

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UFMG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

Camila Almeida de Jesus

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE CODORNAS DE
CORTE ALIMENTADAS COM FARINHA DE BARATA DE
MADAGASCAR (*GROMPHADORHINA PORTENTOSA*)**

MONTES CLAROS

2018

Camila Almeida de Jesus

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE CODORNAS DE
CORTE ALIMENTADAS COM FARINHA DE BARATA DE
MADAGASCAR (*GROMPHADORHINA PORTENTOSA*)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para à obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Raphael Rocha Wenceslau

Coorientadora: Fabiana Ferreira

MONTES CLAROS

2018

Jesus, Camila Almeida de.

J58d
2018

Desempenho e características da carne de codornas de corte alimentadas com farinha de barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) [manuscrito] / Camila Almeida de Jesus. Montes Claros, 2018.
61 f.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Produção Animal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Raphael Rocha Wenceslau
Banca examinadora: Cleube Andrade Boari, Fabiana Ferreira, Maximiliano Soares Pinto..

Inclui referências: 20-23; 40-43; 58-60.

1. Insetos -- Alimentos -- Teses. 2. Nutrição animal -- Teses. 3. Aves -- Nutrição -- Teses. I. Wenceslau, Raphael Rocha. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.5



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Colegiado de Pós-Graduação em Produção Animal

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 30 dias do mês de outubro de 2018 às 14:00 horas, sob a Presidência do Professor Raphael Rocha Wenceslau, D. Sc. (Orientador-UFMG) e com a participação dos Professores Fabiana Ferreira, D. Sc. (Coorientadora/ICA-UFMG), Maximiliano Soares Pinto, D. Sc. (ICA-UFMG) e Cleube Andrade Boari, D. Sc. (UFVJM), reuniu-se a Banca de defesa de dissertação de **CAMILA ALMEIDA DE JESUS**, aluna do Curso do Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada "Desempenho e características da carne de codornas de corte alimentadas com girinha de borra de Madagascar (*Guernya dohrnia perakensis*)", foi expresso pelo conceito "A" (nota 9,5), sendo a aluna considerada (aprovação/reprovação) aprovada. E, para constar, eu, Professor Raphael Rocha Wenceslau, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: A aluna somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 64 do regulamento do Curso do Mestrado em Produção Animal, conforme apresentado a seguir:

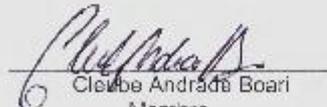
Art. 64 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do colegiado do Curso, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação, no prazo de 60 (sessenta) dias.

Montes Claros, 30 de outubro de 2018.


Raphael Rocha Wenceslau
Orientador


Fabiana Ferreira
Coorientadora


Maximiliano Soares Pinto
Membro


Cleube Andrade Boari
Membro

Camila Almeida de Jesus

Desempenho e características da carne de codornas de corte alimentadas com farinha de barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*)

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Linha de Pesquisa: Nutrição e alimentação animal

Orientador: Raphael Rocha Wenceslau

Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

Professor Cleube Andrade Boari

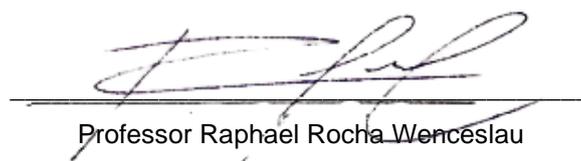
(Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM)

Professora Fabiana Ferreira

(Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG)

Professor Maximiliano Soares Pinto

(Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG)



Professor Raphael Rocha Wenceslau

(Orientador -UFMG)

Montes Claros, 30 de outubro de 2018

Dedico aos meus pais Iza Rosa de Jesus Dias e Ailton Almeida Dias, por serem meus maiores incentivadores, sou grata por tudo que fazem e fizeram por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder discernimento, perseverança e força todos os dias.

Aos meus pais por serem meu alicerce, meu porto seguro e contribuírem com sua experiência e sabedoria nos momentos de dúvida, por apesar das atribuições da vida estarem sempre presentes.

Ao meu orientador Prof. Raphael e coorientadora Prof. Fabiana por contribuírem com minha formação, pela dedicação, apoio e direcionamento, este trabalho que não seria possível sem a colaboração de ambos.

Ao grupo de pesquisa PMGCC, que tanto colaborou no manejo dos animais.

A Prof. Claudia Regina Vieira por toda orientação e ensinamentos tão uteis durante o mestrado.

Ao Prof. Max e Ana Christina por todo apoio e direcionamento durante o mestrado.

Aos demais professores e corpo técnico e administrativo do ICA/UFMG que de algum modo contribuíram para execução deste trabalho.

A Empresa Vida Proteína por ter cedido a farinha de barata Madagascar utilizada nesta pesquisa.

Ao frigorífico Frango Júnior por ter cedido o local para o abate das aves.

Aos técnicos de laboratório Sérgio e Mariuze pela prestatividade e cooperação na utilização dos laboratórios.

RESUMO

Considerando estimativas de crescimento da população mundial, a fim de se evitar um futuro cenário de competição por recursos amplamente utilizados para alimentação animal e humana, torna-se necessário o estudo de fontes alimentares alternativas que possam ser produzidas em larga escala de maneira sustentável. Dessa forma, conduziu-se experimento para avaliar o efeito da inclusão de diferentes percentuais de farinha de barata de Madagascar (FBM) na dieta de codornas de corte de um dia de idade sobre características de desempenho, qualidade e composição da carne. As aves foram submetidas às dietas contendo 0, 6, 12 e 18% de FBM implementada à alimentação convencional. Dois artigos foram desenvolvidos a partir deste experimento. O primeiro avaliou o desempenho das aves ao analisar os parâmetros peso (g), ganho de peso (g), consumo alimentar (g/ave) e conversão alimentar (g de dieta/g de peso). Analisou-se ainda o rendimento da carcaça, calculado a partir da relação entre o peso da carcaça eviscerada e o peso do animal ao abate. A avaliação do efeito de inclusão de FBM na dieta das codornas foi realizada mediante análise de variância. Verificou-se que o desempenho inicial das aves alimentadas com a farinha de inseto foi superior em relação às alimentadas com a dieta tradicional, sendo que o maior nível de inclusão de FBM (18%) é melhor para o desempenho até os 28 dias de idade. Esse benefício, no entanto, diminuiu na fase final de criação. Aos 35 dias não se observou efeito da adição de FBM. O rendimento de carcaça similar das codornas criadas sob as diferentes dietas permitiu concluir que a comercialização da carne desses animais não seria prejudicada pela inclusão da farinha de inseto na dieta. O segundo estudo avaliou as características de qualidade e composição da carne das aves. Para a análise de qualidade, avaliou-se pH, capacidade de retenção de água, colorimetria, perda de peso por cocção e força de cisalhamento. Em relação à composição, analisou-se teor de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas. Observaram-se efeitos da inclusão de farinha de barata de Madagascar na dieta das codornas apenas para as características de cor e teor de proteínas. O nível de 14% de inclusão de farinha resultou em maior porcentagem de proteína na carne de peito. Concluiu-se que a FBM pode ser utilizada para substituição parcial das fontes clássicas de alimentação para aves sem prejuízo das características de qualidade e composição da carne de codorna.

Palavras-chave: Farinha de inseto. Nutrição. Aves. Qualidade. Composição

ABSTRACT

Considering world population growth estimates, in order to avoid a future scenario of competition for resources widely used for animal and human food, it is necessary to study alternative food sources that can be produced on a large scale in a sustainable way. Thus, an experiment was conducted to evaluate the effect of including different percentages of Madagascar cockroach flour (FBM) in the diet of one-day-old beef quail on performance characteristics, quality and meat composition. The birds were fed diets containing 0, 6, 12 and 18% FBM implemented with conventional feeding. Two articles were developed from this experiment. The first evaluated the performance of birds by analyzing the parameters weight (g), weight gain (g), feed intake (g/bird) and feed conversion (g of diet/g of weight). The carcass yield was also analyzed, calculated from the relationship between the weight of the eviscerated carcass and the weight of the animal at slaughter. The evaluation of the effect of inclusion of FBM in the diet of the quails was carried out by analysis of variance. It was found that the initial performance of birds fed with insect meal was superior compared to those fed with the traditional diet, and the highest level of FBM inclusion (18%) is better for performance up to 28 days of age. This benefit, however, diminished in the final stage of creation. At 35 days there was no effect of FBM addition. The similar carcass yield of the quails reared on the different diets allowed us to conclude that the commercialization of meat from these animals would not be harmed by the inclusion of insect meal in the diet. The second study evaluated the quality and composition characteristics of poultry meat. For quality analysis, pH, water retention capacity, colorimetry, cooking weight loss and shear force were evaluated. In relation to the composition, the moisture content, proteins, lipids and ash were analyzed. Effects of the inclusion of Madagascar cockroach flour in the quail's diet were observed only for the characteristics of color and protein content. The 14% level of flour inclusion resulted in a higher percentage of protein in the breast meat. It was concluded that FBM can be used to partially replace the classic sources of food for birds without prejudice to the quality and composition characteristics of quail meat.

Keywords: Insect meal. Nutrition. Poultry. Quality. Composition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recomendações nutricionais para codornas europeias em todas as idades	16
Tabela 2 - Recomendações de aminoácidos para codornas europeias em todas as idades, de acordo com o nível energético da dieta	17
Tabela 3 - Composições percentuais das dietas experimentais para codornas de corte com diferentes níveis de farinha de barata de Madagascar.....	28
Tabela 4 - Composição química, teor de aminoácidos, gorduras e ácidos Graxos presentes na FBM.....	29
Tabela 5 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de Barata Madagascar	31
Tabela 6 - Equações de regressão e nível de inclusão para ótimo desempenho de codornas de corte alimentadas com farinha de barata de Madagascar	32
Tabela 7 - Peso corporal ao abate, de carcaça, de partes e vísceras (\pm erro padrão) de codornas de corte de ambos os sexos alimentadas com dietas contendo farinha de barata de Madagascar	34
Tabela 8 - Rendimento de carcaça, partes e vísceras (\pm erro padrão) de codornas de corte de ambos os sexos alimentadas com dietas contendo farinha de barata de Madagascar	35
Tabela 9 - Composições percentuais das dietas experimentais para codornas de corte com diferentes níveis de farinha de barata de Madagascar	47
Tabela 10 - Composição química da farinha de barata de Madagascar, farelo de soja e dietas experimentais	48
Tabela 11 - Gorduras e Ácidos Graxos presentes na FBM	48
Tabela 12 - Teor de aminoácidos encontrados na FBM e farelo de soja	49
Tabela 13 - Características de qualidade da carne de peito de codornas de corte abatidas aos 35 dias de idade e alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de Barata Madagascar (FBM) na dieta.....	54
Tabela 14 - Características de composição da carne de peito de codornas de corte abatidas aos 35 dias de idade e alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de barata de Madagascar (FBM) na dieta.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FBM	Farinha de Barata Madagascar
FI	Farinha de inseto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NRC	<i>National Research Council</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Coturnicultura	14
3.2 Desempenho de codornas de corte	15
3.3 Exigências nutricionais para codornas de corte.....	16
3.4 Características da carne	17
3.5 Utilização de insetos em rações para animais.....	18
3.6 Desempenho de aves alimentadas com dietas contendo insetos	19
3.7 Referências	20
4. ARTIGOS	24
4.1 Artigo 1 - Desempenho e características de carcaça de codornas de corte alimentadas com farinha de barata de Madagascar (<i>Gromphadorhina portentosa</i>)	24
4.2 Artigo 2 - Características e composição da carne de codornas de corte alimentadas com farinha de barata de Madagascar (<i>Gromphadorhina portentosa</i>)	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61

1. INTRODUÇÃO

A dieta convencional de aves é composta por milho e soja como principais fontes energéticas e proteicas (SUCUPIRA *et al.*, 2007), matérias primas amplamente utilizadas em outros segmentos de consumo animal e humano. Considerando estimativas de crescimento de 29% da população mundial até o ano de 2050 (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2018), a fim de se evitar um futuro cenário de competição por recursos alimentares, torna-se necessário o estudo de fontes alternativas que não provoquem prejuízos aos animais e que possam ser produzidas em larga escala de maneira sustentável.

De acordo com Van Huis *et al.* (2013), insetos podem ser utilizados para satisfazer a crescente demanda por proteínas e garantir a segurança alimentar humana e animal de maneira sustentável, uma vez que podem ser criados a partir de resíduos orgânicos de agroindústrias. A utilização destes na alimentação de aves demonstrou resultados similares ou superiores em relação ao uso de dietas convencionais.

Hwangbo *et al.* (2009) verificaram melhoras na qualidade da carcaça e desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo 10 a 15% de larvas de mosca. Ramos-Elorduy *et al.* (2002) não observaram diferenças significativas na qualidade da carcaça, ganho de peso, consumo e conversão alimentar de frangos submetidos a dietas contendo até 10% de larvas de *Tenebrio molitor L.* criados com resíduos orgânicos.

Baratas de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) estão entre os insetos que apresentam características adequadas para criação em massa, como pequeno tamanho, reprodução com várias gerações no ano e poucas exigências ambientais (HOPLEY, 2016). Apresentam composição química, em matéria seca, de 62,52% de proteína bruta e 24,56% de extrato etéreo (OONINCX; DIERENFELD, 2011). Carvalho (2017) observou melhoras nos índices reprodutivos de *Calopsitas* alimentadas com adição de 6,6% de FBM à ração convencional. Considerando a potencialidade do uso deste inseto como fonte proteica alternativa para a nutrição de animais e a escassez de informações acerca da sua utilização na dieta de aves, torna-se importante a realização de estudos com espécies de criação comercial.

Neste sentido, experimentos com codornas de corte para avaliação dos efeitos da inclusão da barata de Madagascar na dieta das aves podem ser adequados devido à aplicabilidade dos resultados a outras espécies de aves como frangos de corte e poedeiras. Além disso, características como rápido crescimento e curto intervalo de gerações das codornas possibilitam a obtenção de resultados de maneira ágil, sem a necessidade de grande espaço ou alto investimento para criação, o que torna esta uma alternativa barata para a realização de testes (KAWAHARA-MIKI *et al.*, 2013; KAYANG *et al.*, 2002. KAYANG *et al.*, 2006).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar o efeito da inclusão de FBM na dieta de codornas de corte sobre características de desempenho, qualidade e composição da carne.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar peso, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar em diferentes períodos do crescimento e comparar o peso e rendimento da carcaça de codornas de corte criadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de FBM.
- Determinar a composição da carne com relação ao teor de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas de codornas de corte alimentadas com os diferentes níveis de inclusão da farinha.
- Estabelecer a qualidade da carne das codornas por meio do pH, análise colorimétrica, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e maciez objetiva.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Coturnicultura

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia e pertencem à família dos Fasianídeos (*Fasianidae*). Inicialmente foram criadas na China e Coréia, e em seguida no Japão por apreciarem seu canto. Em 1910 os japoneses realizaram cruzamentos entre as codornas europeias e espécies selvagens, obtendo assim, uma das linhagens mais conhecidas, a *Coturnix coturnix japônica* (REIS, 1980). A atividade avícola em que são criadas as codornas para obtenção de carne ou ovos e a coturnicultura.

No Brasil, a atividade se concentra principalmente na produção de ovos. A subespécie japonesa é a mais utilizada para postura, apenas os machos são encaminhados para o abate. A codorna europeia, mais recentemente trazida ao Brasil, é especializada para produção de carne, por suas características de peso, ganho de peso e carcaça serem superiores, porém ainda é pouco explorada, visto seu potencial (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

A produção de codornas tem apresentado crescimento no mercado brasileiro. As ampliações apresentadas no setor passaram a produção que antes era de subsistência, para escala maior, gerando número significativo de empregos. Essas mudanças podem ser atinentes à intensificação no consumo mundial de carne, tornando a coturnicultura uma alternativa para satisfazer a atual exigência de produtos de origem animal que é alta (PASTORE *et al.*, 2012).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), aponta um expressivo aumento da participação brasileira no comércio internacional, a produção de carnes é um dos setores que intensificaram esse crescimento. Dados do MAPA estimam que até 2020 a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), (2013), houve aumento em todos os efetivos de animais de pequeno porte: codornas, galinhas e galináceos. A criação de codornas no fim de 2013, registrou rebanho efetivo de 18,172 milhões de unidades dessa espécie. Com relação a 2012, houve aumento de 10,6% no efetivo, o que pode ser observado mais especificamente na Região Sudeste e no Estado de São Paulo.

