



Protease em dietas com baixa proteína contendo farinha de Penas para codornas de corte

[Protease in low-protein diets for meat-type quails containing feather meal]

T.F. Diana¹, S.R.F. Pinheiro^{1*}, F.S. Dalólio¹, L.R.B. Dourado²,
A.S. Santos¹, C.M. Bonafé¹, J.K. Valentin¹

¹Faculdade de Ciências Agrárias –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri –(FCA)/UFVJM– Diamantina, MG

²Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Bom Jesus, PI

RESUMO

Objetivou-se avaliar a suplementação de protease em dietas com baixa proteína contendo farinha de penas (FP) sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de codornas de corte. Foram utilizadas 240 codornas, machos, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x 3 (com e sem protease x 3 níveis de FP (0%, 5% e 10%)), totalizando seis tratamentos (dieta reduzida (DR) em 8% da exigência de proteína bruta e aminoácidos + 0% FP; DR + 5% FP; DR + 10% FP; DR + 0% FP + protease; DR + 5% FP + protease e DR + 10% FP + protease), quatro repetições de 10 codornas por parcela, nas fases de oito-21 dias e oito-35 dias de idade. Observou-se interação ($P \leq 0,05$) entre os níveis de FP e protease no ganho de peso de oito-21 dias. Os níveis de FP influenciaram ($P \leq 0,05$) o consumo de ração e o ganho de peso de oito-21 e oito-35 e a conversão alimentar de oito-21 dias. Verificou-se interação ($P \leq 0,05$) entre a protease e a inclusão de FP para o peso corporal aos 35 dias. Conclui-se que a FP pode ser utilizada em até 5% em dietas para codornas de corte sem suplementação com protease.

Palavras-chave: alimentos alternativos, aminoácidos sulfurosos, digestibilidade, enzimas exógenas

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate protease supplementation in low-protein diets containing feather meal (FP) on the performance and carcass yield of meat-type quails. Twenty male quails were used in a completely randomized design, in a 2 x 3 factorial scheme (with and without protease x 3 FP levels (0, 5 and 10%)), totaling six treatments (Reduced diet (RD) in 8% of the requirement of crude protein and amino acids + 0% FP; RD + 5% FP; RD + 10% FP; RD + 0% FP + protease; RD + 5% FP + protease and RD + 10% FP + protease), four replicates of 10 quails per plot, in the phases of 8-21 days and 8-35 days of age. Interaction ($P \leq 0.05$) was observed between FP and protease levels on weight gain over the period of 8-21 days. The levels of FP influenced ($P \leq 0.05$) the feed intake and the weight gain of 8-21 and 8-35 and the feed conversion ratio of 8-21 days. There was interaction ($P \leq 0.05$) between protease supplementation and FP inclusion for body weight at 35 days. It is concluded that FP can be used up to 5% in diets for meat-type quails without protease supplementation.

Keywords: alternative foods, sulfur-containing amino acids, digestibility, exogenous enzymes

INTRODUÇÃO

Em dietas avícolas, o farelo de soja constitui o principal ingrediente proteico, e sua utilização em larga escala onera o custo produtivo. Assim,

é necessário o conhecimento de pesquisas envolvendo a utilização de ingredientes proteicos de baixo custo, que não prejudiquem o desempenho das aves. Entre os ingredientes proteicos atualmente disponíveis, a farinha de penas (FP) pode ser uma alternativa viável para ser utilizada. De acordo com Eyng *et al.* (2012),

a

Recebido em 9 de outubro de 2018

Aceito em 27 de novembro de 2019

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: sandrafreitaspinheiro@gmail.com

FP, se bem processada industrialmente, apresenta proteína bruta em torno de 70% a 80%, com digestibilidade de aminoácidos essenciais de até 79%. Entretanto, a baixa padronização da composição nutricional da FP e as variações existentes nos mecanismos de processamento envolvendo altas temperaturas proporcionam geralmente baixa digestibilidade para aves. Isso é ainda mais evidente ao se comparar a FP com ingredientes proteicos de origem vegetal, como o farelo de soja (Rostagno *et al.*, 2011). Apesar da baixa digestibilidade e da ausência de padronização, existem vantagens em se utilizar a FP em dietas para aves. Khosravinia *et al.* (2015) citam que a utilização da farinha de subprodutos animais pode trazer consequências vantajosas em relação aos aspectos econômicos, diminuindo custos de produção das dietas e problemas ambientais, com a redução de contaminação dos recursos naturais, bem como problemas sociais.

