

## Desempenho e características de carcaça de codornas de corte alimentadas com farelo de crambe

*Performance and carcass traits of meat type quails fed with crambe meal*

BARBOSA, Keila Abadia<sup>1</sup>; PINHEIRO, Sandra Regina Freitas<sup>1\*</sup>; VIEIRA, Dayane Josiane<sup>1</sup>; CARVALHO, Débora Cristine Oliveira<sup>2</sup>; DOURADO, Leilane Rocha Barros<sup>3</sup>; BONAFÉ, Cristina Moreira<sup>1</sup>, NETO, Gleydson Luiz de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Zootecnia, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Vale São Francisco, Colegiado de Zootecnia, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

\*Endereço para correspondência: sandrafreitaspinheiro@gmail.com

### RESUMO

O farelo de crambe é um resíduo que tem sido estudado como fonte proteica alternativa ao farelo de soja. O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a inclusão do farelo de crambe na alimentação de codornas de corte. Foram utilizadas 390 codornas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições de 13 aves por parcela. As fases experimentais foram: inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e total (8 a 35 dias). Os tratamentos consistiram de uma ração testemunha sem o farelo de crambe e os demais pela inclusão da proteína do farelo de crambe em substituição a do farelo de soja nos níveis de 0, 3, 6, 9 e 12%. Avaliou-se o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. O rendimento de carcaça, cortes e análise de rentabilidade econômica foram avaliados aos 35 dias de idade. Não houve diferença significativa sobre o desempenho das codornas alimentadas com rações em que houve inclusão do farelo de crambe para todas as fases avaliadas. Da mesma forma, em relação às características de carcaça não se observou efeito da inclusão do farelo de crambe nas rações. Portanto, recomenda-se a inclusão do farelo de crambe nas rações de codornas em até 12% do nível de proteína, por não influenciar negativamente no desempenho das aves. Para o estudo da análise de rentabilidade econômica, o tratamento que apresentou o melhor índice foi o de 6% de inclusão da proteína do farelo de crambe.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, análise econômica, proteína bruta

### SUMMARY

Crambe meal is a residue that has been studied as an alternative protein source to soybean meal. The experiment was conducted with the objective of evaluating the inclusion of crambe meal in feed of meat type quails. We used 390 quails, distributed in a completely randomized design, with five treatments, six replicates of 13 birds per plot. The experimental phases were: initial (8 to 21 days), growth (22 to 35 days) and total (8 to 35 days of age). Treatments consisted of a control diet without the crambe meal and the others by the inclusion of the crambe meal protein in replacement of soybean meal protein at the levels of 0, 3, 6, 9 and 12%. Feed intake, body weight gain and feed conversion were evaluated. Carcass yield, cuts and economic profitability analysis were evaluated at 35 days of age. There was no significant difference in the performance of quails fed with diets in which crambe meal was included for all phases evaluate. Similarly, in relation to the carcass traits no effect of crambe meal inclusion in the diets. Therefore, the inclusion of crambe meal in diet of quails up to 12% of the protein level is recommended as it does not negatively influence poultry performance. For the study of the economic profitability analysis, the treatment that presented the best index was the 6% of the inclusion of the crambe meal protein.

**Keywords:** alternative food, crude protein, economic analysed

## INTRODUÇÃO

O farelo de crambe é um coproduto que vem sendo avaliado em rações de várias espécies animais, como frangos de corte (LEDOUX et al., 1999), bovinos de corte (MENDONÇA et al., 2015) e de leite (OLIVEIRA et al., 2016), ovinos (DORIGON & GAI, 2016), juvenis de jundiá (LOVATTO et al., 2014) e tilápia do Nilo (MOURA et al., 2015) sendo obtido após a extração do óleo da semente do crambe (*Crambe abyssinica*) para a produção de biodiesel.