Em termos regionais o IBGE ainda aponta que no ano de 2013, 76,1% da produção estava localizada na região Sudeste; 11,1% na Sul; 8,2% na Nordeste; 4,0% na Centro-Oeste; e apenas

0,6% na Norte. O Estado de São Paulo, isoladamente, foi responsável por 54,1% do efetivo nacional, seguido pelos estados do Espírito Santo (10,0%) e Minas Gerais (9,8%) (IBGE, 2013).

A criação de codornas possui características vantajosas quando comparadas a outras aves, a exemplo disso está o baixo investimento inicial, boa produtividade, alta taxa de crescimento, postura e abate precoce, pouca exigência de espaço e consumo de ração, além de curto intervalo de gerações, o que faz da codorna uma excelente opção para diversificar a atividade agropecuária (OLIVEIRA; SANTOS; CUNHA, 2014; MOURA *et al.*, 2008; BARRETO *et al.*, 2006).

Apesar disso, segundo Veloso *et al.* (2012), o conhecimento atual nas áreas de melhoramento, técnicas de manejo, sanidade e principalmente em relação às exigências nutricionais, elucidam o estágio inicial de maturidade que se encontra a produção de carne de codorna. É necessário que se tenha domínio desses conhecimentos para melhoria do desempenho produtivo do animal.

3.2 Desempenho de codornas de corte

Na criação de codornas de corte o desempenho das aves é fator determinante na lucratividade do processo e obtenção de bons resultados na atividade. À medida que o animal adquire maturidade a sua exigência nutricional se modifica, como é observado na maioria dos seres vivos. O desempenho das codornas pode ser avaliado pelo peso, ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar.

Na atividade avícola o consumo da ração pelos animais ocorre em função da densidade de energia da dieta e temperatura, sendo assim, quando se pesquisa na literatura o desempenho de codornas de corte, deve ser observada a temperatura em que os animais são expostos. Grande parte destes estudos não é reproduzível no Brasil em condições naturais de temperatura em razão das diferenças climáticas.

Em estudo realizado por Corrêa *et al.* (2007), foram avaliadas as exigências de energia metabolizável e proteína bruta para codornas de corte durante período inicial (do sétimo ao 21º dia de idade) e período final de crescimento (do 22º ao 42º dia) e constatado que, a variação do nível energético na ração, teve influência no consumo da dieta, as codornas alimentadas com o nível energético mais baixo apresentaram maior consumo alimentar nos dois períodos de crescimento. Para o maior ganho de peso, os mesmos autores observaram que no período definido como inicial, os níveis de 27% para proteína bruta (PB) e 2900 kcal/kg de energia metabolizável (EM) obtiveram as melhores respostas. Para o melhor desempenho no estágio final até o abate, os autores observaram valores de 22% para PB e 2900 kcal para EM, como sendo os mais adequados para os animais nesta fase.

No ensaio conduzido por Freitas, *et al.* (2006), o aumento da energia metabolizável das rações por meio da adição de óleo resultou em melhor conversão alimentar. Os autores afirmam que rações para codornas europeias destinadas à produção de carne podem ser formuladas com 20% de PB e 2.865 kcal de EM/kg.

Fridrich *et al.* (2005) sustentam que no período de 18 a 28 dias de idade as exigências de proteína bruta estimadas para o melhor acúmulo de peso, ganho de peso e conversão alimentar

são, respectivamente, 25,5; 25,7 e 25,2 %. Para peso corporal no período 28-42 dias de idade recomendam 24,6% de PB na alimentação das aves.

3.3 Exigências nutricionais para codornas de corte

Tendo em vista que os maiores custos da coturnicultura são advindos da alimentação das aves, é necessário que a nutrição dos animais seja balanceada para cada fase de desenvolvimento e potencial genético, de modo a obter o máximo desempenho das aves e minimizar gastos com excesso de nutrientes nas dietas.

Como observado por Silva *et al.* (2006) O National Research Council - NRC (1994), não contém informações concisas para as exigências nutricionais de codornas de corte. As informações existentes estão destinadas à produção de ovos, e mesmo assim, não especificam a fase e a linhagem da ave. Silva e Costa (2009) elaboraram então tabelas com as recomendações dos principais nutrientes para dieta de codornas europeias e japonesas adaptadas para as condições de produção encontradas no Brasil.

Na Tabela 1, são apresentadas as concentrações de nutrientes para as codornas de corte (europeias) em três estágios de seu crescimento.

As exigências nutricionais de codornas europeias são diferentes das recomendações para frangos de corte, e até mesmo das codornas japonesas, pois possuem diferentes taxas de passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal, cada dieta deve ser formulada e administrada com base nas necessidades específicas de cada espécie ou linhagem.

Tabela 1 - Recomendações nutricionais para codornas europeias em todas as idades

Nutrientes	Inicial a 21 d)	(1 Crescimento a 42 d)	(22 Período total a 42 d)
Proteína bruta (%)	25	22	23
EMAn (kcal/kg)	2.900	3.050	2.950
Cálcio (%)	0,85	0,70	0,75
Fósforo disponível (%)	0,38	0,30	0,35
Sódio (%)	0,17	0,15	0,16
Cloro (%)	0,16	0,14	0,15
Potássio (%)	0,40	0,40	0,40
Magnésio (ppm)	300	300	300
Bal. elet. (mEq/Kg)	131,14	128,08	129,61

EMAn = energia metabolizável corrigida; Bal. elet. = balanço eletrolítico.

Fonte: Adaptado de SILVA e COSTA, 2009.

Silva *et al.* (2006) demonstram em seu experimento que, por meio da suplementação aminoacídica pode-se reduzir os níveis de proteína em rações. Demonstrando a importância não apenas da quantidade, mas também da qualidade das proteínas na nutrição animal.

A Tabela 2 fornece recomendações de aminoácidos na dieta de codornas de corte segundo Silva e Costa, (2009).

Tabela 2 - Recomendações de aminoácidos para codornas europeias em todas as idades, de acordo com o nível energético da dieta

	Inicial (1 a 21 d)		Crescimento (22 a 42 d)	
Proteína bruta (%)	25		22	
EMAn (kcal/kg)	2.900		3.050	
Aminoácidos (%)	Total	Dig.	Total	Dig.
Arginina	2,07	1,92	1,86	1,73
Histina	0,84	0,78	0,76	0,70
Isoleucina	1,25	1,14	1,12	1,03
Fenilalanina	1,50	1,38	1,35	1,24
Fenilalanina+tirosina	2,22	2,03	2,00	1,83
Leucina	2,55	2,41	2,30	2,17
Lisina	1,56	1,37	1,40	1,23
Metionina	0,60	0,55	0,54	0,50
Metionina+cistina	1,16	1,04	1,04	0,94
Treonina	1,22	1,04	0,83	0,70
Triptofano	1,21	0,19	0,19	0,17
Valina	1,14	1,01	1,03	0,91

EMAn = energia metabolizável corrigida, Dig. = digestível.

Fonte: Adaptado de SILVA e COSTA, 2009.

3.4 Características da carne

A carne de codorna possui excelente aceitação, e seu consumo já é difundido na maioria dos países Europeus. Em muitos é considerada uma iguaria. Aliado a isso a carne de codorna do ponto de vista nutricional possui alto conteúdo em proteínas e é considerada uma carne magra. Sua textura é tenra, e pode ser preparada de diversas formas sendo muito prática (DALMAU, 2002; PANDA; SINGH, 1990).

Pinheiro *et al.* (2015), avaliaram a qualidade e o rendimento de carne de codorna e constataram alta maciez objetiva para a carne de peito quando comparada a referências de valores que classificam carne de frango como macia. O resultado evidencia a superioridade na maciez da carne de codorna sobre a de frangos de corte. Com relação à coloração da carne, aspecto sensorial importante, os autores afirmam que à medida que se aumentava o nível proteico da ração a carne de peito se torna mais escura.

Corrêa (2006), ao avaliar níveis de PB entre 23 a 33%, não encontrou efeito significativo sobre o rendimento de carcaça eviscerada, de coxa e peito. Podendo então ser utilizado o menor valor de PB (23%) sem prejuízo no rendimento da carcaça.

Na maioria dos trabalhos, avaliaram-se machos e fêmeas da mesma espécie sem distinção de sexo, porém no trabalho de Silva *et al.* (2007) foi observado que as fêmeas apresentarem maior perda em vísceras não comestíveis, devido ao desenvolvimento do aparelho reprodutivo, assim os machos apresentam maior rendimento de carcaça. Os autores então

recomendam o abate de fêmeas aos 28 dias (antes que o aparelho reprodutivo de desenvolva) e os machos aos 42.

Quando se discute sobre qualidade de carne é importante lembrar que, além da alimentação, a idade, sexo, linhagem e técnicas empregadas no abate podem influenciar diretamente na qualidade da carne.

3.5 Utilização de insetos em rações para animais

Segundo Silva *et al.* (2012), a alimentação das codornas influencia nos custos de produção de toda a cadeia produtiva. Para efeitos de comparação, as rações de codornas necessitam de maior teor proteico que as rações de frangos e poedeiras, possuindo maior custo de alimentação por unidade de produto carne ou ovos. O alto rendimento da produção depende da interação entre a nutrição e os variados fatores internos e externos ao corpo da ave (SILVA *et al.*, 2004).

O grande potencial da utilização de insetos na alimentação animal se dá ao seu valor nutricional, à baixa necessidade de espaço para produção e à grande aceitação principalmente por aves e peixes, já que constituem alimento encontrado naturalmente em seu habitat (RUMPOLD; SCHLÜTER, 2013).

A maioria dos estudos realizados a partir do uso de insetos na alimentação de animais demonstram produção similar ou superior quando há utilização da proteína do inseto em substituição a outras fontes utilizadas, como farinha de peixe e de soja, indicando bons valores nutricionais (FARINA *et al.*, 1991; EKOUE; HADZI, 2000). Para exemplificar, 100 g de lagartas (larvas de mariposa ou borboleta) fornecem 76% da quantidade diária de proteínas recomendada aos seres humanos, e quase 100% da quantidade recomendada de vitaminas (AGBIDYE; OFUYA; AKINDELE, 2009).

Em relação às aves, gafanhotos foram identificados como um potencial componente da ração, por apresentarem teores de proteínas superiores aos de alimentos convencionalmente utilizados, como farelo de soja e farinha de peixe, à riqueza em minerais Ca, Mg, Zn, Fe e Cu (ANAND; GANGULY; HALDAR, 2008). Verifica-se ainda maior presença de aminoácidos, conforme verificado no trabalho desenvolvido por Hwangbo *et al.* (2009), no qual a suplementação alimentar de pintos com 10-15% de larvas de mosca proporcionou crescente desempenho e melhor qualidade da carcaça dos frangos produzidos, com aumento no teor de lisina e triptofano.

A composição nutricional dos insetos apresenta geralmente grande variação. Para a ordem Coleóptera (besouros), por exemplo, os teores de proteína variam de 8,85 a 71,10% dependendo da espécie. Esta variação é influenciada ainda por fatores como a fase de desenvolvimento (CHEN *et al.*, 2009), origens e a alimentação diferenciada (RAMOS-ELORDUY *et al.*, 2002).

Além do exposto, alguns insetos podem fazer reaproveitamento de resíduos na produção de biomassa, como as larvas de mosca, podem ser alimentadas através do aproveitamento do esterco de galinha, convertendo o resíduo gerado em biomassa (HWANGBO *et al.*, 2009). A mosca-soldado-negra também é utilizada nesse sentido, reduzindo o volume dos resíduos

gerados em mais de 50%, com vantagem adicional referente à redução de custos com recolhimento e destinação dos resíduos da criação (SHEPPARD, *et al.*, 1994).

Outros resíduos orgânicos aproveitados para a produção de insetos são os derivados do processamento de frutas e legumes. No trabalho realizado por Ramos-Elorduy *et al.* (2002), a utilização de larvas do *Tenebrio molitor* (bicho-da-farinha), produzidas com esses resíduos orgânicos e implementadas na alimentação de galinhas, demonstrou-se um suplemento potencial para a alimentação dessas aves.

3.6 Desempenho de aves alimentadas com dietas contendo insetos

Hwangbo *et al.* (2009) realizaram a suplementação da ração de frangos de corte com larvas de mosca com adição de 5 a 20%. Foram verificados bons resultados nos teores de 10 a 15% da inclusão, para frangos com 4 a 5 semanas de idade em termos de ganho de peso médio e aumento significativo no percentual de músculo do peito e coxa. Não foram observadas diferenças significativas para o peso do fígado, gordura abdominal ou coloração da carne, no entanto, os frangos alimentados com larvas tiveram aumento nos níveis de lisina e triptofano no músculo do peito em comparação com as aves que receberam a dieta basal. Os resultados indicam que o uso de dietas contendo 10 a 15% de larvas, pode melhorar a qualidade da carcaça e desempenho de frangos de corte.

A utilização de grilos como fonte de proteína na criação de aves, foi avaliada por WANG *et al.* (2005), em substituições de 5 a 15%, foi verificado que o ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração pelos animais, não foi afetado. Encontraram um complemento extremamente benéfico para dieta das aves, onde continham teores de aminoácidos desejáveis, especialmente de lisina, metionina e cisteína, suprimindo a deficiência que algumas regiões possuem em adquirir fontes proteicas.

Os resultados obtidos por Ramos-Elorduy *et al.* (2002) indicam que dietas contendo 0, 5 e 10% de larvas de *Tenebrio molitor* L. criados com resíduos orgânicos, podem substituir parcialmente produtos comerciais fontes de proteína em dietas de galinhas jovens. Os animais não apresentaram diferenças significativas no ganho de peso, consumo de alimentos, conversão alimentar, qualidade da carcaça ou palatabilidade quando a soja foi substituída pelos insetos.

3.7 Referências

- AGBIDYE, F. S.; OFUYA, T.I.; AKINDELE, S.O. Marketability and Nutritional Qualities of Some Edible Forest Insects in Benue State Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 7, p. 917-922, 2009.
- ANAND, H.; GANGULY, A.; HALDAR, P. Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. **International Journal of. Poultry Science**. v. 7, n. 7, p. 722-725, 2008.
- BARRETO, S. L. D. T. *et al.* Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 750–753, 2006.
- CARVALHO, T. S. G. **Farinha de Barata de Madagascar (Gromphadorhina portentosa) em dietas para calopsitas (Nymphicus holIndicus) mantidas em cativeiro**. 2017. 66p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2017.
- CHEN, X.; FENG, Y.; CHEN, Z. Common edible insects and their utilization in China. **Entomological research**, v. 39, n. 5, p. 299-303, 2009.
- CORRÊA, G. S. S. *et al.* Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 797–804, 2007.
- CORRÊA, G. S. S. **Exigências nutricionais de diferentes grupos genéticos de codornas de corte**. 2006. 175f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- DALMAU, A. B. Sistemas produtivos de codornices España. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: NECTA/DZO/UFLA, 2002. p. 49-65.
- EKOUE, S. E. ; HADZI, Y. A. Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles du Togo–Observations préliminaires.**Tropicultura**, v. 18, n. 4, p. 212-214, 2000.
- FARINA, L.; DEMEY, F.; HARDOUIN, J. Production de termites pour l'aviculture villageoise au Togo. **Tropicultura**, v. 9, n. 4, p. 181-187, 1991.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Insects for food and feed. 2018. Disponível em: < <http://www.fao.org/edible-insects/en/>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

FREITAS, A. C. *et al.* Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1705–1710, 2006.

FRIDRICH, A. B. *et al.* Exigência de proteína bruta para codornas europeias no período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 2, p. 261–265, 2005.

HOPLEY, D. **The evaluation of the potential of *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*, *Naophoeta cinerea*, *Blaptica dubia*, *Gromphardhina portentosa*, *Periplaneta americana*, *Blatta lateralis*, *Oxyhalao duesta* and *Hermetia illucens* for use in poultry feeds.** 2016. 90 p. Degree of Masters of Science in Agriculture (Animal Sciences). Stellenbosch University.

HWANGBO, J. *et al.* Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. **Journal of Environmental Biology**, v. 30, n. 2, p. 609–614, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Pecuária Municipal. 2013. v. 41, p. 1–108, 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pdf> . Acesso em: 30 de ago. de 2017.

KAWAHARA-MIKI, R. *et al.* Next-generation sequencing reveals genomic features in the Japanese quail. **Genomics**, v. 101, n. 6, p. 345-353, 2013.

KAYANG, B. B. *et al.* Integrated maps in quail (*Coturnix japonica*) confirm the high degree of synteny conservation with chicken (*Gallus gallus*) despite 35 million years of divergence. **BMC Genomics**, v. 7, n. 1, p. 101, 2006.

KAYANG, B. B. *et al.* Microsatellite loci in Japanese quail and cross-species amplification in chicken and guinea fowl. **Genetics Selection Evolution**, v. 34, n. 2, p. 233, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Exportação.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/exportacao>>. Acesso em: 01 de nov. de 2016.