Com o objetivo de aumentar a digestibilidade da FP e melhorar o seu aproveitamento, o uso de enzimas exógenas é uma ferramenta nutricional importante. Afinal, a sua utilização promove maior degradação do alimento e de seus fatores antinutricionais, proporciona maior disponibilidade de nutrientes para as codornas e auxilia na elaboração de dietas com reduzidos níveis de proteína bruta e de aminoácidos (Ribeiro *et al.*, 2015).

Entre as enzimas exógenas, o uso de protease em dietas formuladas com baixo teor de proteína bruta, associada à inclusão de farinhas de subprodutos animais contendo penas, pode proporcionar desempenho das aves semelhante àquelas alimentadas com dietas com os requerimentos nutricionais comercialmente utilizados (Mahmood *et al.*, 2017). Isto ocorre em razão de a suplementação com protease aumentar a digestibilidade e o incremento do valor nutricional da FP e de resíduos de abatedouros de aves que foram incluídos em dietas formuladas com baixo teor de proteína bruta, não afetando, portanto, o desempenho de frangos de corte e perus (Sahir *et al.*, 2016; Mahmood *et al.*, 2017). Nesse sentido, a suplementação com protease associada à inclusão de FP na alimentação de codornas de corte pode ser uma opção favorável para o maior

aproveitamento da fração proteica da dieta. Apesar de pesquisas (Santos *et al.*, 2006; Holanda *et al.*, 2009) relatarem benefícios da inclusão de FP na dieta de codornas de corte, ainda não existem relatos avaliando a inclusão de FP em dietas formuladas com reduzido teor de proteína bruta e aminoácidos associado à suplementação com protease.

Assim, objetivou-se avaliar a suplementação com protease em dietas reduzidas em proteína bruta e aminoácidos contendo diferentes níveis de inclusão de farinha de penas, sobre o desempenho e o rendimento de carcaça e de cortes de codornas de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos deste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção (Ceup) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), sob o protocolo n^o026/2016.

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, da UFVJM, em Diamantina, MG. Foram utilizadas 240 codornas de corte, machos, com oito dias de idade e peso médio de 35g, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3 (duas inclusões de protease (com e sem) x três níveis de farinha de penas (FP) (0%, 5% e 10%)), totalizando seis tratamentos com quatro repetições de 10 codornas por unidade experimental. Os tratamentos experimentais foram: T1: dieta reduzida (DR) em 8% da exigência de proteína bruta e aminoácidos (lisina, metionina + cistina e treonina) + 0% de FP; T2: DR + 5% FP; T3: DR + 10% FP; T4: DR + 0% FP + protease; T5: DR + 5% FP + protease e T6: DR + 10% FP + protease.

Todas as dietas experimentais foram fornecidas na forma farelada e formuladas à base de milho e farelo de soja, conforme 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 dietas seguindo a recomendação do fabricante (0,02%).

Protease em dietas...

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas para codornas de corte de oito 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

¹Por quilograma do produto: cobre 2500,00mg; colina 27,00mg; ferro 12,5mg; iodo 250,00mg; manganês 17,5mg; metionina 130,00g; selênio 20,00mg; sódio 120,00g; zinco 4500,00mg; ácido fólico 175,00mg; ácido nicotínico 28000,00mg; ácido pantotênico 2500,00mg; bacitracina de zinco 5100,00mg; BHA 500,00mg; BHT 500,00mg; biotina 12,50mg; vitamina A 500.000,00UI; vitamina B1 150,00mg; vitamina B12 2500,00mg; vitamina B2 800,00mg; vitamina B6 250,00mg; vitamina D3 170.000,00UI; vitamina E 2100,00UI; vitamina K3 400,00mg; salinomicina 12500,00mg/kg. ²Butil-hidroxitolueno. ³Areia lavada.