O crambe é uma planta de inverno, originária do Mediterrâneo e tem sido cultivada na África, Ásia, Europa, Estados Unidos, México e América do Sul, como cultura para cobertura do solo (TONISSI et al., 2010). Apresenta tolerância ao déficit hídrico e temperaturas mais baixas, sua produção é viável para regiões do Centro Sul do Mato Grosso do Sul, Norte e Nordeste do Paraná e Sul de São Paulo (PITOL et al., 2010). É uma excelente alternativa para rotação de culturas, podendo ser semeada no período de entressafra. É uma cultura anual de baixo custo e apresenta ciclo precoce, de aproximadamente 90 dias, com potencial produtivo em torno de 1.000 e 1.500 kg ha<sup>-1</sup> (PITOL et al., 2010) e rendimento de óleo no grão chega a 38% (CARDOSO et al., 2012), demonstrando potencial para produção de biodiesel.

No farelo são encontrados 28 a 33% de proteína bruta, porém o alto teor de fibra e a presença de fatores antinutricionais como glicosinolatos, ácido erúxico, ácido fítico entre outros (COLODETTI et al., 2012) podem limitar a sua utilização nas rações de monogástricos (DORIGON & GAI, 2016). Os efeitos que esses fatores antinutricionais podem ocasionar às funções fisiológicas das codornas, bem

como a avaliação do desempenho produtivo e reprodutivo são desconhecidos, sendo necessário obter informações sobre os possíveis níveis de toxicidade para a espécie em questão. Ao avaliar o uso do farelo de crambe para frangos de corte, Ledoux et al. (1999) observaram aumento do fígado, do rim e da tireóide em frangos que consumiram maiores proporções (100 e 150 g/kg) do farelo. Os autores observaram lesões microscópicas na tíbia e tireóide das aves aos 28 dias de idade e sugeriram que as lesões da tireóide podem ter sido causadas pelo nitrilo que estava presente em altas concentrações no farelo.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho, o rendimento de carcaça e a rentabilidade econômica de codornas de corte alimentadas com rações suplementadas com farelo de crambe como fonte proteica em substituição à proteína do farelo de soja nas fases inicial, crescimento e total.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG, no período de julho a agosto de 2015. Foram utilizadas 390 codornas machos e fêmeas, *Coturnix coturnix*, da linhagem LF1, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições contendo treze aves por unidade experimental.

As fases experimentais foram divididas em inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e período total (8 a 35 dias de idade). Na fase pré inicial (1 a 7 dias)

que antecedeu o início do experimento, as aves foram alimentadas com a ração formulada com milho e farelo de soja principalmente, e atenderam as exigências das codornas de acordo com Silva & Costa (2009). Nessa fase as aves foram criadas em piso de cimento coberto com cama de maravalha e mantidas em círculo de proteção, contendo campânulas com lâmpadas infravermelho de 250 watts como fonte de aquecimento.

Aos 8 dias de idade das aves iniciou-se o experimento e houve a transferência das codornas para as gaiolas experimentais montadas em baterias de quatro andares, confeccionadas em arame galvanizado, com 0,60 x 0,60 x 0,35cm de largura, comprimento e altura, respectivamente. Durante todo o tempo de vida as aves receberam água e ração *ad libitum* e a permanência nas gaiolas foi durante as fases inicial e de crescimento.

Os tratamentos consistiram em uma ração testemunha, sem farelo de crambe, e os demais pela inclusão da proteína do farelo de crambe, nos níveis de 0, 3, 6, 9 e 12% (Tabelas 1 e 2). As rações foram formuladas de acordo com o resultado obtido em experimento realizado anteriormente para determinação da energia metabolizável aparente do farelo de crambe de 2415,58 kcal. O resumo das composições químicas dos alimentos utilizados encontram-se na Tabela 3.

Todas as rações experimentais atenderam às exigências nutricionais das codornas de corte, em todos os nutrientes, conforme descrito por Silva & Costa (2009).

As variáveis de desempenho avaliadas ao final de cada período experimental foram: o consumo de ração (g/ave), o ganho de peso (g/ave) e a conversão

alimentar (g ração consumida/ g de ganho). O rendimento de carcaça, cortes e análise de rentabilidade econômica foram avaliados aos 35 dias de idade das codornas.

Aos 35 dias foram retiradas três aves por unidade experimental para análises de rendimento de carcaça e cortes. As aves passaram por jejum alimentar de seis horas, sendo posteriormente pesadas, identificadas e insensibilizadas por deslocamento cervical, sendo abatidas e sangradas por aproximadamente três minutos. A escaldagem das aves foi realizada a uma temperatura de 50 a 55°C, de 10 a 30 segundos. As aves foram depenadas manualmente para avaliação do rendimento da carcaça e cortes.