MOURA, G. D. S. *et al.* Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1628–1633, 2008.

NRC – National Research Council. Nutrient requirements of poultry. **National Academy Press**, 9th ed., 156p, 1994.

OLIVEIRA, H. F.; SANTOS, J. S.; CUNHA, F. S. D. A. UTILIZAÇÃO DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 5, p. 3683–3690, 2014.

OONINCX, D. G. A. B.; DIERENFELD, E. S. An investigation into the chemical composition of alternative invertebrate prey. **Zoo Biology**, v. 31, n. 1, p. 40-54, 2011.

PANDA, B.; SINGH, R. P. Developments in processing quail meat and eggs. **World's Poultry Science Journal**, v. 46, n. 03, p. 219-234, 1990.

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.

PINHEIRO, S. R. F. *et al.* Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 292–297, 2015.

RAMOS-ELORDUY, J. *et al.* Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. **Journal of economic entomology**, v. 95, n. 1, p. 214-220, 2002.

REIS, L. F. S. D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa: Agros, 10, p.222, 1980.

RUMPOLD, B. A.; SCHLÜTER, O. K. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 17, p. 1-11, 2013.

SHEPPARD, C. D. *et al.* A value added manure management system using the black soldier fly. **Bioresource Technology**, v. 50, n. 3, p. 275-279, 1994.

SILVA, E. L. *et al.* Efeito do plano de nutrição sobre o rendimento de carcaça de codornas tipo carne. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 514–522, 2007.

SILVA, E. L. *et al.* Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 822–829, 2006.

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 1 a 12 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1209-1219, 2004.

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 775–790, 2012.

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

SUCUPIRA, F. S. *et al.* Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 37, p. 528–532, 2007.

TEIXEIRA, B. B. *et al.* Estimativa dos componentes de variância para as características de produção e de qualidade de ovos em matrizes de codorna de corte. **Ciência Rural**, v. 42, n. 4, p. 713–717, 2012.

VAN HUIS, A., *et al.* Edible insects: future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, No. 171, 2013.

VELOSO, R. C. *et al.* Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 34, n. 2, p. 169–174, 2012.

WANG, D. *et al.* Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 18, n. 5, p. 667–670, 2005.

1 **4. ARTIGOS**

2 **4.1 Artigo 1 - Desempenho e características de carcaça de codornas de corte**
3 **alimentadas com farinha de barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*)**

4

5

6

7

8

9

(Artigo escrito de acordo com as normas da revista Poultry Science)

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40 **Desempenho e características de carcaça de codornas de corte alimentadas com Farinha**
41 **de barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*)**

42

43

44 Camila Almeida de Jesus^{1*}, Fabiana Ferreira*, Lizia Cordeiro Carvalho*, Ana Karoline de Jesus

45 Vieira*, Diego Vicente da Costa*, Raphael Rocha Wenceslau*

46

47

48 **RESUMO**

49 Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de Farinha de Barata de Madagascar (FBM) na dieta de
50 codornas sobre características de desempenho e carcaça. Foram utilizadas 312 codornas
51 (*Coturnix coturnix coturnix*) com um dia de idade alimentadas com dietas contendo FBM nos
52 níveis de 0, 6, 12 e 18%. As características de desempenho avaliadas foram peso (g), ganho de
53 peso (g), consumo alimentar (g/ave) e conversão alimentar (g de dieta/g de peso). O rendimento
54 da carcaça foi calculado a partir da relação entre o peso da carcaça eviscerada e o peso da ave
55 ao abate. Para a avaliação do efeito da inclusão de FBM na dieta das codornas foi realizada
56 análise de variância. Para as características de desempenho utilizou-se o delineamento
57 inteiramente ao acaso, com avaliação apenas das variáveis estudadas. Para as características
58 de carcaça foram avaliados também os efeitos de sexo e a interação nível de FBM x sexo, ao
59 interpretar o delineamento com arranjo em parcelas subdivididas. Quando o efeito de nível de
60 inclusão da FBM foi significativo ($P < 0,05$) análises de regressão foram realizadas para descrever
61 o nível de inclusão da farinha de inseto. Considerando o período total de criação de 35 dias,
62 verificou-se que pode ser incluída até 18% da FBM na ração das aves estudadas. O desempenho
63 inicial com a farinha de inseto foi superior a dieta tradicional, porém o benefício da inclusão de
64 FBM na ração diminuiu na fase final de criação. O rendimento de carcaça similar das codornas
65 criadas sob as diferentes dietas permite dizer que a comercialização da carne não seria
66 prejudicada pela inclusão da farinha sobre este aspecto, sugerem-se análises sensoriais para
67 atestar a aceitação dos consumidores e de desempenho em diferentes fases do crescimento das
68 aves.

69 Palavras-chave: Farinha de inseto. Nutrição. Aves. *Coturnix*. Ração animal.

70

71

72

¹ Autor Correspondente: camilaa@ufmg.br

Endereço: Avenida Osmani Barbosa 2400, Bairro Universitário, Montes Claros, Minas Gerais.
Telefone: (38) 988372990

* Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil

INTRODUÇÃO

73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112

Os insetos são fontes alternativas novas e renováveis para proteína e energia, possuem ciclo de vida curto, e sua produção, em criatórios, é realizada em pequenas áreas com baixo impacto ambiental (Rumpold e Schlüter, 2013). São ricos em aminoácidos, lipídios, vitaminas e minerais e podem ser produzidos a partir de resíduos orgânicos de agroindústrias (Van Huis, 2013).

A criação comercial da Barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) é realizada em galpões com circulação de ar, em tambores de polietileno adicionados de papelão para possibilitar maior superfície de contato e conseqüentemente melhores condições para locomoção e crescimento destes insetos. Sua alimentação é normalmente baseada em frutas e vegetais.

Baratas adultas apresentaram em sua composição química, 62,52% de proteína bruta e 24,56% de extrato etéreo em base seca (Ooninx e Dierenfeld, 2011). O valor nutritivo desse inseto motivou a realização de trabalhos recentes sobre os efeitos do uso da FBM na substituição parcial da dieta convencional de alguns animais. Lisenko (2017) verificou a possibilidade de inclusão de maneira adequada de até 15% de FBM na dieta de cães e gatos. Carvalho (2017) observou melhoras nos índices reprodutivos de calopsitas ao alimentá-las com adição de 6,6% da farinha de barata à ração comercial.

Para a produção da farinha, baratas na fase adulta são abatidas em água aquecida com tempo e temperatura controlados e encaminhadas para secagem e trituração. Para melhor conservação da farinha, devido ao alto teor de lipídeos, são utilizadas embalagens a vácuo em material laminado.

Aves comerciais têm demonstrado receptividade à utilização de insetos na dieta, com resultados de desempenho similares ou superiores quando confrontados às dietas convencionais. No estudo realizado por Ijaiya e Eko (2009) a utilização de farelo de lagarta do bicho-da-seda na dieta de frangos de corte não afetou o crescimento das aves. Também não foram observadas diferenças significativas na qualidade da carcaça, ganho de peso, consumo e conversão alimentar de galinhas submetidas a dietas contendo larvas de *Tenebrio molitor* L. (Ramos-Elorduy et al., 2002). Hwangbo et al. (2009) verificaram melhoras na qualidade da carcaça e desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo 10 a 15% de larvas de mosca.

Até o presente momento, apesar da potencialidade do uso da barata de Madagascar como fonte proteica alternativa para nutrição de animais, não foram encontrados estudos na literatura sobre a utilização deste inseto na dieta de codornas Europeias, sendo este um dos fatores motivadores para realização deste estudo. Características específicas das codornas, como o rápido crescimento e curto intervalo de gerações incentivaram sua utilização nos testes ao possibilitar a obtenção de resultados de maneira ágil, além de ser uma alternativa de baixo custo para realização das análises (Kawahara-Miki et al., 2013; Kayang et al., 2002. Kayang et al., 2006)

113 Considerando uma situação futura de competição por recursos, torna-se importante o
114 estudo de fontes alimentares alternativas que não provoquem prejuízos às aves e que possam
115 ser produzidas em larga escala e de maneira sustentável. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da
116 inclusão de FBM na dieta de codornas de corte sobre características de desempenho e carcaça.

117 **MATERIAL E MÉTODOS**

118
119
120 O experimento foi conduzido no setor de aves do Instituto de Ciências Agrárias da
121 Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), Montes Claros, MG. Os procedimentos
122 experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade
123 Federal de Minas Gerais, sob o número de protocolo 136/2017.

124 Foram utilizadas 312 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) com um dia de idade
125 da linhagem ICA1, provenientes do plantel do Programa de Melhoramento Genético de Codornas
126 de Corte do ICA/UFMG, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com quatro
127 tratamentos e seis repetições, com 13 codornas por unidade experimental. Codornas de ambos
128 os sexos, foram alimentadas com dietas incluindo FBM nos níveis de 0, 6, 12 ou 18%.

129 As gaiolas, referentes às unidades experimentais, possuíam dimensões de 0,82 m de
130 largura x 0,41m de profundidade x 0,27 m de altura, laterais e piso confeccionados com arame
131 galvanizado. Sob o piso foi inserida uma bandeja de chapa metálica galvanizada para coleta das
132 excretas. O comedouro foi inserido na parte frontal de cada box, no interior bebedouros tipo copo
133 infantil nas duas primeiras semanas e do tipo copo adulto nas semanas seguintes. O programa
134 de luz adotado foi de 24 horas na primeira semana com lâmpadas incandescentes de 100 Watts.
135 A partir da segunda semana até os 21 dias, 16 horas de iluminação, após 21 dias as lâmpadas
136 foram desligadas e apenas a iluminação natural estava presente.

137 As dietas experimentais (Tabela 3) isoenergéticas e isoproteicas, foram formuladas com
138 base nas informações de composição química e valores energéticos dos alimentos para aves
139 apresentados por Rostagno et al. (2011). As exigências nutricionais das codornas foram
140 estimadas com base nas recomendações de Corrêa (2007), para proteína bruta e energia
141 metabolizável, Ferreira (2015), para lisina, e NRC (Nutrient..., 1994) para atendimento das
142 exigências dos demais aminoácidos. Há poucos dados nutricionais referentes à FBM na
143 literatura, portanto, gorduras, ácidos graxos, composição centesimal e aminoacídica foram
144 investigados e alguns comparados com valores relatados para o farelo de soja (Tabela 4).

145
146
147
148
149
150
151
152

153 **Tabela 3.** Composições percentuais das dietas experimentais para codornas de corte com
 154 diferentes níveis de farinha de barata de Madagascar.

Ingredientes, %	Farinha de barata Madagascar ³			
	0%	6%	12%	18%
Farelo soja 45%	56,0367	46,0000	38,1000	30,7793
Milho moído	36,9818	43,7363	39,9800	34,9800
Óleo de soja	3,8128	-	-	-
Calcário	1,0133	1,0439	1,0498	1,0522
Fosfato bicálcico	0,8862	0,9601	1,0574	1,1542
Suplemento Mineral/Vitamínico ⁽¹⁾	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
DL- Metionina	0,3652	0,8190	1,1000	1,4309
Sal comum	0,3024	0,3152	0,3318	0,3484
L-Lisina HCL	0,1017	0,2580	0,4366	0,4366
L-Treonina	-	-	-	-
Inerte ⁽²⁾	-	0,3676	5,4443	11,3184
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições calculadas, %				
Energia Metabolizável (Mcal kg ⁻¹)	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000
Proteína bruta %	29,0000	29,0000	29,0000	29,0000
Metionina + cistina total %	1,2100	1,5568	1,7208	1,9369
Lisina total %	1,7300	1,7386	1,7978	1,7300
Isoleucina total %	1,2840	1,1948	1,1200	1,0538
Treonina total %	1,1195	1,0687	1,0213	0,9801
Triptofano total %	0,3864	0,3252	0,2716	0,2211
Arginina total %	2,0139	1,8501	1,7154	1,5951
Fósforo disponível %	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
Cálcio %	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
Sódio %	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700

155 ¹Por kg de produto: Manganês, 5000mg; ferro, 5000mg; zinco, 5000mg; cobre, 600mg; cobalto, 10mg; iodo,
 156 100mg e veículo q.s.p. 1.000g. Vit. A, 1.000.000UI; vit. D, 220.000UI; vit. E, 800mg; vit. B1, 100mg; vit. B2,
 157 300mg; vit. B6, 100mg; vit. B12, 1000mcg; niacina, 2.000mg; ácido pantotênico, 1000mg; vit. K3, 200mg;
 158 ácido fólico, 20mg; selênio, 20mg; antioxidante, 10mg e veículo q.s.p. - 1.000g.

159 ²Areia lavada.

160 ³Farinha de barata Madagascar comercial obtida da empresa VidaProteína.

161 Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

162

163

164

165

166

167

168
169**Tabela 4.** Composição química, teor de aminoácidos, gorduras e ácidos Graxos presentes na FBM.

Composição (%)	FBM⁽¹⁾	Farelo de soja 45%⁽²⁾
Matéria seca	93,45	88,59
Proteína bruta	52,16	45,32
Lipídeos	18,86	1,66
Cinzas	3,37	5,9
Aminoácidos (%)³		
Ácido Aspartico	5,9	-
Ácido Glutâmico	6,49	-
Serina	2,54	-
Glicina	4,15	-
Histidina	2,56	1,17
Taurina	ND	-
Arginina	3,16	3,33
Treonina	2,1	1,78
Alanina	5,2	-
Prolina	3,43	-
Tirosina	4,12	-
Valina	3,73	2,16
Metionina	0,73	0,64
Cistina	0,56	-
Isoleucina	2,07	2,1
Leucina	3,62	3,52
Fenilalanina	2,07	2,3
Lisina	2,97	2,77
Triptofano	0,46	0,62
Resultados analíticos para gorduras e ácidos graxos (g/100g de gordura) ⁽⁴⁾		
Gorduras Saturadas		25,08
Gorduras Insaturadas Totais		74,92
Gorduras IM		57,66
Gorduras IP		17,26
Gorduras Trans		0,89
Ácidos Graxos		
C14:0	Ácido merístico	1,09%
C16:0	Ácido palmítico	19,61%
C16:1	Ácido palmitoleico	9,23%
C18:0	Ácido esteárico	3,29%
C18:1 cis	Ácido oleico	46,39%
C18:1 trans	Ácido trans vacênico	0,30%
C18:2 cis	Ácido linoleico	15,91%
C18:2 trans	Ácido Linoelaidico	0,57%
C18:3	Ácido linolênico	3,00%
C20:0	Ácido araquídico	0,21%
C22:0	Ácido beênico	0,22%

170 ¹FBM= Farinha de barata Madagascar comercial obtida da empresa VidaProteína,
171 ²Rostagno (2005),
172 ³Análises realizadas no Laboratório CBO;
173 ⁴Análises realizadas no Laboratório de físico-química do CIT SENAI FIEMG,
174 Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

175

176 Os animais de uma mesma unidade experimental foram pesados conjuntamente, sem
177 distinção de sexo, uma vez por semana até os 35 dias de idade, assim como a dieta ingerida e
178 a sobra de ração. O desempenho das aves foi avaliado por meio do peso (g), ganho de peso (g),
179 consumo alimentar (g/ave) e conversão alimentar (g de dieta/g de peso) em períodos
180 acumulados (7, 14, 21, 28 e 35 dias de idade).

181 Aos 35 dias, duas codornas, uma de cada sexo, foram amostradas aleatoriamente em
182 cada unidade experimental para avaliação das características de carcaça. O abate foi realizado
183 de acordo com as normas humanitárias e higiênico-sanitárias em frigorífico particular. As aves,
184 após jejum de sólidos mínimo de seis horas, foram insensibilizadas por deslocamento cervical e
185 exsanguinadas por dois minutos. Foram, então, escaldadas em temperatura controlada de 53 a
186 55°C, por 20 a 40 segundos, depenadas, evisceradas e retirados os pés e cabeça.

187 A carcaça eviscerada foi pesada e realizados os cortes: peito, coxas + sobrecoxas e asas.
188 Foram então pesadas as vísceras comestíveis (fígado, moela e coração), gordura abdominal e
189 cortes. O rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação entre o peso da carcaça
190 eviscerada e o peso do animal ao abate. Os rendimentos dos cortes, vísceras comestíveis e
191 gordura abdominal foram obtidos com relação ao peso da carcaça eviscerada e expressos em
192 porcentagem (Corrêa et al., 2005).