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas 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
Triptofanodigestível (%)	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

¹Por quilograma do produto: cobre 2500,00mg; colina 27,00mg; ferro 12,5mg; iodo 250,00mg; manganês 17,5mg; metionina 130,00 g; selênio 20,00mg; sódio 120,00g; zinco 4500,00mg; ácido fólico 175,00mg; ácido nicotínico 28000,00mg; ácido pantotênico 2500,00mg; bacitracina de zinco 5100,00mg; BHA 500,00mg; BHT 500,00mg; biotina 12,50mg; vitamina A 500.000,00UI; vitamina B1 150,00mg; vitamina B12 2500,00mg; vitamina B2 800,00mg; vitamina B6 250,00mg; vitamina D3 170.000,00UI; vitamina E 2100,00UI; vitamina K3 400,00mg; salinomicina 12500,00mg/kg. ²Butil-hidroxitolueno. ³Areia lavada.

Para o cálculo das dietas experimentais, foi realizada anteriormente a determinação da energia metabolizável aparente da FP para codornas de corte, pelo método de coleta total de excretas, obtendo-se o valor de 3006,65kcal/kg na matéria natural. Os níveis de aminoácidos totais considerados da FP 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 FP possui a digestibilidade em pepsina de 1:10000 a 0,2% em HCl 0,075N (mínimo) de 65%. A composição bromatológica dos demais

ingredientes seguiu as informações de Rostagno *et al.* (2011).

Após o nascimento, as aves foram alojadas em piso coberto com maravalha, em galpão de alvenaria, até o sétimo dia de idade, e foram alimentadas com dieta que atendia suas exigências nutricionais para o período em questão, conforme recomendações de Silva e Costa (2009). No oitavo dia, as aves foram pesadas e transferidas para as gaiolas de arame galvanizado (60cm de comprimento, 60cm de largura e 35cm de altura; 360cm²/ave), contendo comedouro tipo calha, bebedouro tipo copo de pressão e lâmpadas incandescentes para manter o

aquecimento. O fornecimento de água e de ração para as codornas foi à vontade.

As variáveis climáticas foram monitoradas diariamente às oito horas da manhã, 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 a fase de oito 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 (oito 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, do rendimento de carcaça e de cortes nobres. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e submetidas a jejum alimentar de seis horas. Posteriormente as codornas foram abatidas, depenadas, evisceradas e, em seguida, efetuaram-se 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, por meio da equação: Rendimento de carcaça (%) = [(peso da carcaça/peso vivo) x 100]. O rendimento percentual dos cortes foi realizado em função do peso da carcaça eviscerada sem pés e sem cabeça, segundo a equação: Rendimento de cortes (%) = [(peso do corte/peso da carcaça) x 100].

As médias das variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, considerando-se um nível de significância de até 5% pelo teste de Tukey, 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.

Os dados experimentais foram submetidos às análises de regressão polinomial quadrática e linear simples, considerando-se os níveis de farinha de penas e a suplementação com protease na dieta como variáveis independentes. Para verificar o ajuste dos modelos, foram considerados a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação (R^2).

RESULTADOS

Houve interação ($P < 0,05$) entre a inclusão de FP e a suplementação com protease somente para o ganho de peso na fase de oito a 21 dias de idade das codornas (Tab. 3). Houve efeito ($P < 0,05$) da inclusão de FP sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar no período de oito a 21 dias. Houve ajuste linear decrescente para o consumo de ração ($CR = 211,3494 - 1,0272FP$; $R^2 = 0,60$) à medida que aumentou a inclusão de FP nas dietas. Com o desdobramento dos fatores para o ganho de peso das aves, verificou-se ajuste linear decrescente para a inclusão da FP ($GP = 102,1398 - 1,3783FP$; $R^2 = 0,97$) nas dietas com suplementação de protease. A conversão alimentar piorou devido ao aumento da inclusão de FP nas dietas, de acordo com o ajuste da equação linear crescente ($CA = 2,0802 + 0,0181FP$; $R^2 = 0,95$).