Foram retiradas as vísceras, cabeça e pés das aves, realizando em seguida nova pesagem. Os cortes de peito e coxa + sobrecoxa foram retirados e pesados individualmente. O rendimento de cortes foi determinado dividindo o peso de cada parte, pelo peso da carcaça eviscerada e o resultado multiplicado por 100. O rendimento de carcaça foi obtido por meio da relação do peso da carcaça eviscerada, sem a cabeça e pés, dividido pelo peso vivo e multiplicado por 100.

Os resultados obtidos foram analisados utilizando-se o programa estatístico Saeg (1997). Para a determinação dos níveis ótimos de inclusão da proteína do farelo de crambe foram utilizados os modelos de regressão polinomial quadrática e linear simples ao nível de 5% de probabilidade. Para a comparação dos resultados obtidos entre a ração testemunha com cada um dos níveis de inclusão da proteína do farelo de crambe foi utilizado o teste Dunnett a 5%.

Tabela 1. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	Inclusão da proteína do farelo de crambe (%)				
	0	3	6	9	12
Milho moído (7,88%)	51,635	49,220	48,383	47,548	46,712
Farelo de soja (45%)	42,620	42,287	40,557	38,832	37,105
Farelo de crambe (28%)	0,000	2,348	4,700	7,045	9,393
Fosfato bicálcico	1,121	1,133	1,153	1,174	1,194
Óleo de soja	1,765	2,099	2,137	2,175	2,212
Calcário calcítico	1,120	1,118	1,120	1,122	1,124
Sal comum	0,381	0,382	0,383	0,385	0,386
Suplemento mineral <sup>(1)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Suplemento vitamínico <sup>(2)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina HCl (79%)	0,240	0,257	0,316	0,375	0,434
DL-Metionina (99%)	0,418	0,429	0,451	0,474	0,496
L-Treonina (99%)	0,250	0,263	0,296	0,328	0,361
L-Valina (99%)	0,000	0,155	0,055	0,094	0,134
Cloreto de colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Antioxidante <sup>(3)</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	24,552	25,000	25,000	25,000	25,000
Energia metabolizável (Kcal)	2900	2900	2900	2900	2900
Cálcio (%)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Fibra bruta (%)	3,435	3,843	4,196	4,548	4,900
Lisina digestível (%)	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370
Metionina+cistina digestível(%)	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
Treonina digestível (%)	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
Triptofano digestível (%)	0,273	0,269	0,259	0,249	0,238
Valina digestível (%)	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010

<sup>1</sup>Por 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.

<sup>2</sup>Por 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.

<sup>3</sup>Butil hidroxitolueno.

Tabela 2. Composição nutricional da ração experimental para codornas de corte de 22 a 35 dias de idade

Ingredientes	Inclusão da proteína do farelo de crambe (%)				
	0	3	6	9	12
Milho moído (7,88%)	58,582	55,901	54,915	54,116	53,317
Farelo de soja (45%)	35,654	35,854	34,574	33,130	31,687
Farelo de crambe	0,000	2,066	4,133	6,200	8,266
Fosfato bicálcico	0,901	0,907	0,924	0,941	0,959
Óleo de soja	2,867	3,268	3,361	3,420	3,480
Calcário calcítico	0,920	0,916	0,917	0,919	0,920
Sal comum	0,330	0,332	0,333	0,334	0,335
Suplemento mineral <sup>(1)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Suplemento vitamínico <sup>(2)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina HCl (79%)	0,000	0,000	0,045	0,094	0,144
DL-Metionina (99%)	0,233	0,238	0,256	0,275	0,294
L-Treonina (99%)	0,064	0,685	0,094	0,121	0,149
Cloreto de colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Antioxidante <sup>(3)</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	21,397	21,945	22,000	22,000	22,000
Energia metabolizável (kcal)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
Cálcio (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo disponível (%)	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Fibra bruta (%)	3,139	3,518	3,838	4,152	4,466
Lisina digestível (%)	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020
Metionina+cistina digestível (%)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Treonina digestível (%)	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780
Triptofano digestível (%)	0,236	0,235	0,228	0,219	0,210

<sup>1</sup>Por 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.