193 Foi realizada análise de variância para verificar o efeito da inclusão de FBM na dieta das
194 codornas de corte sobre as características de desempenho considerado o delineamento
195 inteiramente ao acaso, o modelo utilizado mostrou o efeito do nível de FBM sobre as variáveis
196 estudadas. Para as características de carcaça foram avaliados também os efeitos de sexo e a
197 interação nível de FBM x sexo por meio de análise de variância, ao interpretar o delineamento
198 com arranjo em parcelas subdivididas apresentando FBM na parcela e sexo na subparcela,
199 dessa forma considerando a associação entre observações de machos e fêmeas dentro de uma
200 mesma unidade experimental. Quando o efeito de nível de inclusão da FBM foi significativo
201 ($P < 0,05$), análises de regressão foram realizadas para descrever o melhor nível de inclusão da
202 farinha de barata. O melhor modelo para ajuste da regressão foi escolhido por meio do
203 coeficiente de determinação ajustado. Todas as análises foram realizadas utilizando o software
204 SAS University Edition (SAS Institute Inc, 2014).

205

206

RESULTADOS

207

208 O peso e ganho de peso das codornas foram influenciados pela inclusão crescente da
209 FBM até a quarta semana de idade. Foram observados maiores pesos e ganhos de peso para
210 animais que se alimentaram com FBM até os 28 dias de idade. A inclusão apresentou efeito

211 quadrático sobre o peso aos sete, 14 e 21 dias, em que os níveis ótimos estimados para inclusão
 212 de FBM foram 13,58%; 16,06% e 17,40%; respectivamente. O efeito observado sobre o peso
 213 aos 28 dias de idade foi linear crescente indicando que o maior nível de inclusão (18%) é melhor
 214 para o desempenho a essa idade. Não foi observado efeito do consumo de FBM sobre o peso e
 215 ganho de peso dos animais aos 35 dias de idade (Tabelas 5 e 6).

216 As médias de consumo de ração foram maiores quando houve inclusão de FBM na dieta
 217 das aves até os 35 dias de idade. Foi observado efeito quadrático da adição de FBM sobre o
 218 consumo de ração aos sete dias de idade com nível ótimo de inclusão de 16,79% na dieta. Aos
 219 14, 21, 28 e 35 dias o efeito da adição de FBM foi linear crescente, ou seja, o consumo de ração
 220 aumentou à medida que se elevou o nível de FBM até 18% (Tabelas 5 e 6).

221 Foi observada melhor conversão alimentar aos 7 dias de idade para as aves cujo o
 222 tratamentos tiveram adição de FBM quando comparados ao tratamento com 0% de adição. Para
 223 essa idade, houve efeito quadrático da adição de FBM, em que melhor conversão alimentar
 224 ocorreria com 11,84% de farinha de inseto na dieta. Quando considerados os períodos do
 225 primeiro dia de idade até os 14 ou 21 dias, incluir FBM na ração das codornas não influenciou a
 226 conversão alimentar. No período total de 28 e 35 dias de criação a conversão alimentar foi maior
 227 com a crescente inclusão de FBM nas dietas (Tabelas 5 e 6).

228

229 **Tabela 5.** Desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de inclusão de
 230 farinha de Barata Madagascar

Característica	Inclusão de FBM				Médias	DP	CV	p-valor
	0%	6%	12%	18%				
P7*	27,28	38,27	40,90	40,65	36,78	2,45	6,64	<0,01
P14*	80,62	93,82	103,24	103,30	95,25	4,24	4,47	<0,01
P21*	152,88	163,22	175,79	174,89	166,70	4,28	2,56	<0,01
P28*	219,84	224,87	234,24	233,40	228,09	6,91	2,60	<0,01
P35	265,39	261,77	276,02	269,34	268,13	8,56	3,20	0,05
GP7*	18,48	29,38	32,00	31,75	27,90	2,44	8,73	<0,01
GP14*	71,82	84,93	92,89	94,39	86,01	4,36	5,07	<0,01
GP21*	144,09	154,33	165,44	166,00	157,47	4,19	2,66	<0,01
GP28*	211,02	215,98	223,88	224,51	218,85	5,77	2,63	<0,01
GP35	256,59	252,88	265,67	260,42	258,89	8,49	3,28	0,09
CR7*	34,14	42,24	45,40	47,05	42,21	2,74	6,48	<0,01
CR14*	123,76	140,75	154,50	159,88	144,72	7,18	4,95	<0,01
CR21*	278,69	300,23	324,06	334,78	309,44	16,01	5,16	<0,01
CR28*	484,53	502,68	535,23	560,22	520,67	26,32	5,06	<0,01
CR35*	700,95	714,64	751,05	776,95	735,90	34,75	4,71	<0,01
CA7*	1,85	1,43	1,42	1,49	1,55	0,13	8,21	<0,01
CA14	1,73	1,66	1,65	1,68	1,68	0,07	4,97	0,51
CA21	1,92	1,95	1,96	2,02	1,96	0,09	4,45	0,38
CA28*	2,28	2,33	2,38	2,48	2,37	0,11	4,59	0,03
CA35*	2,72	2,83	2,83	2,97	2,84	0,12	4,70	0,03

231 FBM = Farinha de barata de Madagascar; P7= Peso aos 7 dias; P14 = Peso aos 14 dias; P21= Peso aos
 232 21 dias; P28= Peso aos 28 dias; P35= Peso aos 35 dias; GP7= Ganho de peso aos 7 dias; GP14= Ganho
 233 de peso aos 14 dias; GP21= Ganho de Peso aos 21 dias; GP28= Ganho de Peso aos 28 dias, GP35=
 234 Ganho de Peso aos 35 dias; CR7= Consumo de Ração aos 7 dias; CR14= Consumo de Ração aos 14 dias;
 235 CR21= Consumo de Ração aos 21 dias, CR28= Consumo de Ração aos 28 dias; CR35= Consumo de
 236 Ração aos 35 dias, CA7= Conversão Alimentar aos 7 dias; CA14= Conversão Alimentar aos 14 dias; CA21=

237 Conversão Alimentar aos 21 dias; CA28= Conversão Alimentar aos 28 dias; CA35= Conversão Alimentar
 238 aos 35 dias; *= Efeito significativo da inclusão de farinha de barata de Madagascar na dieta das codornas
 239 de corte pelo teste F ($p < 0,05$); CV= Coeficiente de variação, DP= Desvio-padrão; p-valor = Probabilidade
 240 do erro tipo I.

241 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

242

243 **Tabela 6.** Equações de regressão e nível de inclusão para ótimo desempenho de codornas de
 244 corte alimentadas com farinha de barata de Madagascar

Característica	Modelo de Regressão	NI	R ²
P7*	$\hat{y} = 27,569 + 2,113x - 0,078x^2$	13,58%	0,85
P14*	$\hat{y} = 80,354 + 2,934x - 0,091x^2$	16,06%	0,85
P21*	$\hat{y} = 152,112 + 2,712x - 0,078x^2$	17,40%	0,82
P28*	$\hat{y} = 220,581 + 0,835x$	18,00%	0,48
P35	-	-	-
GP7*	$\hat{y} = 18,763 + 2,098x - 0,077x^2$	13,58%	0,85
GP14*	$\hat{y} = 71,766 + 2,713x - 0,081x^2$	16,82%	0,83
GP21*	$\hat{y} = 145,944 + 1,280x$	18,00%	0,77
GP28*	$\hat{y} = 211,608 + 0,805x$	18,00%	0,49
GP35	-	-	-
CR7*	$\hat{y} = 34,308 + 1,505x - 0,045x^2$	16,79%	0,79
CR14*	$\hat{y} = 126,410 + 2,035x$	18,00%	0,78
CR21*	$\hat{y} = 280,640 + 3,202x$	18,00%	0,67
CR28*	$\hat{y} = 481,733 + 4,327x$	18,00%	0,59
CR35*	$\hat{y} = 696,233 + 4,407x$	18,00%	0,46
CA7*	$\hat{y} = 1,848 - 0,080x + 0,003x^2$	11,84%	0,68
CA14	-	-	-
CA21	-	-	-
CA28*	$\hat{y} = 2,278 + 0,011x$	0,00%	0,34
CA35*	$\hat{y} = 2,731 + 0,012x$	0,00%	0,31

245 P7= Peso aos 7 dias; P14 = Peso aos 14 dias; P21= Peso aos 21 dias; P28= Peso aos 28 dias; P35= Peso
 246 aos 35 dias; GP7= Ganho de peso aos 7 dias; GP14= Ganho de peso aos 14 dias; GP21= Ganho de Peso
 247 aos 21 dias; GP28= Ganho de Peso aos 28 dias, GP35= Ganho de Peso aos 35 dias; CR7= Consumo de
 248 Ração aos 7 dias; CR14= Consumo de Ração aos 14 dias; CR21= Consumo de Ração aos 21 dias, CR28=
 249 Consumo de Ração aos 28 dias; CR35= Consumo de Ração aos 35 dias, CA7= Conversão Alimentar aos
 250 7 dias; CA14= Conversão Alimentar aos 14 dias; CA21= Conversão Alimentar aos 21 dias; CA28=
 251 Conversão Alimentar aos 28 dias; CA35= Conversão Alimentar aos 35 dias; *= Efeito significativo da
 252 inclusão de farinha de barata de Madagascar na dieta das codornas de corte pelo teste F ($p < 0,05$); NI=
 253 Nível de inclusão de farinha de barata de Madagascar para máximo desempenho; R²= coeficiente de
 254 determinação.

255 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

256

257 Em reavaliação dos dados apresentados considerando as semanas individualmente,
 258 notou-se que o ganho de peso das codornas nas duas primeiras semanas de criação foi
 259 influenciado pela adição de FBM na ração. Na primeira, o nível de inclusão para maior ganho de
 260 peso foi de 13,58%, e na segunda, 18%. Para o ganho de peso na terceira semana de vida não
 261 houve efeito da adição de FBM na dieta das aves. Na quarta e quinta semana de criação, no
 262 entanto, maior ganho de peso foi observado para animais que não ingeriram a FBM.

263 O consumo de ração semanal foi influenciado pela inclusão de FBM até a quarta semana,
 264 porém na quinta semana observou-se que a inclusão da FBM não causou mudança do consumo

265 dos animais. A conversão alimentar quando avaliada semanalmente foi influenciada pela adição
266 de FBM na dieta das codornas na primeira, terceira, quarta e quinta semanas de criação. No
267 entanto, apenas na primeira semana a inclusão da farinha causa diminuição da conversão
268 alimentar. Para a terceira, quarta e quinta semanas, a alimentação com dieta tradicional é
269 associada com a melhor conversão alimentar das aves.

270 Não foi observado efeito da inclusão de FBM sobre os pesos de carcaça, peito, asa, fígado,
271 moela, coração, gordura abdominal e corporal ao abate. A adição da farinha de inseto apenas
272 influenciou o peso de coxa + sobrecoxa dos animais, com menor peso esperado para 12,03% de
273 FBM na dieta. Não foi observada diferença entre os pesos corporal ao abate, de carcaça e partes
274 entre machos e fêmeas, exceto para o peso de moela, em que maior média foi observada em
275 fêmeas, 5,42 gramas, do que em machos, 5,02 gramas. Não houve interação entre dieta e sexo
276 para essas características (Tabela 7).

277 Os rendimentos de carcaça cortes e vísceras comestíveis não sofreram influência da
278 alteração da dieta ou do sexo das codornas. Também, não houve interação entre dieta e sexo
279 para essas características (Tabela 8).

280 **Tabela 7.** Peso corporal ao abate, de carcaça, de partes e vísceras (\pm erro padrão) de codornas de corte de ambos os sexos alimentadas com dietas
 281 contendo farinha de barata de Madagascar

Características	Sexo	Inclusão de FBM				Média	FBM	p-valor	
		0%	6%	12%	18%			Sexo	FBM x Sexo
Peso corporal ao abate (g)	M	271,42 \pm 6,77	272,92 \pm 6,77	274,58 \pm 7,41	275,45 \pm 6,77	273,59 \pm 3,48			
	F	279,60 \pm 6,77	267,07 \pm 6,77	277,63 \pm 6,77	282,32 \pm 6,77	276,65 \pm 3,40	0,61	0,53	0,73
	Média MF	275,51 \pm 4,79	269,99 \pm 4,79	276,11 \pm 5,02	278,88 \pm 4,79				
Peso da carcaça (g)	M	209,30 \pm 7,12	196,33 \pm 7,12	190,21 \pm 7,12	191,83 \pm 7,12	196,92 \pm 3,87			
	F	202,98 \pm 7,12	195,33 \pm 7,12	198,73 \pm 7,79	199,08 \pm 7,12	199,03 \pm 3,79	0,32	0,67	0,69
	Média MF	206,14 \pm 5,14	195,83 \pm 5,14	194,47 \pm 5,38	195,46 \pm 5,14				
Peso do peito (g)	M	83,25 \pm 2,88	84,92 \pm 2,88	82,11 \pm 3,15	80,83 \pm 2,88	82,78 \pm 1,51			
	F	87,13 \pm 2,88	83,90 \pm 2,88	85,92 \pm 2,88	87,57 \pm 2,88	86,13 \pm 1,47	0,98	0,11	0,60
	Média MF	85,19 \pm 2,05	84,41 \pm 2,05	84,01 \pm 2,15	84,20 \pm 2,05				
Peso da coxa+ sobrecoxa (g)	M	47,85 \pm 1,41	44,62 \pm 1,41	43,06 \pm 1,55	44,58 \pm 1,41	45,03 \pm 0,77			
	F	48,98 \pm 1,41	45,05 \pm 1,41	45,10 \pm 1,41	45,30 \pm 1,41	46,11 \pm 0,76	0,02*	0,28	0,95
	Média MF	48,42 \pm 1,02	44,83 \pm 1,02	44,08 \pm 1,07	44,94 \pm 1,02				
Peso da asa (g)	M	15,15 \pm 0,62	14,72 \pm 0,62	15,68 \pm 0,68	14,58 \pm 0,62	15,03 \pm 0,34			
	F	14,60 \pm 0,62	14,75 \pm 0,62	15,50 \pm 0,62	15,53 \pm 0,62	15,09 \pm 0,33	0,55	0,89	0,65
	Média MF	14,87 \pm 0,45	14,73 \pm 0,45	15,59 \pm 0,47	15,06 \pm 0,45				
Peso do fígado (g)	M	5,08 \pm 0,39	5,05 \pm 0,39	5,26 \pm 0,43	5,47 \pm 0,39	5,21 \pm 0,20			
	F	5,57 \pm 0,39	5,25 \pm 0,39	5,38 \pm 0,39	5,45 \pm 0,39	5,41 \pm 0,20	0,89	0,48	0,93
	Média MF	5,32 \pm 0,28	5,15 \pm 0,28	5,32 \pm 0,29	5,46 \pm 0,28				
Peso da moela (g)	M	5,08 \pm 0,27	4,75 \pm 0,27	5,14 \pm 0,29	5,12 \pm 0,27	5,02 \pm 0,14			
	F	5,65 \pm 0,27	5,05 \pm 0,27	5,35 \pm 0,27	5,65 \pm 0,27	5,42 \pm 0,13	0,26	0,04*	0,89
	Média MF	5,37 \pm 0,19	4,90 \pm 0,19	5,24 \pm 0,20	5,38 \pm 0,19				
Peso do coração (g)	M	2,50 \pm 0,14	2,30 \pm 0,14	2,48 \pm 0,16	2,55 \pm 0,14	2,46 \pm 0,08			
	F	2,42 \pm 0,14	2,60 \pm 0,14	2,65 \pm 0,14	2,67 \pm 0,14	2,58 \pm 0,07	0,64	0,22	0,59
	Média MF	2,46 \pm 0,10	2,45 \pm 0,10	2,56 \pm 0,11	2,61 \pm 0,10				
Peso da Gordura abdominal (g)	M	0,43 \pm 1,12	0,55 \pm 1,12	0,61 \pm 1,13	0,50 \pm 1,12	0,52 \pm 0,07			
	F	0,62 \pm 1,12	0,50 \pm 1,12	0,53 \pm 1,12	0,67 \pm 1,12	0,58 \pm 0,07	0,94	0,51	0,57
	Média MF	0,52 \pm 0,09	0,52 \pm 0,09	0,57 \pm 0,10	0,58 \pm 0,09				
Equação de regressão							NI		
Peso da coxa	$\hat{y} = 48,350 - 0,736x + 0,031x$ (R = 0,21)					12,03%			

282 FBM= Farinha de barata de Madagascar; *= Efeito significativo da inclusão de farinha de barata de Madagascar na dieta das codornas de corte pelo teste F ($p < 0,05$); p-
 283 valor = Probabilidade do erro tipo I; M= machos; F= fêmeas; MF= machos e fêmeas; R²= coeficiente de determinação; NI= Nível de inclusão de farinha de barata de
 284 Madagascar para máximo desempenho.
 285 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

286 **Tabela 8.** Rendimento de carcaça, partes e vísceras (\pm erro padrão) de codornas de corte de ambos os sexos alimentadas com dietas contendo farinha
 287 de barata de Madagascar