Não foi observada interação ($P > 0,05$) da inclusão de FP e da suplementação com protease sobre o desempenho das codornas no período de oito a 35 dias de idade (Tab. 4). A inclusão de FP influenciou ($P \leq 0,05$) o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das codornas na fase de oito a 35 dias. Para o consumo de ração, verificou-se efeito linear decrescente ($CR = 526,276 - 2,6879FP$; $R^2 = 0,86$), revelando que a inclusão de FP reduziu o consumo. Da mesma forma, obteve-se ajuste linear decrescente para o ganho de peso ($GP =$

185,332 - 2,395FP; $R^2=0,98$) à medida que houve inclusão da FP. Para a conversão alimentar, observou-se ajuste linear crescente

$CA= 2,8105 + 0,02931FP$ ($R^2= 0,82$), devido à inclusão de FP na dieta das codornas.

Tabela 3. Média e desvio-padrão do consumo de ração (CR), do ganho de peso (GP) e da conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com dietas contendo farinha de penas suplementadas ou não com protease, no período de oito 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±6,20	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 protease; CV: coeficiente de variação (%). Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Tabela 4. Média e desvio-padrão do consumo de ração (CR), do ganho de peso (GP) e da conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com dietas contendo farinha de penas suplementadas ou não com protease, no período de oito 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 protease; CV: coeficiente de variação (%). Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Houve interação ($P\leq 0,05$) entre a suplementação com protease e a inclusão de FP sobre o peso corporal das aves aos 35 dias de idade (Tab. 5). O peso corporal das codornas apresentou efeito ($P\leq 0,05$) para os níveis de FP estudados, porém não foi observado efeito ($P>0,05$) para a suplementação com protease.

Após o desdobramento da interação entre a inclusão de FP e a suplementação com protease nas dietas para o peso corporal, observou-se ajuste linear decrescente para ambas as situações

(equação ajustada para peso corporal das codornas aos 35 dias que receberam dietas suplementadas com protease e inclusão de FP: $PC = 223,055 - 2,033FP$ ($R^2= 0,54$); equação ajustada para o peso corporal das codornas aos 35 dias que receberam dietas sem suplementação com protease e inclusão de FP: $PC= 221,167 - 1,50FP$ ($R^2= 0,59$)). Assim, independentemente da suplementação com protease, o peso corporal das aves aos 35 dias reduziu devido à inclusão de FP nas dietas.

Tabela 5. Média e desvio-padrão do peso corporal (PC), do rendimento de carcaça (RC), do rendimento de peito (RP) e do rendimento de coxa+sobrecoxa (RCXSB) de codornas de corte alimentadas com dietas contendo farinha de penas, suplementadas ou não com protease, aos 35 dias de idade

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

FP: farinha de penas; ENZ: enzima: protease; CV: coeficiente de variação (%). Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

DISCUSSÃO

No presente estudo, foi observado que a inclusão de FP acima de 5% nas dietas com reduzido teor de proteína bruta e aminoácidos para codornas de corte, independentemente da suplementação com protease, reduziu o consumo de ração, o ganho de peso e piorou a conversão alimentar na fase de oito a 21 dias. Santos *et al.* (2006) também identificaram redução linear no consumo de ração de codornas de corte na fase de um a 21 dias de idade, em que o nível de inclusão de FP foi em até 9%. Khosravinia *et al.* (2015) e Mahmood *et al.* (2017) também observaram que, ao se aumentar a inclusão de farelo misto de abatedouro de aves (penas, cabeça, pés, vísceras e sangue) em dietas para frangos de corte, ocorreu redução no consumo de ração na fase de um a 21 dias de idade.