<sup>2</sup>Por 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.

<sup>3</sup>Butil hidroxitolueno.

Tabela 3. Composição química dos alimentos utilizados na matéria seca

Item	Farelo de Soja <sup>(1)</sup>	Farelo de Crambe <sup>(2,3)</sup>	Milho <sup>(1)</sup>
Proteína bruta (%)	45,22	28,00	7,88
Energia metabolizável (kcal)	4090	4227	3940
Cálcio (%)	0,27	1,06	0,23
Fósforo total (%)	0,63	1,09	0,17
Lisina total (%) <sup>(3)</sup>	3,94	1,39	0,23
Metionina total (%) <sup>(3)</sup>	0,67	0,52	0,17
Treonina total (%) <sup>(3)</sup>	2,00	1,37	0,35
Triptofano total (%) <sup>(3)</sup>	0,70	0,42	0,06

<sup>1</sup>Rostagno et al. (2011); <sup>2</sup>Laboratório de Nutrição Animal-UFVJM; <sup>3</sup>Evonik Industries AG.

O estudo da viabilidade econômica foi realizado a partir dos cálculos descritos por Ramos et al. (2011) sendo reunido os dados de todas as repetições por tratamento. 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 (PV),  $RBMe = Q \times PV$ . A margem bruta média (MBMe) é a diferença entre a receita bruta média (RBMe) e o custo médio de arraçãoamento (CMeA),  $MBMe = RBMe - CMeA$ . O custo médio de arraçãoamento (CMeA) representa a quantidade de ração consumida (CR) e o custo médio da ração (CMeR) sendo definido por,  $CMeA = CR \times CMeR$ . E o índice de rentabilidade (IR) representa a diferença entre a margem bruta média (MBMe) e quociente entre o custo médio com arraçãoamento (CMeA),  $IR = MBMe \times 100 / CMeA$ .

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 unitário da codorna viva (R\$ 8,00) foi o adotado na região de Diamantina, MG. Entretanto, o preço do quilo da ração foi considerado a partir dos preços dos ingredientes de cada tratamento no período de julho e agosto de 2015.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias de máxima e de mínima registradas diariamente dentro da sala experimental e a mortalidade ocorrida nas duas fases foram contabilizadas para as correções dos resultados de desempenho e para a rentabilidade econômica da criação (Tabela 4).

De acordo com Matos (2007) a temperatura ideal para codornas de corte na fase inicial deve ser de 38°C e Sousa et al. (2014) relatam que a zona de conforto térmico na fase de crescimento de 22 a 28 dias e 29 a 35 dias são de 26,7° C e 25,6° C respectivamente, logo pode-se inferir que as aves não foram expostas à situações de estresse térmico.

Tabela 4. Temperatura ambiente média (mínima e máxima) registrada dentro da instalação e taxa de mortalidade

Fase	Temperatura (° C)		Mortalidade <sup>(3)</sup>
	Mínima	Máxima	
Inicial	35,28 (32) <sup>(1)</sup>	37,28 (39) <sup>(2)</sup>	2
Crescimento	22,29 (18) <sup>(1)</sup>	27,95 (29) <sup>(2)</sup>	

<sup>1</sup>Menor temperatura registrada na instalação no período de 8 a 35 dias; <sup>2</sup>Maior temperatura registrada na instalação no período de 8 a 35 dias; <sup>3</sup>Mortalidade contabilizada no período de 8 a 35 dias.

Os resultados de desempenho referente ao consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas de corte alimentadas com rações contendo inclusões da proteína bruta do farelo de crambe para as fases inicial (8 a 21

dias), de crescimento (22 a 35 dias) e período total (8 a 35 dias de idade) encontram-se na Tabela 5.

Observou-se que o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar na fase inicial, de 8 a 21 dias, não foram

influenciados ( $P \geq 0,05$ ) pela inclusão da proteína do farelo de crambe. No entanto, devido às estimativas elevadas dos coeficientes de variação para o consumo de ração e conversão alimentar das aves, esse fato pode ter dificultado a expressão de resultados significativos estatisticamente. BÖHM et al. (2005) em experimento com suínos utilizando o farelo e a torta

de crambe nos níveis de 5 e 10% de substituição na dieta basal, observaram uma predisposição para distúrbios digestivos quando os suínos foram alimentados com nível 10% de inclusão de farelo de crambe, mas para as avaliações de desempenho não houve alterações em relação à ração controle.