Características	Sexo	Inclusão de FBM				Média	FBM	p-valor	
		0%	6%	12%	18%			Sexo	FBM x Sexo
Rendimento da carcaça	M	77,08 \pm 2,03	71,84 \pm 2,03	69,38 \pm 2,21	69,62 \pm 2,03	71,98 \pm 1,04	0,18	0,96	0,24
	F	72,49 \pm 2,03	73,32 \pm 2,03	71,83 \pm 2,03	70,54 \pm 2,03	72,04 \pm 1,01			
	Média MF	74,78 \pm 1,58	72,58 \pm 1,58	70,61 \pm 1,64	70,08 \pm 1,58				
Rendimento do peito	M	40,28 \pm 0,90	43,16 \pm 0,90	43,11 \pm 0,98	42,15 \pm 0,90	42,17 \pm 0,46	0,37	0,07	0,23
	F	42,93 \pm 0,90	42,88 \pm 0,90	43,26 \pm 0,90	44,00 \pm 0,90	43,27 \pm 0,45			
	Média MF	41,61 \pm 0,70	43,02 \pm 0,70	43,18 \pm 0,73	43,07 \pm 0,70				
Rendimento da coxa + sobrecoxa	M	23,19 \pm 0,54	22,78 \pm 0,54	22,70 \pm 0,54	23,21 \pm 0,54	22,97 \pm 0,35	0,23	0,58	0,53
	F	24,12 \pm 0,54	23,06 \pm 0,54	22,70 \pm 0,54	22,76 \pm 0,54	23,16 \pm 0,35			
	Média MF	23,65 \pm 0,42	22,92 \pm 0,42	22,70 \pm 0,43	22,98 \pm 0,42				
Rendimento da asa	M	7,29 \pm 0,28	7,50 \pm 0,28	8,21 \pm 0,31	7,62 \pm 0,28	7,66 \pm 0,14	0,08	0,78	0,75
	F	7,20 \pm 0,28	7,59 \pm 0,28	7,80 \pm 0,28	7,81 \pm 0,28	7,60 \pm 1,14			
	Média MF	7,25 \pm 1,20	7,54 \pm 1,20	8,00 \pm 1,21	7,71 \pm 1,20				
Rendimento do fígado	M	2,44 \pm 0,20	2,58 \pm 0,20	2,76 \pm 0,22	2,85 \pm 0,20	2,66 \pm 0,10	0,82	0,58	0,65
	F	2,77 \pm 0,20	2,70 \pm 0,20	2,71 \pm 0,20	2,75 \pm 0,20	2,73 \pm 0,10			
	Média MF	2,61 \pm 0,16	2,64 \pm 0,16	2,73 \pm 0,16	2,80 \pm 0,16				
Rendimento da moela	M	2,47 \pm 0,16	2,45 \pm 0,16	2,69 \pm 0,17	2,66 \pm 0,16	2,57 \pm 0,10	0,37	0,22	0,92
	F	2,65 \pm 0,16	2,59 \pm 0,16	2,69 \pm 0,16	2,84 \pm 0,16	2,69 \pm 0,10			
	Média MF	2,56 \pm 0,12	2,52 \pm 0,12	2,69 \pm 0,13	2,75 \pm 0,12				
Rendimento do coração	M	1,21 \pm 0,07	1,18 \pm 0,07	1,30 \pm 0,08	1,32 \pm 0,07	1,25 \pm 0,04	0,40	0,25	0,60
	F	1,21 \pm 0,07	1,32 \pm 0,07	1,33 \pm 0,07	1,34 \pm 0,07	1,30 \pm 0,04			
	Média MF	1,21 \pm 0,06	1,25 \pm 0,06	1,32 \pm 0,06	1,33 \pm 0,06				
Rendimento da gordura abdominal	M	0,21 \pm 0,06	0,29 \pm 0,06	0,33 \pm 0,07	0,27 \pm 0,06	0,27 \pm 0,04	0,88	0,69	0,54
	F	0,30 \pm 0,06	0,26 \pm 0,06	0,27 \pm 0,06	0,33 \pm 0,06	0,29 \pm 0,04			
	Média MF	0,26 \pm 0,05	0,27 \pm 0,05	0,30 \pm 0,05	0,30 \pm 0,05				

288 FBM= Farinha de barata de Madagascar; *= Efeito significativo da inclusão de farinha de barata de Madagascar na dieta das codornas de corte pelo teste F ($p < 0,05$); p-
 289 valor = Probabilidade do erro tipo I; M= machos; F= fêmeas; MF= machos e fêmeas; R²= coeficiente de determinação; NI= Nível de inclusão de farinha de barata de
 290 Madagascar para máximo desempenho.

291 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

DISCUSSÃO

292

293

294

A inclusão de FBM na dieta de aves pode oferecer um sistema de produção mais sustentável com menor dependência da soja e milho, commodities em frequente oscilação de disponibilidade e preço que necessitam de extensas faixas de terra produtiva e um bom índice pluviométrico, o que limita sua produção em determinadas regiões, limitação essa que não ocorre com a criação de insetos.

298

299

300

301

302

303

304

305

Nas primeiras semanas de criação, a inclusão de FBM na dieta influenciou positivamente o desempenho, permitindo maior ganho de peso das aves. Tomando essa característica como referência para indicação do melhor nível de inclusão do ingrediente na ração de codornas de corte e considerando a idade de abate igual a 35 dias, dentre os níveis estudados, 18% de adição de farinha de inseto em dieta única seria sugerido para substituir ingredientes tradicionalmente utilizados. A sugestão justifica-se no fato de que os pesos e ganhos de peso aos 35 dias de idade não foram influenciados pela adição de FBM na ração.

306

307

308

309

310

311

312

313

A substituição, principalmente, da soja e seus coprodutos, como o óleo de soja, causaria menor dependência do setor avícola por esse ingrediente. Vale ressaltar que no Brasil isso ainda não é possível, uma vez que a produção de FBM ainda é incipiente e seu custo elevado. Espera-se que em futuro próximo, com estudos mostrando o potencial de utilização desse ingrediente alternativo e os incentivos constantes feitos pela FAO desde 2003 com a criação do programa de insetos comestíveis e publicações (FAO, 2010, 2012, 2013a, 2013b, 2013c), a produção de insetos para alimentação animal sofra aumento em produção e produtividade, reduzindo, assim, seu custo final.

314

315

316

317

318

319

Insetos como o Tenebrio, moscas e larvas estão sendo testados em estudos recentes com diferentes níveis de inclusão substituindo fontes proteicas e lipídicas na dieta de aves (Biasato et al., 2017; Seccci et al., 2018; Bovera et al., 2018; Wallace et al., 2017; Cutrignelli et al., 2018; Loponte et al., 2017; Khan et al., 2017). Com a difusão do conhecimento e êxito dos últimos estudos, a formulação de ração para animais ganha novos ingredientes, e em consequência gerada maior disponibilidade e possível redução de custo da alimentação.

320

321

322

323

324

325

De acordo com De Castro, et al. (2018), proteínas provenientes de insetos apresentam vantagens expressivas em termos de valor nutricional, o nível total de proteínas é elevado assim como o perfil aminoácido. Além da qualidade nutricional citada, De Castro, et al. (2018) reportam ainda a existência (na farinha de inseto) de peptídeos com propriedades bioativas, como atividade antimicrobiana e antioxidante, o que também poderia favorecer o desempenho dos animais.

326

327

328

329

Essas propriedades biotivas estão associadas à quitina e seus subprodutos, que são parte constituinte do exoesqueleto de insetos, camarões e caranguejos (Swiatkiewicz et al., 2015). Já foi reportado que a quitina atua como prebiótico (Bovera et al., 2015), promovendo melhora na resposta imune de aves, ao mesmo tempo sabe-se que este composto diminui a digestibilidade

330 da dieta, principalmente com relação as proteínas (Longvah et al., 2011). A ação da quitina
331 sobre o desempenho de aves pode então ser relativa.

332 Existem estudos relatando com maior clareza o uso isolado da quitina na forma de
333 quitosana, Swiatkiewicz et al. (2015) por exemplo, revisaram e discutiram os resultados de
334 estudos sobre os efeitos da quitosana em dietas e seus derivados oligossacarídicos sobre o
335 desempenho e a resposta metabólica em aves e suínos, a quitina foi citada apenas como fonte
336 para quitosana.

337 Khempaka, et al.,(2011) discutiram o efeito da quitina presente em farinhas de camarão
338 utilizadas em dietas experimentais para aves, avaliaram o potencial da Farinha de Cabeça de
339 Camarão (FCC) como fonte de proteína para frangos de corte e estabeleceram os efeitos gerais
340 da quitina na farinha e sua forma purificada como ingredientes funcionais na ração. Foi verificado
341 que, o complexo quitina-proteína, presente na FCC promoveu melhor crescimento da microflora
342 intestinal do que a quitina purificada, ambas mostraram resultados semelhantes em termos de
343 redução da produção de amônia nos excrementos e no conteúdo fecal de frangos de corte. O
344 estudo relata ainda que o teor de quitina não deve exceder 2,8% na dieta das aves, sendo um
345 composto limitante para utilização das farinhas.

346 Rumpold e Schlüter (2013), afirmam que esse problema poderia ser resolvido por
347 processamento de alta pressão, o que permitiria a remoção parcial da quitina além de
348 disponibilizar proteínas ligadas ao composto.

349 As diferenças no desempenho observadas entre codornas alimentadas com diferentes
350 concentrações de FBM são também referentes ao acúmulo dos efeitos fisiológicos da
351 alimentação sobre o corpo do animal durante todo o período de alimentação. Por exemplo, o
352 ganho de peso aos 35 dias de idade de animais que se alimentaram com dietas contendo 18%
353 de FBM, 260,42 gramas, representa o quanto à ave ganhou de peso, em gramas, do primeiro
354 dia aos 35 dias de idade, período o qual se alimentou integralmente da dieta a ela definida.

355 Para o peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar foi observado alteração do
356 comportamento dos animais expostos às diferentes dietas ao longo do período de criação, em
357 que nas primeiras idades apresentou-se melhor desempenho dos animais alimentados com altos
358 níveis de inclusão de FBM, por outro lado, aos 35 dias de idade o peso corporal e ganho de peso
359 das codornas alimentadas com FBM na dieta não se diferenciou das alimentadas sem a farinha.

360 Contrariamente Loponte et al., (2017) ao avaliarem (ao longo de 64 dias) o peso corporal
361 e o ganho de peso de perizes alimentados com duas dietas de larvas de insetos diferentes
362 (*Tenebrio molitor* e *Hermetia illucens*), até os 43 dias de idade, não observaram diferenças no
363 peso corporal das aves. Aos 50, 57 e 64 dias de idade, os animais que receberam dietas com
364 25% de FI tiveram aumento do peso corporal.

365 Sugere-se que sejam adotadas dietas múltiplas com diferentes níveis de inclusão para a
366 fase inicial e final para que seja atendida de forma eficiente às exigências de cada espécie. Além
367 disso, como sugerido por Lopete et al. (2017) ensaios de digestibilidade são necessários para
368 que se conheça a capacidade de cada espécie em digerir a quitina, já que dependendo da

369 eficiência de cada animal o teor de nutrientes disponíveis para absorção no intestino poderia ser
370 divergente do que se acredita.

371 Ademais, a conversão alimentar das aves com 28 dias de idade aumentou nos animais
372 que ingeriram a FBM o que é fruto do maior consumo de ração considerando todo o ciclo de
373 produção.

374 Analisando semanalmente o desempenho dos animais, nota-se que o ganho de peso na
375 primeira e segunda semana de vida é maior para animais que ingeriram FBM, mas na quarta e
376 na quinta semana foi maior para codornas que se alimentaram de dieta com 0% da farinha. Já o
377 consumo de ração com FBM foi maior até a quarta semana de idade, com isso a conversão
378 alimentar semanal das aves sem inclusão de FBM na dieta foi melhor a partir da terceira semana.

379 Insetos são naturalmente consumidos por aves, na ração experimental em que havia FBM
380 foi observada uma diferença visual na coloração em relação à dieta sem este ingrediente,
381 pequenos fragmentos de coloração escura provenientes do exoesqueleto do inseto podem ter
382 contribuído como um estímulo visual para o consumo desta dieta.

383 O consumo de alimentos pelas aves pode ser influenciado por mecanismos físicos,
384 fisiológicos, hormonais e também pela ingestão de água. Além disso, o que se sabe é que caso
385 o teor de energia na dieta esteja muito baixo em relação à proteína o animal é estimulado a
386 aumentar o consumo de ração a fim de satisfazer suas necessidades energéticas,
387 consequentemente terá um excesso no consumo de proteína, ou ainda, irá reduzir a ingestão de
388 ração a fim de evitar um consumo excessivo de proteína. Existem situações em que os animais
389 nascem com preferências e aversões inatas a alimentos, o que é fácil de entender quando se
390 analisa o tamanho e formato do bico, pode ocorrer ainda indução a escolher um tipo de ração
391 com base na visão e odor (Lima, 2013).

392 Apesar de não ser testada a utilização de dietas múltiplas no atual estudo, fica
393 evidenciado que utilizar diferentes dietas na fase inicial e final do período de criação poderia
394 gerar ainda melhor desempenho das aves. No entanto, não conseguimos diferenciar se o
395 benefício da inclusão de FBM na ração das codornas diminui ao longo do tempo por conta do
396 acúmulo de efeitos que a FBM causa no organismo do indivíduo ou por especificidade das
397 codornas em suas diferentes fases de vida.

398 A inclusão da FBM em níveis de até 18% na dieta de codornas de corte não foi suficiente
399 para se observar mudanças expressivas no peso e rendimentos de carcaça, assim como no
400 rendimento de partes e vísceras comestíveis. Apenas o peso médio de coxa+sobrecoxa foi maior
401 em animais alimentados com a dieta tradicional. Porém, a comercialização das codornas de corte
402 se dá por meio da venda da carcaça eviscerada inteira, o que significa dizer que incluir FBM na
403 dieta dessas aves não prejudicaria o comércio da carne.

404

405

406

407

CONCLUSÃO

408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446

Visando maior sustentabilidade no processo de produção de aves de corte, até 18% de FBM poderia ser incluída na ração em substituição à soja, considerando o período total de criação de 35 dias. O rendimento de carcaça similar das codornas sob diferentes dietas permite dizer que a comercialização da carne não seria prejudicada pela inclusão da FBM na dieta. Caso seja possível em futuro próximo a inclusão de altos níveis de farinha de inseto na formulação de dietas de aves, ocorrerá grande impacto no setor de produção avícola, além de menor dependência dos ingredientes tradicionais.