A redução no desempenho das aves na fase inicial à medida que houve inclusão de FP nas dietas pode ser justificada pelo fato de que a FP possui basicamente proteínas de estrutura terciária em sua composição, com alta estabilidade e elevado grau de insolubilidade e hidrofobicidade devido às pontes dissulfeto, impedindo, dessa forma, a ação de enzimas proteolíticas (Schrooten *et al.*, 2001; Eyng *et al.*, 2012). Além de aspectos ligados à composição da fração proteica da FP, fatores associados ao processamento desse alimento podem afetar diretamente o seu aproveitamento pelas aves. Holanda *et al.* (2009) observaram piora da

conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo FP e justificaram que o mau cozimento das penas nos digestores industriais acarreta a formação do dipeptídeo lantionina. Segundo Leeson e Summers (2001), a lantionina afeta o balanço aminoacídico das dietas, podendo ocasionar mudanças na estrutura da proteína com a ligação dela entre substâncias como carboidratos e lipídeos, prejudicando, assim, a disponibilidade dos aminoácidos e o aporte energético.

Outro fator que contribui para a redução do desempenho das codornas com inclusão acima de 5% de FP é a imaturidade do sistema digestivo para favorecer a secreção enzimática para a digestão proteica. De acordo com Ding *et al.* (2016), o pâncreas e o duodeno de aves jovens não produzem tripsina em quantidade adequada, em razão de não estarem totalmente maduros, e a suplementação com protease em dietas reduzidas em proteína bruta e formuladas à base de milho e farelo de soja aumenta a atividade de tripsina em frangos aos 21 e 42 dias. Tendo em vista que a FP possui a queratina como componente proteico, essa informação pode justificar, em parte, a redução do ganho de peso observado no presente estudo para as aves alimentadas com dietas com inclusão de FP, independentemente da suplementação com protease. Assim, a ausência de efeito da protease pode ser devido à não especificidade enzimática em relação à fonte proteica.

No presente estudo, todas as dietas foram formuladas com reduzido nível de proteína bruta e dos principais aminoácidos limitantes (lisina, metionina e treonina). Apesar de a protease aumentar a digestibilidade proteica e a energia metabolizável das dietas para aves jovens, esse efeito pode não ser significativo ao ponto de aumentar o desempenho, devido ao desbalanço de aminoácidos essenciais e ao reduzido teor de nitrogênio endógeno para a síntese de aminoácidos não essenciais quando as aves são alimentadas com dietas com reduzido teor de proteína bruta (Angel *et al.*, 2011; Sahir *et al.*, 2016). Portanto, a não especificidade da protease e o reduzido substrato para ação dela em outras fontes proteicas na dieta, como o farelo de soja, contribuíram para a ausência de efeito da suplementação enzimática no desempenho das codornas alimentadas com dietas reduzidas em proteína bruta e aminoácidos com inclusão de FP.

No presente estudo, na fase de oito a 35 dias, a inclusão de até 5% de FP na dieta de codornas proporcionou ganho de peso semelhante ao das aves alimentadas com dietas à base de milho e de farelo de soja. De maneira semelhante, Holanda *et al.* (2009), ao avaliarem níveis de inclusão de FP em dietas para frangos de corte, no período de um a 42 dias de idade, verificaram que a inclusão de até 8% de FP proporcionou ganho de peso das aves semelhante ao dos frangos alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja. Mahmood *et al.* (2017) também observaram que a inclusão de até 3% de farinha mista de abatedouro de aves, em dietas com nível de proteína reduzido, não afetou o desempenho de frangos de corte até os 35 dias de idade.

A redução do consumo de ração das codornas observada na fase de oito a 35 dias pode ser devido também ao perfil proteico e aminoácido da FP. A digestibilidade ileal estandardizada de lisina, metionina+cistina e treonina na FP é de 24%, 25% e 17%, respectivamente, inferior ao farelo de soja (Rostagno *et al.*, 2011). Ainda de acordo com Wang e Parsons (1998), os procedimentos para obtenção da FP, em relação ao tempo de processamento e à temperatura, influenciam na sua qualidade. Segundo esses autores, aumento de temperatura e de tempo de processamento provoca queda na biodisponibilidade de aminoácidos, além de

ocasionar queima do produto e redução do seu valor nutricional.

