção da farinha de penas, em relação ao tempo de processamento e a temperatura, influenciam na sua qualidade, dado que altas temperaturas e aumento do tempo de processamento provocam queda na disponibilidade de aminoácidos, além disso, ocasiona queima do produto e redução do seu valor nutricional. Conforme Naber *et al.* (1961) e Papadopoulos, El Boushy e Ketelaars (1985) o método no qual é submetido as penas para obtenção da farinha, com base no processamento térmico, pode ocasionar mudanças na estrutura de sua proteína com a

ligação da mesma entre substâncias como carboidratos e lipídeos, assim prejudica a disponibilidade dos aminoácidos.

Da mesma forma, pode-se obter um ajuste linear decrescente para o ganho de peso ($GP = 185,332 - 2,395FP$; $R^2=0,98$), com as inclusões da farinha de penas na ração, que reflete o comportamento decrescente do consumo de ração. Ao avaliarem níveis de farinha de penas na alimentação de frangos de corte, no período de 1 a 42 dias, Holanda *et al.* (2009) verificaram que a inclusão de até 8% de farinha de penas não influencia o ganho de peso das aves.

No entanto, para a conversão alimentar foi observado ajuste linear crescente $CA = 2,8105 + 0,02931FP$ ($R^2 = 0,82$), ou seja, piora nesta variável com maiores inclusões de farinha de penas na ração.

A inclusão da enzima protease na ração não influenciou ($P>0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves. A não obtenção do efeito para o uso da enzima (protease) para os parâmetros em estudo está diretamente ligada com sua atuação no substrato, pois a farinha de penas contém em sua forma estrutural queratina, essa, por sua vez, é hidrolisada por enzima queratinase (WILLIAMS *et al.*, 1990; FARAG; HASSAN, 2004). Trabalho realizado por Barbosa *et al.* (2012) quando avaliaram dietas a base de milho e farelo de soja, com redução de energia metabolizável, cálcio e fósforo, com ou sem suplementação de complexo enzimático, observaram no período total do experimento, que o consumo de ração, peso médio, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos alimentados com dietas sem enzimas obtiveram piores resultados quando comparados ao grupo alimentado com enzimas.

Houve interação ($P\leq 0,05$) entre o uso da protease e os níveis de farinha de penas para o peso vivo das aves aos 35 dias de idade (TAB. 5). O peso vivo das codornas apresentou efeito significativo ($P\leq 0,05$) para os níveis de farinha de penas estudados, porém, não foi observado efeito ($P>0,05$) para a inclusão da protease.

Após o desdobramento da interação entre as dietas com e sem protease e as inclusões de farinha de penas nas mesmas, observou-se ajuste linear decrescente para ambas as situações. Dessa forma, aves alimentadas com dietas suplementadas com a protease e farinha de penas obteve-se a equação: $PV = 223,055 - 2,033FP$ ($R^2 = 0,54$) e aves que receberam farinha de penas e sem a protease, a equação: $PV = 221,167 - 1,50FP$ ($R^2 = 0,59$). Independentemente do uso ou não da protease, o peso vivo das aves reduziu à medida que aumentou os níveis de farinha de penas nas rações. O comportamento dos dados mostrou-se semelhante em relação ao peso vivo em ambas as situações mencionadas (com ou sem

enzima), mas vale reforçar o fato de que a enzima em estudo não degrada o substrato presente na farinha de penas, pois esta não apresentou especificidade em degradar a estrutura queratinizada da farinha de penas.

Tabela 5 - Médias e desvios padrão para o peso vivo (PV), rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP) e rendimento de coxa+sobrecoxa (RCXSB) de codornas de corte recebendo rações com níveis de farinha de penas e enzimas protease aos 35 dias de idade

	ENZ	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	Enzima	FP*ENZ
PV (g)	SEM	222,33±7,52	211,33±8,49	207,33±12,22	213,66				
	COM	219,33±6,94	220,33±6,91	199,00±11,16	212,88	2,80	<,0001	0,754	0,028
	Média	220,83 A	215,83 A	203,16 B					
RC (%)	SEM	75,92±3,14	76,01±2,42	75,91±7,90	75,95				
	COM	76,22±3,39	75,99±2,82	75,96±2,25	76,06	2,23	0,987	0,876	0,979
	Média	76,07	76,00	75,93					
RP (%)	SEM	35,18±1,20	35,45±2,48	35,00±1,18	35,21				
	COM	36,27±2,18	35,97±2,25	35,17±1,82	35,80	3,87	0,579	0,305	0,800
	Média	35,72	35,71	35,09					
RCX+SB (%)	SEM	24,69±0,82	24,73±1,68	24,83±0,92	24,75				
	COM	24,82±0,92	24,52±1,96	24,88±1,14	24,74	2,10	0,131	0,346	0,171
	Média	24,76	24,63	24,86					

FP: Farinha de penas; ENZ: Enzima; CV: Coeficiente de variação (%).