447

REFERÊNCIAS

- 448 Biasato, I., L. Gasco, M. De Marco, M. Renna, L. Rotolo, S. Dabbou, M. T. Capucchio, E.
449 Biasibetti, M. Tarantola, C. Bianchi, A. Schiavone, L. Cavallarin, F. Gai, L. Pit, D. Dezzutto,
450 S. Bergagna, A. Schiavone. 2017. Effects of yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*)
451 inclusion in diets for female broiler chickens: implications for animal health and gut histology.
452 *Anim. Feed Sci. Technol.*, 234:253-263.
- 453 Bovera, F., G. Piccolo, L. Gasco, S. Marono, R. Loponte, G. Vassalotti, V. Mastellone, P.
454 Lombardi, Y. A. Attia, A. Nizza. 2015. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, L.) as a
455 possible alternative to soybean meal in broiler diets. *Br. Poult. Sci.*, 56:569-575
- 456 Bovera, F., R. Loponte, M. E. Pero, M. I. Cutrignelli, S. Calabrò, N. Musco, G. Vassalotti, V.
457 Panettieri, P. Lombardi, G. Piccolo, C. Di Meo, G. Siddi, K. Fliegerova, G. Moniello. 2018.
458 Laying performance, blood profiles, nutrient digestibility and inner organs traits of hens fed
459 an insect meal from *Hermetia illucens* larvae. *Res. Vet. Sci.*, 120, 86-93
- 460 Carvalho, T. S. G. 2017. Farinha de Barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) em
461 dietas para calopsitas (*Nymphicus holIndicus*) mantidas em cativeiro. Tese (Doutorado em
462 Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 66p.
- 463 Corrêa, G. S. S., M. A. Silva, A. B. Corrêa, D. O. Fontes, G. G. Santos, N. L. Dionello, R. R.
464 Wenceslau, V. P. S. Felipe, I. C. Ferreira, J. E. R. Sousa. 2007. Desempenho de codornas
465 de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. *Arq. Bras. Med. Vet. e*
466 *Zootec.* 59:1545–1553.
- 467 Corrêa, G. S. S., M. A. Silva, D. O. Fontes, A. B. Corrêa, A. C. C. Euler, A. B. Fridrich, I. C.
468 Ferreira, R. V. Ventura, J. E. Rufino, B. D. Valente. 2005. Efeito de diferentes níveis de
469 proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas europeias. *Arq. Bras. Med.*
470 *Vet. e Zootec.* 57(2):266–271. doi: 10.1590/S0102-09352005000200020.
- 471 Cutrignelli, M. I., M. Messina, F. Tulli, B. Randazzo, I. Olivotto, L. Gasco, R. Loponte, F. Bovera.
472 2018. Evaluation of an insect meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as soybean
473 substitute: Intestinal morphometry, enzymatic and microbial activity in laying hens. *Res. Vet.*
474 *Sci.* 117:209-215.
- 475 De Castro, R. J. S., A. Ohara, J. G. S. Aguilar, M. A. F. Domingues. 2018. Nutritional, functional
476 and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future
477 challenges. *Trends Food Sci. Technol.* 76:82-89.
- 478 Ferreira, F. 2015. Digestibilidade e exigência nutricional de lisina sob o conceito de proteína ideal

- 479 em dois grupos genéticos de codornas de corte. Tese (Doutorado em Zootecnia).
480 Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG. 97p.
- 481 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2010. Forest insects as food:
482 humans bite back. FAO Bangkok, Thailand.
- 483 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2012. Summary report:
484 Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security. FAO, Rome,
485 Italy.
- 486 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013a. Edible insects – future
487 prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper 171, IX.
- 488 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013b. The Contribution of
489 Insects to Food Security, Livelihoods and the Environment. Food and Agriculture
490 Organization, Rome.
- 491 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013c. Six-legged livestock:
492 edible insect farming, collecting and marketing in Thailand. FAO Bangkok, Thailand.
- 493 Hwangbo, J., C. E. Hong, A. Jang, H. K. Kang, J. S. Oh, B. W. Kim, B. S. Park. 2009. Utilization
494 of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. J Environ
495 Biol. 30(4):609-14.
- 496 Ijaiya, A. T., and E. O. Eko. 2009. Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Anaphe*
497 *infracta*) caterpillar meal on performance, carcass characteristics and haematological
498 parameters of finishing broiler chicken. Pak. J. Nutr., 8: 850-855.
- 499 Kawhara-Miki, R., S. Sano, M. Nunome, T. Shimmura, T. Kuwayama, S. Takahashi, T
500 Kawashima, Y. Matsuda, T. Yoshimura, T. Kono. 2013. Next-generation sequencing reveals
501 genomic features in the Japanese quail. Genomics, 101:345–353.
- 502 Kayang B. B., M. Inoue-Murayama, T. Hoshi, K. Matsuo, H. Takahashi, M. Minezawa, M.
503 Mizutani, S. Ito. 2002. Microsatellite loci in Japanese quail and cross-species amplification
504 in chicken and guinea fowl. Genet. Sel. Evol. 34:233-253.
- 505 Kayang, B. B., V. Fillon, M. Inoue-Murayama, M. Miwa, S. Leroux, K. Fève, J.-L. Monvoisin, F.
506 Pitel, M. Vignoles, C. Mouilhayrat, C. Beaumont, S. Ito, F. Minvielle, and A. Vignal. 2006.
507 Integrated maps in quail (*Coturnix japonica*) confirm the high degree of synteny conservation
508 with chicken (*Gallus gallus*) despite 35 million years of divergence. BMC Genom. 7:101.

- 509 Khan, S., R. U. Khan, W. Alam, A. Sultan. 2017. Evaluating the nutritive profile of three insect
510 meals and their effects to replace soya bean in broiler diet. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*
511 102(2):e662-e668.
- 512 Khempaka, S., C. Chitsatchapong, and W. Molee. 2011. Effect of chitin and protein constituents
513 in shrimp head meal on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbial
514 populations, volatile fatty acids, and ammonia production in broilers. *J. Appl. Poultry Res.*
515 20:1–11.
- 516 Lima M. R.; F. G. P. Costa, J. D. O. Batista, S. C. F. Santos, W. C. Rocha. 2013. Como as aves
517 regulam o consumo de ração? *Engormix: Avicultura*. Disponível em:
518 <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/como-avesregulamconsumot38151.htm>. Acesso
519 em: 10/09/2018.
- 520 Lisenko, k. G. 2017. Valor nutricional de farinhas de insetos para cães e gatos. Tese (Doutorado
521 em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 123p.
- 522 Longvah, T., K. Mangthya, and P. Ramulu. 2011. Nutrient composition and protein quality
523 evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. *Food Chem.* 128:400-403.
- 524 Loponte, R., S. Nizza, F. Bovera, N. De Riu, K. Fliegerova, P. Lombardi, G. Vassalotti, V.
525 Mastellone, A. Nizza, G. Moniello. 2017. Growth performance, blood profiles and carcass
526 traits of Barbary partridge (*Alectoris barbara*) fed two different insect larvae meals (*Tenebrio*
527 *molitor* and *Hermetia illucens*). *Research Vet. Sci.* 115:183–188. Available at:
528 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.04.017>.
- 529 National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad.
530 Press, Washington, DC.
- 531 Oonincx, D. G. A. B., and E. S. Dierenfeld. 2011. An Investigation Into the Chemical Composition
532 of Alternative Invertebrate Prey. *Zoo Biol.* 31(1)40–54. doi: 10.1002/zoo.20382.
- 533 Ramos-Elorduy, J., E. A. González, A. R. Hernández, J. M. Pino. 2002. Use of *Tenebrio molitor*
534 (*Coleoptera: Tenebrionidae*) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *J.*
535 *Econ. Entomol.* 95(1):214-20.
- 536 Rodrigues, P. B., H. S Rostagno, L. F. T. Albino, P. C. Gomes, R. T. Santana, R. V. Nunes.
537 Aminoácidos digestíveis verdadeiros da soja e subprodutos, determinados com galos
538 cecectomizados. *R. Bras. Zootec.* 2002. (2):970-981.

- 539 Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. de Oliveira, D. C. Lopes, A. S.
540 Ferreira, S. L. de T. Barreto, R. F. Euclides. 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos:
541 composição de alimentos e exigências nutricionais. 2nd ed. Viçosa: Departamento de
542 Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 543 Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. de Oliveira, D. C. Lopes, A. S.
544 Ferreira, S. L. de T. Barreto, R. F. Euclides. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos:
545 composição de alimentos e exigências nutricionais. 3rd ed. Viçosa: Departamento de
546 Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 547 Rumpold, B. A., and O. K. Schlüter. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible
548 insects. *Mol. Nutr. Food Res.* 57:802-823
- 549 SAS Institute Inc. 2014. SAS software 9.4. SAS Inst. Inc. Mark. Co.:1–25.
- 550 Secci, G., G. Moniello, L. Gasco, F. Bovera, G. Parisi. 2018. Barbary partridge meat quality as
551 affected by *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* larva meals in feeds. *Food Research*
552 *International.* 112:291-298.
- 553 Swiatkiewicz, S., M. Swiatkiewicz, A. Arczewska-Wlosek, D. Jozefiak. 2015. Chitosan and its
554 oligosaccharide derivatives (chito-oligosaccharides) as feed supplements in poultry and
555 swine nutrition. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99:1-12. doi:10.1111/jpn.12222
- 556 Van Huis, A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review*
557 *of Entomology,* 58:563-583.
- 558 Wallace, P. A., J. K. Nyameasem, G. A. Adu-Aboagye, S. Affedzie-Obresi, E. K. Nkegbe, N.
559 Karbo, F. Murray, W. Leschen, P. O. Maquart. 2017. Impact of black soldier fly larval meal
560 on growth performance, apparent digestibility, haematological and blood chemistry indices
561 of guinea fowl starter keets under tropical conditions. *Tropical anim. health and prod.,*
562 49(6):1163-1169.

1 **4.2 Artigo 2 - Características e composição da carne de codornas de corte**
2 **alimentadas com farinha de barata de Madagascar (*Gromphadorhina***
3 ***portentosa*)**

4
5
6
7
8
9 (Artigo escrito de acordo com as normas da revista Poultry Science)

10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38

39 **Características e composição da carne de codornas de corte alimentadas com farinha de**
40 **barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*)**

41

42

43 Camila Almeida de Jesus^{1*}, Fabiana Ferreira[†], Cleube Andrade Boari^{**}, Raphael Rocha

44

Wenceslau*

45

46 **RESUMO**

47 Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de farinha de barata de Madagascar
48 (FBM) na dieta de codornas de corte sobre as características de qualidade e composição da
49 carne. Para tal foram formuladas dietas isoproteicas e isoenergéticas com os níveis de inclusão
50 de 0; 6; 12 e 18% de farinha de inseto. Após 35 dias de vida dois animais (um macho e uma
51 fêmea) de acordo com o peso médio da unidade experimental, foram amostrados aleatoriamente
52 para as avaliações das características de qualidade que se referiam ao pH, capacidade de
53 retenção de água, colorimetria, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, e composição
54 da carne onde analisou-se teor de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas. Não foi observado efeito
55 significativo para as características de pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por
56 cocção e maciez objetiva, nos tratamentos e sexo dos animais, assim como interação sexo x
57 tratamento. Houve efeito significativo do parâmetro L* (luminosidade) resultando em carne
58 teoricamente mais escura. Com relação à composição, umidade, lipídeos e cinzas não se
59 diferenciaram do tratamento sem adição de farinha. Entretanto, o teor de proteínas na carne
60 aumentou, atingindo seu maior índice com 14% de inclusão de FBM. Conclui-se que a
61 substituição de fontes alimentares convencionais por FBM não trouxe grandes modificações na
62 composição da carne de codorna comparada a dieta convencional, porém melhorou seu teor de
63 proteínas, assim a farinha de inseto pode ser incluída na dieta de codornas de corte sem
64 prejuízos para as características estudadas.

65 Palavras-chave: Inseto. Nutrição. Aves. qualidade. Bromatologia.

66

67

68

69

70

71

^{1*} Autor Correspondente: camilaa@ufmg.br

Endereço: Avenida universitária, n° 1000, Bairro Universitário, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

* Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil

** Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Brasil

INTRODUÇÃO

Estudos com a utilização de fontes alternativas para alimentação animal têm aumentado como o intuito de substituir fontes tradicionais de proteína e energia utilizadas nas formulações de dieta para aves, evitando assim a concorrência com ingredientes comumente utilizados também na alimentação humana, dada à situação projetada de conseqüente escassez (Van Huis, 2013; Ramos-Elorduy et al., 2006)

A barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) tem sido criada comercialmente em instalações com circulação de ar, utilizando-se tambores de polietileno com papelão em seu interior para possibilitar superfície de contato e melhores condições para locomoção e crescimento dos insetos. Atualmente a dieta destes animais é normalmente baseada em frutas e vegetais, mas rejeitos da agroindústria também podem ser aproveitados para este fim.

A utilização da farinha de insetos para alimentação de aves pode representar maior sustentabilidade para a cadeia produtiva de proteína animal, já que substitui fontes tradicionais na dieta dos animais (soja e milho) e possibilita aproveitar rejeitos da agroindústria e até mesmo o resíduo produzido pelas próprias aves no seu desenvolvimento na produção dos insetos (Ramos-Elorduy et al., 2006).

Características específicas das codornas, como o rápido crescimento e curto intervalo de gerações incentivaram sua utilização nos testes ao possibilitar a obtenção de resultados de maneira ágil, além de ser uma alternativa de baixo custo para realização das análises (Kawahara-Miki et al., 2013; Kayang et al., 2002. Kayang et al., 2006)

A avaliação da qualidade e composição da carne é fundamental para que se possa prever possíveis alterações do alimento devido a dieta alternativa administrada, garantindo assim, um produto com características normais, adequado para o consumo e com bom valor nutricional.

Considerando-se o exposto, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de Farinha de Barata Madagascar (FBM) na dieta de codornas de corte sobre as características de qualidade e composição da carne.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Aves, do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), Montes Claros, MG. Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais, sob o número de protocolo 136/2017. As aves da linhagem ICA1 foram provenientes do plantel do Programa de Melhoramento Genético de Codornas de Corte do ICA/UFMG, com um dia de idade, machos e fêmeas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, os níveis de inclusão de 0; 6; 12; e 18% da FBM, com seis repetições, com 13 codornas por unidade experimental.

110 As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas (Tabelas 9),
 111 baseando-se nas informações de composição química e valores energéticos dos alimentos para
 112 aves apresentados por Rostagno et al. (2011). As exigências nutricionais das codornas foram
 113 estimadas com base nas recomendações de Corrêa (2007) para proteína bruta e energia
 114 metabolizável, Ferreira (2015), para lisina, e NRC (Nutrient..., 1994) para atendimento das
 115 exigências dos demais aminoácidos.

116

117 **Tabela 9.** Composições percentuais das dietas experimentais para codornas de corte com
 118 diferentes níveis de farinha de barata de Madagascar

Ingredientes	Farinha de barata Madagascar ³			
	0%	6%	12%	18%
Farelo soja 45%	56,0367	46,0000	38,1000	30,7793
Milho moído	36,9818	43,7363	39,9800	34,9800
Óleo de soja	3,8128	-	-	-
Calcário	1,0133	1,0439	1,0498	1,0522
Fosfato bicálcico	0,8862	0,9601	1,0574	1,1542
Suplemento Mineral/Vitamínico ⁽¹⁾	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
DL- Metionina	0,3652	0,8190	1,1000	1,4309
Sal comum	0,3024	0,3152	0,3318	0,3484
L-Lisina HCL	0,1017	0,2580	0,4366	0,4366
L-Treonina	-	-	-	-
Inerte ⁽²⁾	-	0,3676	5,4443	11,3184
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições calculadas				
Energia Metabolizável (Mcal kg ⁻¹)	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000
Proteína bruta (%)	29,0000	29,0000	29,0000	29,0000
Metionina + cistina total (%)	1,2100	1,5568	1,7208	1,9369
Lisina total (%)	1,7300	1,7386	1,7978	1,7300
Isoleucina total (%)	1,2840	1,1948	1,1200	1,0538
Treonina total (%)	1,1195	1,0687	1,0213	0,9801
Triptofano total (%)	0,3864	0,3252	0,2716	0,2211
Arginina total (%)	2,0139	1,8501	1,7154	1,5951
Fósforo disponível (%)	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
Cálcio (%)	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
Sódio (%)	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700

119 ¹Por kg de produto: Manganês, 5000mg; ferro, 5000mg; zinco, 5000mg; cobre, 600mg; cobalto, 10mg; iodo,
 120 100mg e veículo q.s.p. 1.000g. Vit. A, 1.000.000UI; vit. D, 220.000UI; vit. E, 800mg; vit. B1, 100mg; vit. B2,
 121 300mg; vit. B6, 100mg; vit. B12, 1000mcg; niacina, 2.000mg; ácido pantotênico, 1000mg; vit. K3, 200mg;
 122 ácido fólico, 20mg; selênio, 20mg; antioxidante, 10mg e veículo q.s.p. - 1.000g. ⁽²⁾ Areia lavada. ⁽³⁾ Farinha
 123 de barata Madagascar comercial obtida da empresa VidaProteína.

124 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

125

126 Na Tabela 10, está a composição química da FBM e farelo de soja, na Tabela 11 estão
 127 apresentados os valores de Gorduras e Ácidos Graxos encontrados na FBM. A tabela 12
 128 disponibiliza informações sobre os aminoácidos na FBM e valores encontrados na literatura para
 129 farelo de soja.