Tabela 5. Médias e desvio padrão do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com inclusões da proteína do farelo de crambe nas rações

Proteína do farelo de crambe (%)	Variáveis		
	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)
8 a 21 dias de idade			
0	182,08±21,44	118,68±4,39	1,539±0,21
3	171,41±18,08	114,35±4,19	1,518±0,21
6	156,26±19,63	115,59±1,65	1,352±0,18
9	164,67±25,22	114,84±4,93	1,459±0,26
12	177,04±18,52	117,43±2,49	1,507±0,16
CV*(%)	12,18	3,22	14,11
P Valor	0,25	0,25	0,56
22 a 35 dias de idade			
0	277,36±11,41	106,77±3,20	2,601±0,16
3	272,05±24,14	104,41±5,30	2,604±0,17
6	281,18±17,85	103,92±7,53	2,709±0,12
9	274,90±23,29	102,16±7,48	2,823±0,20
12	292,20±4,97	109,31±4,60	2,674±0,08
CV*(%)	3,22	14,11	12,18
P Valor	0,25	0,56	0,25
8 a 35 dias de idade			
0	459,44±21,95	225,45±3,69	2,039±0,11
3	443,47±22,68	218,76±7,61	2,027±0,08
6	437,44±22,88	219,51±7,67	1,993±0,09
9	439,57±29,34	217,00±6,52	2,064±0,14
12	469,04±18,55	226,74±5,44	2,068±0,07
CV*(%)	5,19	2,87	4,86
P Valor	0,11	0,49	0,69

\*CV= coeficiente de variação; P valor = valor F da Anova.

Avaliando a substituição da farinha de carne e ossos suína por farelo de girassol e de crambe na dieta de juvenis jundiá (*Rhamdia quelen*), os autores Lovatto et al. (2014) observaram que ao final do

período experimental não houve efeito para massa corporal, taxa de crescimento específico, ganho de peso e comprimento padrão dos peixes. Entretanto, observaram que os peixes alimentados

com 25% de farelo de crambe apresentaram maior comprimento total e aqueles alimentados com 50% apresentaram menor comprimento total e maior atividade da enzima protease ácida (pepsina). Os autores sugeriram que ocorreu uma adaptação nutricional dos peixes à dieta, possivelmente modificando seu metabolismo na tentativa de quebrar de forma mais efetiva a proteína da dietética.

Para a fase de crescimento (22 a 35 dias), também não houve efeito significativo ( $P \geq 0,05$ ) para o desempenho das codornas alimentadas com inclusões da proteína bruta do farelo de crambe.

Similarmente, Pettro et al. (2014) não observaram diferenças no desempenho de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo, respectivamente, 20,84 e 25% do farelo de crambe, *in natura* ou reduzido em antinutrientes, em substituição às farinhas de origem animal. Os autores concluíram que no nível de inclusão estudado, esse ingrediente não necessita de um processo prévio para remoção dos antinutrientes.

Os efeitos da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de crambe em dietas para tilápias do Nilo suplementadas com complexo enzimático ou não, foram estudados por Moura et al. (2015). Os autores evidenciaram que a inclusão de 20% da proteína do farelo de crambe reduziu o peso final e o ganho de peso e, piorou a conversão alimentar dos peixes e justificaram que o aumento do farelo de crambe nas dietas aumentou o teor de fibra, no qual, promoveu baixo tempo de retenção da dieta no trato digestivo. No entanto, ao adicionar o complexo enzimático houve melhora no desempenho, principalmente para conversão alimentar em peixes alimentados com até 10% da proteína do farelo de crambe.