A suplementação com protease não influenciou as variáveis consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar na fase total (oito a 35 dias). De forma semelhante, Ribeiro *et al.* (2015) avaliaram a suplementação das enzimas protease, fitase e amilase nas dietas para codornas japonesas em postura e não observaram efeito no consumo de ração e na conversão alimentar. Por outro lado, Wang *et al.* (2006) observaram aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar de frangos de corte com a suplementação da enzima queratinase em dietas reduzidas em proteína bruta e aminoácidos essenciais, tendo o farelo de soja como fonte proteica.

É importante salientar que as dietas formuladas tiveram redução de 8% nos teores de proteína bruta e aminoácidos em relação às exigências para codornas de corte recomendadas por Silva e Costa (2009). De acordo com Wang *et al.* (2006), em dietas com teor proteico deficiente em relação às exigências das aves, existe potencial de resposta de proteases exógenas na liberação de aminoácidos no trato digestivo, favorecendo o desempenho. No entanto, no presente estudo, a suplementação com protease na dieta não influenciou o desempenho das aves. Como citado anteriormente, a ausência de efeito da protease no desempenho está diretamente ligada com sua atuação no substrato, pois a FP contém, em sua forma estrutural, queratina; essa, por sua vez, é hidrolisada por meio da enzima queratinase (Farage Hassan, 2004; Wang *et al.*, 2006).

Sahir *et al.* (2016) afirmam que a quantidade e a qualidade da proteína influenciam no desempenho das aves, bem como na eficácia de atuação das proteases exógenas adicionadas às dietas. Contudo, existem relatos da utilização de enzimas na melhoria do desempenho das aves alimentadas com dietas contendo FP e formuladas com adequados teores de proteína bruta e de aminoácidos. Mutucumarana *et al.* (2010) observaram que a farinha mista de abatedouro de frangos pode ser usada em até 10% nas dietas, associada à suplementação com complexo enzimático SSF e lipase, sem prejudicar o desempenho de codornas de corte até os 35 dias de idade. Já Mahmood *et al.* (2018)

observaram que a farinha mista de abatedouro de aves pode ser utilizada em até 3%, associada à suplementação de protease, sem prejudicar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte aos 35 dias de idade.

No presente estudo, para as características de carcaça, observou-se que apenas o peso corporal das codornas aos 35 dias foi influenciado pela inclusão de FP, independentemente da suplementação com protease. Além disso, os valores de rendimento de peito e de coxa + sobrecoxa foram inferiores aos observados por Santos *et al.* (2006), quando avaliaram diferentes níveis de FP (0%, 3%, 6% e 9%) para codornas de corte, em dietas formuladas com níveis adequados de proteína bruta e aminoácidos. Isso pode ser justificado pela redução de proteína bruta e de aminoácidos, como lisina e metionina, que estão ligados diretamente ao aumento de deposição proteica na carcaça.

De acordo com Kerr e Easter (1995), apesar de a redução unitária de proteína bruta em dietas para suínos em crescimento reduzir em até 8% o nitrogênio excretado, ocorre prejuízo em relação às características de carcaça. Gomez *et al.* (2002), Le Bellego *et al.* (2002) e Mahmood *et al.* (2017) afirmaram que, independentemente de as exigências dos demais nutrientes estarem adequadas nas dietas, se houver a redução da proteína bruta em níveis maiores que 3% a 4%, ocorre perda da eficiência do crescimento. Tais resultados justificam a redução do peso corporal das codornas aos 35 dias, indicando que a redução proteica e de aminoácidos na dieta em até 8% pode não ser uma alternativa nutricional viável para a produção de codornas de corte.