130

131 **Tabela 10.** Composição química da farinha de barata de Madagascar, farelo de soja e dietas
 132 experimentais

Composição (%)	Farinha de barata de Madagascar ⁽¹⁾	Farelo de soja 45% ⁽²⁾
Matéria seca	93,45	88,59
Proteína bruta	52,16	45,32
Lipídeos	18,86	1,66
Cinzas	3,37	5,9

133 ¹Farinha de barata de Madagascar comercial obtida da empresa VidaProteína, ² Rostagno (2005)
 134 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

135

136 **Tabela 11.** Gorduras e Ácidos Graxos presentes na FBM

Resultados Analíticos (g/100g de gordura) ⁽¹⁾		
Gorduras Saturadas		25,08
Gorduras Insaturadas Totais		74,92
Gorduras IM		57,66
Gorduras IP		17,26
Gorduras Trans		0,89
Ácidos Graxos		
C14:0	Ácido merístico	1,09%
C16:0	Ácido palmítico	19,61%
C16:1	Ácido palmitoleico	9,23%
C18:0	Ácido esteárico	3,29%
C18:1 cis	Ácido oléico	46,39%
C18:1 trans	Ácido trans vacênico	0,30%
C18:2 cis	Ácido linoleico	15,91%
C18:2 trans	Ácido Linoelaidico	0,57%
C18:3	Ácido linolênico	3,00%
C20:0	Ácido araquídico	0,21%
C22:0	Ácido beênico	0,22%

137 ⁽¹⁾Análises realizadas no Laboratório de físico-química do CIT SENAI FIEMG, FBM= Farinha de
 138 Barata de Madagascar

139 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

140

141

142

143 **Tabela 12.** Teor de aminoácidos encontrados na FBM e farelo de soja

Aminoácidos (%)	FBM ⁽¹⁾	Farelo de soja 45% ⁽²⁾
Ácido Aspartico	5,90	-
Ácido Glutâmico	6,49	-
Serina	2,54	-
Glicina	4,15	-
Histidina	2,56	1,17
Taurina	ND	-
Arginina	3,16	3,33
Treonina	2,10	1,78
Alanina	5,20	-
Prolina	3,43	-
Tirosina	4,12	-
Valina	3,73	2,16
Metionina	0,73	0,64
Cistina	0,56	-
Isoleucina	2,07	2,10
Leucina	3,62	3,52
Fenilalanina	2,07	2,30
Lisina	2,97	2,77
Triptofano	0,46	0,62

144 ⁽¹⁾ Análises realizadas no Laboratório CBO; ⁽²⁾ Rostangno (2005), FBM= Farinha de barata de
 145 Madagascar

146 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

147

148 As carnes utilizadas foram provenientes de 96 carcaças de aves, sendo 48 destinadas as
 149 análises de características da carne e 48 para análise da composição química.

150 Aos 35 dias de idade, quatro codornas (dois machos e duas fêmeas) de acordo com o
 151 peso médio da unidade experimental foram amostradas aleatoriamente para as avaliações das
 152 características e composição da carne. As aves foram submetidas ao jejum alimentar com
 153 duração de seis horas. Após este período, realizou-se deslocamento cervical e abate por sangria.
 154 Realizou-se escaldagem com água em temperatura controlada de 53 a 55°C, por 20 a 40
 155 segundos. Logo após, as carcaças foram evisceradas, sendo retirados os pés e a cabeça. As
 156 carcaças foram resfriadas por imersão em água fria em *chiller* e, posteriormente, realizados os
 157 cortes.

158 Para se avaliar as características da carne se utilizou o peito (*pectoralis major*) o qual
 159 mantido em condições de resfriamento (4°C). Para as análises de composição também se utilizou
 160 a carne do peito (*pectoralis major*) o qual mantido em condições de congelamento (-18°C).

161

162 **Características da carne**

163 As análises das características da carne foram realizadas no Setor de Ciência e
164 Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, do Departamento de Zootecnia, da Universidade
165 Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

166

167 **pH**

168 O pH foi medido diretamente na carne do músculo *Pectoralis major* introduzindo um
169 eletrodo de penetração (Hanna Instruments) acoplado a um medidor de pH.

170

171 **Colorimetria**

172 Para as medições da cor foi utilizado colorímetro (Konica Minolta, CR400), no sistema
173 CIELAB, sendo avaliados os parâmetros L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de
174 amarelo). Os valores de L*, a* e b* foram analisados em três diferentes pontos, na superfície
175 ventral e no meio da seção cranial do músculo *Pectoralis major*, conforme metodologia proposta
176 por Van Laack *et al.* (2000).

177

178 **Capacidade de retenção de água**

179 A capacidade de retenção de água (CRA) foi mensurada conforme metodologia descrita
180 por Hamm (1960). A determinação foi baseada na mensuração da água liberada, quando
181 aplicada pressão sobre o tecido muscular. Cubos de carne de 0,5 grama ($\pm 0,05g$) foram
182 dispostos entre dois papéis de filtro (12,5 cm de diâmetro) e estes entre duas placas de vidro (12
183 cm x 12 cm x 1 cm), nas quais foi aplicado o peso de 10 kg (10 cm de diâmetro) por cinco minutos.
184 Após esse processo as amostras de carne de peito foram pesadas e por diferença calculou-se a
185 quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em
186 relação ao peso inicial.

187

188 **Perda de peso por cocção**

189 As amostras de filés íntegros foram embaladas em papel laminado, sendo cozidas em grill
190 com chapa metálica de duplo aquecimento. O equipamento foi pré-aquecido e regulado a 180°C.
191 Os filés foram cozidos até que fosse atingida a temperatura interna de 82°C a 85°C. Após o
192 processo de cocção os filés foram retirados do papel laminado e resfriados sobre papel
193 absorvente, em temperatura ambiente. As amostras foram pesadas e a diferença entre o peso
194 inicial (peito "*in natura*") e final (peito cozido) correspondeu à perda de peso por cocção (PPC),
195 resultados estes apresentados em porcentagem (HONIKEL, 1987).

196

197 **Força de cisalhamento**

198 Para determinação da força de cisalhamento foi utilizado o texturômetro Stable Micro
199 Systems TAXT Plus, equipado com sonda *blade set V* Warner Bratzler. A calibração foi realizada
200 com peso-padrão de 5 kg e padrão rastreável. A velocidade de descida e corte do dispositivo foi
201 ajustada a 200 mm min.⁻¹ (AMSA, 1995), os filés de peito já cozidos provenientes da análise de

202 determinação da PPC, foram cortados no formato de paralelepípedos com 1cm x 1cm x 2cm
203 (altura, largura e comprimento). As amostras foram posicionadas no equipamento para que as
204 fibras da carne fossem perpendiculares à lâmina da sonda Warner-Blatzler.

205

206 **Composição química da carne**

207 As análises de composição centesimal foram realizadas de acordo com os métodos
208 descritos pela AOAC (1990). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia, do
209 Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG).

210 O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa ventilada (Quimis,
211 Q31M242, Diadema, Brasil) a 105 °C, até peso constante. A determinação de lipídeos totais foi
212 realizada pelo método de Goldfish (Nielsen, 2003) em extrator de matéria graxa, empregando-
213 se éter etílico como solvente extrator. Para a quantificação das proteínas totais, foi empregado o
214 digestor (Gerhardt Bonn, TR, Alemanha) e destilador de proteínas (Marconi, MA036, Piracicaba,
215 Brasil), seguindo a técnica de micro-kjedahl, empregando-se o fator de conversão de nitrogênio
216 de 6,25. Na análise do teor de cinzas totais, as amostras foram incineradas em mufla (Coel, UL
217 1400, São Paulo, Brasil) a 550 °C.

218

219 **Análise estatística**

220 Para as avaliações das características estudadas foi ajustado modelo linear generalizado
221 misto considerando o efeito de dieta (0, 6, 12 e 18% de inclusão de farinha de inseto), sexo e a
222 interação dieta x sexo, considerando-se as observações dos animais de ambos sexos
223 provenientes de uma mesma unidade experimental como dependentes. Os dados foram
224 submetidos ao teste de F para avaliação dos efeitos e, em caso de significância, modelos de
225 regressão lineares simples e quadráticos foram ajustados na tentativa de se obter o ponto de
226 melhor desempenho. A escolha do modelo final de ajuste foi feita com base na significância dos
227 coeficientes de regressão e no R^2 ajustado. O erro tipo I utilizado em todos os testes de hipótese
228 foi de 5%. As análises foram realizadas por meio do software *Statistical Analysis System Institute*,
229 versão 9.4 (SAS, 2014).

230

231

RESULTADOS E DISCUSSÃO

232

233 A luminosidade (L^*) da carne de peito das codornas foi menor à medida que se
234 aumentaram as concentrações de farinha de barata na dieta, conforme função linear decrescente
235 (Tabela 13). O ângulo hab, ângulo de tonalidade h que se inicia no eixo $+a^*$ e é dado em graus,
236 em que, 0 seria $+a^*$ igual a vermelho, 90 seria $+b^*$ igual a amarelo, 180 seria $-a^*$ igual a verde e
237 270 seria $-b^*$ igual a azul (Minolta, 1993), demonstrou maior aproximação de zero ($0\% = 11,57^\circ$,
238 $6\% = 14,33^\circ$, $12\% = 11,85^\circ$ e $18\% = 9,84^\circ$) com o aumento dos níveis de inclusão de farinha.
239 Portanto, inicialmente a inclusão da FBM na dieta resultou em diminuição da acentuação do

240 vermelho e luminosidade nas carnes, porém, à medida que se elevou a inclusão a carne tornou-
241 se mais avermelhada e conseqüentemente mais escura.

242 No experimento, visualmente as rações com maior adição de farinha de inseto possuíam
243 tonalidade acentuada, (mais escura) o que pode ter resultado na deposição de pigmentos no
244 tecido dos animais. Exemplo do que ocorre com o frango caipira que possui a carne mais escura
245 proveniente da alimentação que recebe.

246 Sousa et al. (2013) ao avaliarem características de qualidade da carne em sete genótipos
247 de codornas de corte e um genótipo de postura, abatidas aos 42 dias de idade, não encontraram
248 diferenças para as características de cor, o L^* variou de 36,87 a 41,21, o a^* de 11,93 a 14,17 e
249 b^* de 2,07 a 3,29, neste estudo o valores encontrados para cada parâmetro foram de 45,78 a
250 48,92 para L^* , 7,75 a 9,57 para a^* e 1,62 a 1,98 para b^* , o que mostra resultados
251 consideravelmente diferentes do estudo citado.

252 Para as características de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por
253 cocção (PPC) e força de cisalhamento não foi observado efeito significativo da inclusão de FBM,
254 sexo dos animais e interação dieta x sexo (Tabela 13).

255 Os valores médios encontrados para pH dos diferentes tratamentos deste estudo variaram
256 de $5,63 \pm 0,03$ a $5,68 \pm 0,03$, sendo inferiores a 5,8, valor a partir do qual, de acordo com Warris,
257 (2010), há possibilidade da ocorrência da carne DFD (*darck, firm, e dry*- escura, dura e seca).
258 Além disto, se apresentaram superiores ao valor do ponto isoelétrico (pI $\sim 5,2$) das proteínas
259 miofibrilares, no qual há possibilidade de ocorrência de carne PSE (*pale, soft, exudative* – pálida,
260 mole e exsudativa). Carne PSE é geralmente comprovada pela queda brusca do pH nas
261 primeiras horas após o abate. Este parâmetro foi medido apenas 24 horas após abate, e
262 visivelmente a carne não apresentava aparência pálida e exsudativa, comprovado na avaliação
263 colorimétrica citada acima, nem textura mole, como comprovada pelo teste de maciez objetiva.

264 Outro ponto que deve ser salientado é que o pH da carne de peito de animais alimentados
265 com a dieta sem inclusão de FBM não foi diferente quando comparado às demais dietas. Apesar
266 disto os valores são menores que os encontrados em estudos com dietas convencionais para
267 codornas de corte 24h '*post mortem*' em animais abatidos aos 35 dias, Abreu et al. (2014)
268 encontraram média geral de $5,83 \pm 0,12$ para pH 24h '*post mortem*' e médias de pH de 5,76 e
269 5,87 para machos e fêmeas, respectivamente. O pH pode ter influência de outros fatores como
270 atividades de manejo pré-abate, apanha, *stress* pelo calor, transporte, intervalo de jejum e dieta
271 hídrica pré-abate.

272 Cullere et al. (2016) avaliaram o pH do peito de codornas de corte alimentadas com farinha
273 de mosca soldado-negro (*Hermetia illucens*) sendo que na dieta H1 se substituiu 28,4% do óleo
274 de soja e 16,1% de farelo de soja, enquanto em H2, substituiu 100% do óleo de soja e 24,8%
275 de farelo de soja, os autores verificaram pH na dieta H1= 5,68 e H2= 5,67. O valor de pH na
276 inclusão de 18% ($5,68 \pm 0,04$) foi extremamente próximo ao encontrado por Cullere et al., (2016)
277 na dieta H1 (pH= 5,68).

278 Em estudo com codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*), alimentadas com rações
279 contendo diferentes níveis de proteína bruta e suplementadas com aminoácidos essenciais, o
280 pH apresentou efeito linear crescente, quando se elevou o nível de proteína bruta na ração, os
281 valores de pH aumentam, foram obtidas médias de 5,71 a 5,8 para esse parâmetro (Pinheiro et
282 al., 2015). Este resultado abre questionamentos de que talvez a quitina presente no exoesqueleto
283 de insetos (Swiatkiewicz *et al.*, 2015) ligada a proteínas poderia agir sobre o pH, pois diminui a
284 digestibilidade destes compostos (Longvah et al., 2011) e segundo Pinheiro et al. (2015), menor
285 teor de proteínas está relacionado a pH mais baixo. São necessários mais estudos para se
286 entender de fato qual a influência da ingestão de insetos sobre o pH na carne de aves, se ela de
287 fato existe e qual mecanismo ou composto pode provocar alterações no parâmetro.

288 A capacidade de retenção de água variou de 34,18% a 36,00%. Quando comparada a
289 outros estudos com codornas de corte a perda de exsudado foi menor. Abreu et al. (2014) relatou
290 variações de CRA de 38,28 a 41,41%, e Sousa et al. (2013) de 41,44 a 46,62%, caracterizando
291 carnes com capacidade de retenção de água um pouco menor que a por nós observada. A
292 capacidade de retenção de água pode estar relacionada ao pH das amostras. Carne de frango
293 com pH baixo resulta em maiores perdas de exsudado (carne PSE). Já, o pH elevado resulta
294 geralmente em grande retenção de água no tecido e curto tempo de conservação do produto,
295 que adquire coloração escura, caracterizando a carne DFD (Honikel & KIM. 1986).

296 A perda de peso por cocção foi menor ($19,31 \pm 1,20$ a $21,19 \pm 1,20\%$) que a apresentada
297 por Pinheiro et al. (2015), entre 27,76 e 33,78%. comportamento semelhante do que ocorreu com
298 os valores de CRA quando comparada a de outros autores. Os resultados de CRA e PPC são
299 positivos para a qualidade e contribuem para uma maior "suculência" da carne.

300 A força de cisalhamento da carne de peito de codornas de corte observada no atual
301 trabalho diferiu da maioria dos valores observados em outros estudos, sendo que os valores
302 médios foram de $3,20 \pm 0,20$ a $3,77 \pm 0,20$ kgf g⁻¹ sem diferença estatística entre a dieta sem a
303 farinha e com FBM.

304 Na literatura os valores variam de $1,20 \pm 0,24$ a $2,69$ kgf g⁻¹ para carne de codorna (Abreu
305 et al., 2014, Pinheiro et al., 2015, Sousa et al., 2013). Essa variação na maciez pode estar
306 relacionada a fatores genéticos dos animais já que a FBM não apresentou influencia, o que
307 contribui para a utilização da FBM na dieta de aves já que não prejudica essa característica.