Observou-se que o peso vivo, o rendimento do peito, de coxa + sobrecoxa

e de carcaça das codornas aos 35 dias de idade não apresentaram diferenças ( $P \geq 0,05$ ), em relação aos níveis de inclusão da proteína bruta do farelo de crambe (Tabela 6). Ao avaliar três níveis de inclusão (50, 100 e 150g/kg) de farelo de crambe em dietas de frangos de corte, Ledoux et al. (1999) concluíram que a adição do farelo de crambe não influenciou a qualidade da carne e o ganho de peso dos frangos, até ao nível de 50g/kg na ração. No entanto, houve aumento do fígado, do rim e da tireóide em frangos de corte que consumiram maiores proporções (100 e 150g/kg) de farelo de crambe na dieta. Os autores relataram que as lesões microscópicas observadas na tireóide dos frangos aos 28 dias de idade podem ter sido causadas pelo nitrilo presente em altas concentrações no farelo de crambe.

Lovatto et al. (2014) não observaram efeito da substituição da farinha de carne e ossos pelo farelo de crambe nas proporções de 25 e 50% para o rendimento de carcaça de juvenis jundiá e concluíram que os vegetais avaliados (farelo de crambe e de girassol) são eficientes como alternativas para reduzir o uso de proteína de origem animal, uma vez que, o desempenho foi similar com a dieta controle (farinha de carne e ossos).

Os resultados obtidos sugerem que a fonte proteica, farelo de crambe, possa ser utilizada pelas codornas com eficiência, pois não houve efeito negativo no desempenho e rendimento de carcaça e cortes das aves quando comparado ao tratamento sem o farelo de crambe. Assim, é possível que o farelo de crambe, um coproduto do biodiesel, seja capaz de substituir a conteúdo parte da proteína bruta do farelo de soja sem causar queda no desempenho das aves.



Tabela 6. Médias e desvio padrão do peso vivo (PV), rendimento de peito (RP), de coxa + sobrecoxa (RC+SC) e de carcaça (RC) de codornas de corte aos 35 dias de idade alimentadas com inclusões da proteína do farelo de crambe nas rações

Proteína do farelo de crambe (%)	Variáveis			
	PV(%)	RP (%)	RC+SC (%)	RC (%)
0	276,50±7,87	35,94±0,81	20,35±0,53	83,53±1,05
3	283,78±5,91	36,98±1,48	21,15±0,43	81,94±1,42
6	271,17±10,55	37,52±1,38	20,63±0,46	82,88±1,49
9	283,11±14,08	37,09±1,89	20,46±0,43	82,05±1,96
12	287,39±9,08	37,43±2,22	20,78±1,25	82,24±1,32
CV*(%)	3,53	4,40	2,42	1,79
P Valor	0,06	0,48	0,05	0,33

\*CV= coeficiente de variação; P valor = valor F da Anova.

O cálculo da análise de rentabilidade econômica do uso do farelo de crambe na ração indicou que as inclusões de 6 e 12% de proteína do farelo, obtiveram maiores resultados de renda bruta média, 27,52 e 28,06, respectivamente com melhor resultado para o tratamento com 12% de inclusão.

O custo médio de arraçamento para o tratamento controle (0%) e o nível de 12% de inclusão da proteína do crambe, foram superiores, 7,11 e 7,51 respectivamente, aos demais tratamentos, apresentando o custo de 6,94; 6,90 e 6,99 para os respectivos níveis de inclusão de 3; 6 e 9% da proteína do crambe nas rações. Para o tratamento com 12% de inclusão, o maior nível de suplementação de óleo de soja e aminoácidos industriais justificam o maior custo médio da ração.

O índice de rentabilidade indica o retorno obtido em cada real gasto com o quilo da ração consumida pelas codornas e esse índice foi maior (287,51) para o tratamento contendo 6% de inclusão da proteína do crambe. Esse valor foi superior à ração controle (285,37), que continha o farelo de soja como a principal fonte proteica. O tratamento com 12% de inclusão da

proteína do farelo de crambe apresentou alta receita bruta média (28,06), no entanto, obteve alto custo de arraçamento (7,51) que resultou em um índice de rentabilidade menor (266,11), implicando em perda da eficiência econômica.

O farelo de crambe pode ser utilizado na alimentação de codornas de cortes nas fases inicial e de crescimento até o nível de 12% de inclusão de sua proteína, correspondendo a 9,39 e 8,27% de inclusão do farelo de crambe para as fases inicial e de crescimento, respectivamente. Pela análise de rentabilidade econômica, 6% de inclusão da proteína do farelo de crambe apresenta melhor índice de rentabilidade, o que corresponde a 4,13% de farelo de crambe na ração.