Médias com letras maiúscula diferentes na mesma linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

De acordo com Gomez *et al.* (2002), Le Bellego *et al.* (2002) e Campos *et al.* (2008) independentemente das exigências dos demais nutrientes estarem adequados nas rações, se houver a redução da proteína bruta em níveis maiores que 4% leva o animal à perda da eficiência do crescimento. Da mesma forma, Kerr e Easter (1995) citam que a redução unitária de proteína bruta para suínos em crescimento, vantajosamente reduz em 8% o nitrogênio excretado, no entanto, pode afetar as características de carcaça.

No presente trabalho os valores de rendimento de peito e de coxa + sobrecoxa foram inferiores aos obtidos por Santos *et al.* (2006) quando avaliaram diferentes níveis de farinha de penas (0, 3, 6 e 9%) para codornas para corte, e pode ser justificado pelas rações formuladas reduzindo a proteína e aminoácidos em 8% das exigências das aves.

4 CONCLUSÃO

O uso de até 5% de farinha de penas nas rações de codornas de corte pode ser recomendado para o período de 8 a 21 dias e total de 8 a 35 dias de idade.

A utilização da enzima protease nas rações em que foram suplementadas não contribuiu para melhor digestão da farinha de penas, havendo necessidade de estudos utilizando a enzima queratinase.

REFERÊNCIAS

- AJAYI H, I.; IYAYI E. A. Performance of broiler chickens fed hydrolysed feather meal. **Conference: Science into impact Conference on Animal Science 2015**, At Jubilee Campus, Nottingham University.UK.
- BARBOSA, N. A. A. *et al.* Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p.1497-1502, 2012.
- BELLAVER, C. *et al.* Substituição Parcial do Farelo de Soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frango de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n. 3, p. 233-240, 2001.
- CAMPOS, M. S. *et al.* Efeito da redução da proteína bruta da ração para suínos mantidos em termoneutralidade. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.7-11, 2008.
- COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V.; LIMA, R.C. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twnty-first century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n. 9, p.288-302, 2010.
- ELMAYERGI, H. H.; SMITH, R. E. Influence of growth of *Streptomyces fradiae* on pepsin-HCl digestibility and methionine content of feather meal. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 17, n. 8, p. 1067-1072. 1971.
- EYNG, C. *et al.* Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 80-85, 2012.
- FARAG, A. M.; HASSAN, M. A. Purification, characterization and immobilization of keratinase from *Aspergillus oryzae*. **Enzyme and Microbiol Technology**, v. 34, n.2, p. 85-93, 2004.
- GOMEZ, R.S. *et al.* Growth performance, diet apparent digestibility, and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. **Journal of Animal Science**, v. 80, n.3, p.644-653, 2002.
- GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.187-199.
- HOLANDA, M. A. C. *et al.* Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo dietas com farinha de penas hidrolisada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p 696-707, 2009.
- KERR, B. J.; EASTER, R. A. Effect of feeding reduced protein, amino acid supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, n.10, p.3000-3008, 1995.
- KLEMESRUD, M. J. *et al.* Limiting amino acids in meat and bone and poultry by-product meals. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 12, p. 3294-3300, 1997.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n. 3, p.691-701, 2002.

LEESON, S.; SUMMERS, J. **Nutrition of the chicken**. 4th Ed. Published by University Book, PO Box, v. 1326, p. 591, 2001.

MATIAS, C. F. Q. *et al.* Efeito da protease sobre o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.492-498, 2015.

NABER, E. C. *et al.* Effect of processing methods and amino acid supplementation on dietary utilization of feather meal protein by chicks. **Poultry Science**, v.40, n.5, p.1234-1245, 1961.

PAPADOPOULOS, M. C.; EL BOUSHY, A. R.; KETELAARS, E. H. Effect of different processing conditions on amino acid digestibility of feather meal determined by chicken assay. **Poultry Science**, v.64, n.9, p.1729-1741, 1985.

RIBEIRO, J. S. *et al.* Suplementação de enzimas amilase, fitase e protease para codornas japonesas em postura. **Boletim de Indústria Animal**, v.72, n.2, p.163-169, 2015.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 3^a edição, Viçosa, MG: UFV, 252 p., 2011.

SANTOS, A. L. S. *et al.* Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n.1, p.27-30, 2006.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.

WANG, X.; PARSONS, C. M. Effect of raw material source, processing systems and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. **Poultry Science**, v.77, n.6, p.834-841, 1998.

WANG, J. J.; GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 15, n.4, p. 544 – 550, 2006.

WILLIAMS, C. M. *et al.* Isolation, identification and characterization of a feather degrading bacterium. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 56, n.6, p. 1509 – 1515, 1990.