CONCLUSÃO

A inclusão de até 5% de farinha de penas em dietas formuladas com baixa proteína para codornas de corte pode ser recomendada para o período de oito a 21 dias e de oito a 35 dias de idade. A suplementação com protease nas dietas com baixa proteína e aminoácidos não contribuiu para melhorar a digestão da farinha de penas, havendo necessidade de estudos utilizando a enzima queratinase.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ANGEL, C.R.; SAYLOR, W.; VIEIRA, S.L., WARD, N. Effects of monocomponent protease on performance and protein utilization in 7-to 22 day-old broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.90, p.2281-2286, 2011.
- DING, X.M.; LI, D.D.; LI, Z.R.; WANG, J.P. *et al.* Effects of dietary crude protein levels and exogenous protease on performance, nutrient digestibility, trypsin activity and intestinal morphology in broilers. *Livest. Sci.*, v.193, p.26-31, 2016.
- EYNG, C.; NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados. *Rev. Bras. Zootec.*, v.41, p.80-85, 2012.
- FARAG, A.M.; HASSAN, M.A. Purification, characterization and immobilization of keratinase from *Aspergillus oryzae*. *Enzyme Microbiol. Technol.*, v.34, p.85-93, 2004.
- GOMEZ, R.S.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; CHEN, H.Y. 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. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.644-653, 2002.
- HOLANDA, M.A.C.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; HOLANDA, M.C.R. *et al.* Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo dietas com farinha de penas hidrolisada. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.10, 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. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.3000-3008, 1995.

- KHOSRAVINIA, H.; AZARFAR, A.; SOKHTEHZARY, A. Effects of substituting fish meal with poultry by-product meal in broiler diets on blood urea and uric acid concentrations and nitrogen content of litter. *J. Appl. Anim. Res.*, v.43, p.191-195, 2015.
- LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on performance of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.691-701, 2002.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. *Nutrition of the chicken*. 4.ed. Sheffield: University Book, PO Box, 2001. p.591.
- MAHMOOD, T.; MIRZA, M.A.; NAWAZ, H.; SHAHID, M. *et al.* Effect of supplementing exogenous protease in low protein poultry by-product meal based diets on growth performance and nutrient digestibility in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.228, p.23-31, 2017.
- MAHMOOD, T.; MIRZA, M.A.; NAWAZ, H.; SHAHID, M. Exogenous protease supplementation of poultry by-product meal-based diets for broilers: Effects on growth, carcass characteristics and nutrient digestibility. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.102, p.233-241, 2018.
- MUTUCUMARANA, R.K.; SAMARASINGHE, K.; RANJITH, G.W.H.A.A.; WIJERATNE, A.W. *et al.* Poultry offal meal as a substitute to dietary soybean meal for japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*): Assessing the maximum inclusion level and the effect of supplemental enzymes. *Trop. Agric. Res.*, v.21, p.293-307, 2010.
- RIBEIRO, J.S.; FASSANI, E.J.; MAKIYAMA, L.; CLEMENTE, A.H.S. Suplementação de enzimas amilase, fitase e protease para codornas japonesas em postura. *Bol. Ind. Anim.*, v.72, p.163-169, 2015.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos*. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- SAHIR, M.H.; RAHIMI, R.; TAHERI, H.R.; HEIDARINIYA, A. *et al.* Effect of protein source and protease addition on performance, blood metabolites and nutrient digestibility of turkeys fed on low-protein diets from 28 to 55 d post hatch. *Br. Poult. Sci.*, v.57, p.390-396, 2016.
- SANTOS, A.L.S.; GOMES, A.V.C.; PESSÔA, M.F.; MOSTAFÁ, S. *et al.* Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. *Acta. Sci. Anim. Sci.*, v.28, p.27-30, 2006.
- SCHROOYEN, P.M.M.; DIJKSTRA, P.J.; OBERTHÜR, R.C.; BANTJES, A. *et al.* Stabilization of solutions of feather keratins by sodium dodecyl sulfate. *J. Colloid Interface Sci.*, v.240, p.30-39, 2001.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. *Tabela para codornas japonesas e europeias*. 2.ed. Jaticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.
- WANG, J.J.; GARLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.*, v.15, p.544-550, 2006.
- WANG, X.; PARSONS, C.M. Effect of raw material source, processing systems and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poult. Sci.*, v.77, p.834-841, 1998.