## AGRADECIMENTOS

*Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro à pesquisa, à Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda. pela doação dos aminoácidos, à empresa Evonik Industries AG pela análise dos aminoácidos do crambe e ao professor Aldrin*

Vieira Pires (in memoriam) pelas sugestões para desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

BÖHME, H.K.; LEBZIEN, P.; FLACHOWSKY, G. Feeding value of crambe press cake and extracted meal as well as production responses of growing-finishing pigs and dairy cows fed these by-products. **Archives of Animal Nutrition**, v.59, n.2, p.111-122, 2005.

CARDOSO, R.B.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.272-278, 2012.

COLODETTI, T.V.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; BRINATE, S.V.B.; TOMAZ, M.A. Crambe: aspectos gerais da produção agrícola, **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14; p.258, 2012.

DORIGON, S.; GAI, V.F. Torta de crambe na alimentação de ovinos para o controle de parasitas gastrintestinais. **Revista cultivando o saber**, v.9, n.3, p.265-274, 2016.

EUCLYDES, R.F. **Sistema para análises estatísticas**. SAEG versão 7.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1997. 59p.

LEDOUX, D.R.; BELYEA, R.L.; WALLIG, M.A.; TUMBLESON, M.A. Effects of feeding crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.227-240, 1999.

LOVATTO, N.M.; SILVA, L.P.; LOUREIRO, B.B.; GOULART, F.R.; PRETTO, A.; SPERONI, C.S.; RADUNZ NETO, J.; LORO, V.L. Efeitos de dietas contendo concentrados proteicos vegetais no desempenho e atividade de enzimas digestivas de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.1071-1081, 2014.

MATOS, E.H.S. **Dossiê Técnico**. Criação de Codornas. Brasília, DF: CDT/UnB, 2007. 19p.

MENDONÇA, B.P.C.; LANA, R.P.; DETMANN, E.; GOES, R.H.T.B.; CASTRO, T.R. Torta de crambe na terminação de bovinos de corte em confinamento. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.583-590, 2015.

MOURA, G.S.; PEDREIRA, M.M.; LANNA, E.A.T.; SANTOS, A.E.; FERREIRA, T.A.; PIRES, A.V. Crambe meal in diets supplemented with enzyme complex solid state fermentation (SSF) for Nile tilapia. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.4, p.289-294, 2015.

OLIVEIRA, K.M.; CASTRO, G.H.F.; HERCULANO, B.N.; MOURTHÉ, M.H.F.; SANTOS, R.A.; PIRES, A.V. Comportamento ingestivo de bovinos leiteiros alimentados com farelo de crambe. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.2, p.439-447, 2016.

PETTRO, A.; SILVA, L.P.; RADUNZ NETO, J.; NUNES, L.M.C.; FREITAS, I.L.; LOUREIRO, B.B.; SANTOS, S.A. Farelo de crambe nas formas *in natura* ou reduzida em antinutrientes na dieta do jundiá. **Ciencia Rural**, v.44, n.4, p.692-698, 2014.

PITOL, C.; BROCHI, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção**: crambe. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, 2010. 60p.

RAMOS, K.C.B.T.; GOMES, A.V.C.; LIMA, C.A.R.; CAMARGO, A.M.; CURVELLO, F.A.; SILVA, R.V.M.M.; MASSI, P.A. Desempenho produtivo e econômico de frangos de corte submetidos a programas de restrição alimentar. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.8-16, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. 3.ed., Jaboticabal, SP: Funep, 2009. p.79-82.

SOUSA, M.S.; TINÔCO, I.F.F.; BARRETO, S.L.T.; AMARAL, A.G.; PIRES, L.C.; FERREIRA, A.S. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.15, n.2, p.350-360, 2014.

TONISSI, R.H.; GOES, B.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A.; CORNELIO, T.C.; OLIVEIRA, E.R.; BRABES, K.C.S. Degradabilidade *in situ* dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.32, n.3, p.271-277, 2010.

Data de recebimento: 30/08/2016

Data de aprovação: 14/06/2017