308
309

310 **Tabela 13.** Características de qualidade da carne de peito de codornas de corte abatidas aos 35 dias de idade e alimentadas com diferentes níveis de
 311 inclusão de farinha de Barata Madagascar (FBM) na dieta

Características	Sexo	Inclusão de FBM				Média	FBM	p-valor	
		0%	6%	12%	18%			Sexo	FBM x Sexo
pH	M	5,67 ± 0,04	5,65 ± 0,04	5,57 ± 0,04	5,68 ± 0,04	5,64 ± 0,02	0,76	0,44	0,33
	F	5,64 ± 0,04	5,67 ± 0,04	5,69 ± 0,04	5,67 ± 0,04	5,67 ± 0,02			
	Média MF	5,65 ± 0,03	5,66 ± 0,03	5,63 ± 0,03	5,68 ± 0,03				
L*	M	48,1 ± 0,84	49,6 ± 0,84	44,8 ± 0,84	45,82 ± 0,84	47,08 ± 0,56	<0,01*	0,84	0,13
	F	47,79 ± 0,84	48,25 ± 0,84	46,95 ± 0,84	45,74 ± 0,84	47,18 ± 0,56			
	Média MF	47,95 ± 0,67	48,92 ± 0,67	45,88 ± 0,67	45,78 ± 0,67				
a*	M	7,64 ± 0,64	7,31 ± 0,64	9,52 ± 0,64	10,10 ± 0,64	8,64 ± 0,33	0,08	0,44	0,10
	F	8,18 ± 0,64	8,19 ± 0,64	7,91 ± 0,64	9,04 ± 0,64	8,33 ± 0,33			
	Média MF	7,91 ± 0,51	7,75 ± 0,51	8,72 ± 0,51	9,57 ± 0,51				
b*	M	1,83 ± 0,42	2,17 ± 0,42	1,32 ± 0,42	1,44 ± 0,42	1,69 ± 0,21	0,85	0,54	0,23
	F	1,42 ± 0,42	1,80 ± 0,42	2,34 ± 0,42	1,88 ± 0,42	1,86 ± 0,21			
	Média MF	1,62 ± 0,32	1,98 ± 0,32	1,83 ± 0,32	1,66 ± 0,32				
CRA (%)	M	35,00 ± 0,99	36,13 ± 0,99	32,96 ± 0,99	34,83 ± 0,99	34,73 ± 0,49	0,23	0,34	0,15
	F	36,15 ± 0,99	35,87 ± 0,99	34,83 ± 0,99	33,53 ± 0,99	35,41 ± 0,49			
	Média MF	35,57 ± 0,70	36,00 ± 0,70	34,53 ± 0,70	34,18 ± 0,70				
PPC (%)	M	21,30 ± 1,53	21,43 ± 1,53	20,53 ± 1,53	19,77 ± 1,53	20,76 ± 0,86	0,55	0,39	0,97
	F	20,96 ± 1,53	20,94 ± 1,53	19,00 ± 1,53	18,84 ± 1,53	19,94 ± 0,86			
	Média MF	21,13 ± 1,20	21,19 ± 1,20	19,77 ± 1,20	19,31 ± 1,20				
MO (Kgf g ⁻¹)	M	3,19 ± 0,24	3,35 ± 0,24	3,90 ± 0,24	3,81 ± 0,24	3,56 ± 0,12	0,22	0,33	0,38
	F	3,20 ± 0,24	3,41 ± 0,24	3,34 ± 0,24	3,74 ± 0,24	3,42 ± 0,12			
	Média MF	3,20 ± 0,20	3,38 ± 0,20	3,62 ± 0,20	3,77 ± 0,20				
Equação de regressão							NI		
L*	$\hat{y} = 48,566 - 0,159x$ ($R^2 = 0,20$)						6%		

312 M= macho; F= fêmea; MF= machos e fêmeas; pH= potencial hidrogênio iônico; L* a* e b*= coordenadas colorimétricas; CRA= capacidade de retenção de água; PPC=
 313 perda de peso por cocção; MO= maciez objetiva; R² = coeficiente de regressão; NI= Nível de inclusão de farinha de barata Madagascar para máximo desempenho; *Efeito
 314 significativo por meio do teste de F (p<0,05); p-valor = probabilidade de se observar um valor igual ou maior da estatística F obtida para a variável.
 315 Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

316 Não houve alteração significativa no teor de umidade, lipídeos e cinzas na carne de
317 codornas de corte devido à adição de até 18% de FBM em suas dietas (Tabela 14). Até esse
318 nível foi comprovado que a composição da carne de peito dos animais se manteve
319 quantitativamente semelhante à composição de animais com dieta comercial. realizar análise
320 sensorial

321 A proteína foi o único constituinte que variou entre os grupos experimentais nas análises
322 de composição. Observando as médias, à medida que se elevou o nível de inclusão de FBM o
323 teor de proteínas na carne também aumentou até que no maior nível de inclusão (18%) o teor
324 de proteínas reduziu, fato que indica que o nível de inclusão para maior porcentagem de proteína
325 na carne, está entre 12 e 18%. Por meio da análise de regressão constatou-se que 14% seria o
326 percentual de inclusão mais indicado, em que a proteína apresentaria seus maiores índices. Dos
327 níveis testados o teor de proteínas observado na carne foi 1,16% maior com 12% de adição do
328 que na dieta sem utilização da FBM (Tabela 14). A possibilidade de incorporação de um maior
329 teor de proteínas no alimento e extremamente interessante do ponto de vista nutricional.

330 A composição corporal das aves pode ser afetada pela genética do animal, fatores
331 ambientais, fisiológicos e nutricionais (Meza et al. 2015). Levando-se em consideração que
332 nesse experimento foram utilizados animais de mesma linhagem e as condições ambientais
333 foram controladas em todas as unidades experimentais, pode se sugerir que o fator nutricional
334 foi o de maior impacto e pode ter influenciado na fisiologia das aves, conseqüentemente na deposição
335 de proteínas no musculo.

336 A quitina, composto presente na farinha de insetos vem sendo discutida quanto a seu
337 efeito no desempenho dos animais, em alguns estudos alegou-se a existência de princípios
338 bioativos antimicrobianos e antioxidantes (De Castro, et al., 2018), que poderiam influir na
339 absorção de nutrientes e conseqüentemente em sua deposição no musculo.

340 Em avaliação da composição aproximada no peito e músculos da coxa de frango e carne
341 de codorna, Davi et al (2017) determinaram umidade a $73,81 \pm 0,29$, proteínas $21,18 \pm 0,51$,
342 lipídeos $2,81 \pm 0,26$ e cinzas a $1,17 \pm 0,03\%$ para carne de codorna. Os valores relatados por
343 Davi et al (2017) são muito próximos aos do presente estudo (umidade de 74,14 a 74,57, Proteína
344 de 19,99 a 21,15, lipídeos de 2,64 a 3,50 e cinzas de 1,40 a 1,53%) mesmo com a utilização de
345 uma fonte não convencional na alimentação dos animais. Moraes et al (2016) avaliaram a
346 substituição de milho por sorgo em dietas para codornas japonesas, substituindo-se a fonte
347 comercial em 40%, obteve-se 21,57% de proteínas, 6,71% em lipídeos e 2,63 em cinzas, a
348 porcentagem de proteínas foi próxima à do atual trabalho e as composições de lipídeos e cinzas
349 foram maiores.

350 Em codornas com oito semanas de idade foram observados valores de 68.98 ± 0.68 para a
351 umidade, $18,99 \pm 0,44$ em proteínas, $9,21 \pm 0,18$ para lipídeos e $1,52 \pm 0,20$ para cinzas (Boni et al.
352 2010), verifica-se que o teor de lipídeos foi consideravelmente alto se comparado ao deste
353 estudo. O teor de lipídeos é uma característica que pode variar facilmente na composição da
354 carcaça em função do nível de inclusão da fonte lipídica, relação energia/proteína e grau de
355 saturação dos ácidos graxos presentes na dieta (Valência et al., 1993; Alao e Balnave, 1985).

356 **Tabela 14.** Características de composição da carne de peito de codornas de corte abatidas aos 35 dias de idade e alimentadas com diferentes níveis de
 357 inclusão de farinha de Barata Madagascar (FBM) na dieta

Características	Sexo	Inclusão de FBM				Média	FBM	p-valor	
		0%	6%	12%	18%			Sexo	FBM x Sexo
Umidade	M	74,31 ± 0,36	74,80 ± 0,36	73,93 ± 0,43	74,54 ± 0,36	74,40 ± 0,19	0,66	0,71	0,07
	F	74,83 ± 0,36	74,22 ± 0,36	74,48 ± 0,36	73,73 ± 0,36	74,32 ± 0,18			
	Média MF	74,57 ± 0,29	74,51 ± 0,29	74,20 ± 0,31	74,14 ± 0,29				
Proteínas	M	19,89 ± 0,20	20,35 ± 0,20	21,38 ± 0,24	20,56 ± 0,20	20,55 ± 0,10	<0,01*	0,31	0,11
	F	20,08 ± 0,20	20,64 ± 0,20	20,92 ± 0,20	21,13 ± 0,20	20,69 ± 0,10			
	Média MF	19,99 ± 0,14	20,50 ± 0,14	21,15 ± 0,16	20,84 ± 0,14				
Lipídeos	M	3,77 ± 0,37	2,67 ± 0,37	2,82 ± 0,49	2,52 ± 0,37	2,94 ± 0,23	0,21	0,94	0,47
	F	3,24 ± 0,37	2,83 ± 0,37	3,01 ± 0,37	2,76 ± 0,37	2,96 ± 0,22			
	Média MF	3,50 ± 0,32	2,75 ± 0,32	2,91 ± 0,36	2,64 ± 0,32				
Cinzas	M	1,41 ± 0,05	1,46 ± 0,05	1,53 ± 0,07	1,53 ± 0,05	1,48 ± 0,03	0,12	0,85	0,99
	F	1,40 ± 0,05	1,45 ± 0,05	1,4 ± 0,05	1,52 ± 0,05	1,48 ± 0,03			
	Média MF	1,40 ± 0,04	1,45 ± 0,04	1,53 ± 0,04	1,52 ± 0,04				
Equação de regressão							IN		
Proteínas	$\hat{y} = 19,944 + 0,146x - 0,005x$ (R = 0,39)						14,07%		

358 M= macho; F= fêmea; MF= machos e fêmeas; R² = coeficiente de regressão; NI= Nível de inclusão de farinha de barata Madagascar para máximo
 359 desempenho; *Efeito significativo por meio do teste de F (p<0,05); p-valor = probabilidade de se observar um valor igual ou maior da estatística F obtida
 360 para a variável.

361 Fonte: Elaborado pela autora, 2018

362 .

CONCLUSÃO

363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377

378
379

380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401

A farinha de barata Madagascar nas inclusões de 6; 12 e 18%, substituiu fontes clássicas de alimentação para aves sem prejuízo das características de qualidade e composição da carne de codorna.

Foi observado efeito da inclusão de farinha de barata de Madagascar na dieta das codornas de corte apenas para a característica de cor (L^*) e teor de proteínas. A inclusão da farinha resultou em carne mais avermelhada quando avaliada objetivamente, no entanto a carne deve ser avaliada em análise sensorial para conhecimento da distinção sensorial e aceitação do produto pela população. O nível de 14% de inclusão da farinha de barata de Madagascar na dieta das codornas de corte gerou maior porcentagem de proteína na carne de peito, o que poderia incentivar o consumo dessa carne em termos nutricionais. No entanto, para sugestão da inclusão dessa porcentagem na dieta das aves são também necessários estudos de digestibilidade, desempenho e saúde dos animais.

402

REFERÊNCIAS

- 403 Abreu, L. R. A., C. A. Boari, A. V. Pires, S. R. F. Pinheiro, R. G. Oliveira, K. M. Oliveira, F. M.
404 Gonçalves, F. R. Oliveira, 2014. Influência do sexo e idade de abate sobre rendimento de
405 carcaça e qualidade da carne de codornas de corte. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 15(1)31–
406 140.
- 407 Alao, S.J.; BALNAVE, D. 1985. Nutritional significance of different fat sources for growing
408 broilers. *Poult. Sci.*, v.64, p.1602-1604.
- 409 American Meat Science Association (AMSA). (1995). Research guidelines for cookery, sensory
410 evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago.
- 411 AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (15th ed.),
412 Arlington, VA.
- 413 Boni, I., N. Huda, I. Noryati. 2010. Comparison of meat quality characteristics between young and
414 spent quails. *Int. Food Res. J.*, 17 pp. 661-666
- 415 Corrêa, G. S. S., M. A. Silva, A. B. Corrêa, D. O. Fontes, G. G. Santos, N. L. Dionello, R. R.
416 Wenceslau, V. P. S. Felipe, I. C. Ferreira, and J. E. R. Sousa. 2007. Desempenho de
417 codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. *Arq. Bras. Med.*
418 *Vet. e Zootec.* 59:1545–1553.
- 419 Cullere, M., G. Tasoniero, V. Giaccone, R. Miotti-Scapin, E. Claeys, S. De Smet, A. Dalle Zotte.
420 2016. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: apparent digestibility,
421 excreata microbial load, feed choice, performance, carcass and meat traits. *Animal*,
422 10:1923-1930. doi: 10.1017 / S1751731116001270.
- 423 De Castro, R. J. S. A. Ohara, J. G. S. Aguilar, M. A. F. Domingues. 2018. Nutritional, functional
424 and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future
425 challenges. *Trends Food Sci. Technol.* 76:82-89.
- 426 Devi, T. N., R. Ramani, R. N. Babu, V. A. Rao, J. Ramesh, R. J. J. Abraham. .2017. Effect of
427 Cooking on Cholesterol and Proximate Composition on Breast and Thigh Muscles of
428 Chicken and Quail Meat', 6(10):4700–4703.
- 429 Ferreira, F. 2015. Digestibilidade e exigência nutricional de lisina sob o conceito de proteína ideal
430 em dois grupos genéticos de codornas de corte. Tese (Doutorado em Zootecnia).
431 Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG. 97p.
- 432 Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. *Advanced Food Research.* 10:335- 362,

- 433 Honikel K.O. 1987. Influence of Chilling on Meat Quality Attributes of Fast Glycolysing Pork
434 Muscles. In: Tarrant P.V., Eikelenboom G., Monin G. (eds) Evaluation and Control of Meat
435 Quality in Pigs. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science. 38: 273-283.
- 436 Honikel, K. O and C. J. KIM. 1986. Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirtschaft*.
437 66:349–353,
- 438 Kawahara-Miki, R. *et al.* Next-generation sequencing reveals genomic features in the Japanese
439 quail. **Genomics**, v. 101, n. 6, p. 345-353, 2013.
- 440 Kayang, B. B. *et al.* Integrated maps in quail (*Coturnix japonica*) confirm the high degree of
441 synteny conservation with chicken (*Gallus gallus*) despite 35 million years of divergence.
442 **BMC Genomics**, v. 7, n. 1, p. 101, 2006.
- 443 Kayang, B. B. *et al.* Microsatellite loci in Japanese quail and cross-species amplification in chicken
444 and guinea fowl. **Genetics Selection Evolution**, v. 34, n. 2, p. 233, 2002.
- 445 Longvah, T., K. Mangthya, P. Ramulu. 2011. Nutrient composition and protein quality evaluation
446 of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. *Food Chem.* 128:400-403.
- 447 Meza, S. K. L., R. V. Nunes, C. Y. Tsutsumi, F. M. Vieites, C. Scherer, J. R. Henz, I. M. Silva, D.
448 F. Bayerle, 2015. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a composição e
449 rendimento de carcaça de frangos de corte. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2):1079–1090.
450 doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p1079.
- 451 Moraes, C. A., E. A. Fernandes, M. M. Silveira, J. M. S. Martins, F. H. Litz, A. G. L. Saar, C. M.
452 C. Carvalho. 2016. Performance and meat chemical composition of quails fed with different
453 sorghum levels instead of corn. *Ciência Rural*, 46(5):933–936. doi: 10.1590/0103-
454 8478cr20150396.
- 455 National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. Natl. Acad.
456 Press, Washington, DC.
- 457 Nielsen, S. S. (Ed.). 2003. Food analysis laboratory manual p. 557. Nueva York, USA: Kluwer
458 Academic/Plenum Publishers.
- 459 Pinheiro, S. R. F., M. A. Dumont, A. V. Pires, C. A. Boari, J. A. Miranda, R. G. Oliveira, C. B.
460 Ferreira. 2015. Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte
461 alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com
462 aminoácidos essenciais. *Ciência Rural*. 45(2):292–297. doi:10.1590/0103-
463 8478cr20120327.

- 464 Ramos-Elorduy, J. y Costa Neto, E. y Ferreira dos Santos, J. y Pino Moreno, J. y Landero-Torres,
465 I. y Ángeles Campos, S. y García Pérez, Á. (2006). Estudio comparativo del valor nutritivo
466 de varios coleoptera comestibles de México y pachymerus nucleorum (Fabricius, 1792)
467 (Bruchidae) de Brasil. *Interciencia*, [en línea] 31(7), pp.512-516. Disponible en:
468 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911807>
- 469 Rodrigues, P. B., H. S Rostagno, L. F. T. Albino, P. C. Gomes, R. T. Santana, R. V. Nunes.
470 Aminoácidos digestíveis verdadeiros da soja e subprodutos, determinados com galos
471 cecectomizados. *R. Bras. Zootec.* 2002. (2):970-981.
- 472 Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. de Oliveira, D. C. Lopes, A. S.
473 Ferreira, S. L. de T. Barreto, R. F. Euclides. 2005. *Tabelas brasileiras para aves e suínos:*
474 *composição de alimentos e exigências nutricionais.* 2rd ed. Viçosa: Departamento de
475 Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 476 Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. de Oliveira, D. C. Lopes, A. S.
477 Ferreira, S. L. de T. Barreto, R. F. Euclides. 2011. *Tabelas brasileiras para aves e suínos:*
478 *composição de alimentos e exigências nutricionais.* 3rd ed. Viçosa: Departamento de
479 Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 480 SAS Institute Inc. 2014. *SAS software 9.4.* SAS Inst. Inc. Mark. Co.:1–25.
- 481 Souza, K. A. R., L. F. M. Mota, L. R. A. Abreu, A. V. Pires C. M. Bonafé, M. A. Silva. 2013.
482 Rendimentos de carcaça, cortes e parâmetros de qualidade da carne de oito grupos
483 genéticos de codornas, no período de 1 a 42 dias de idade., X Simpósio Brasileiro de
484 Melhoramento Animal. p.1–3.
- 485 Swiatkiewicz, S., M. Swiatkiewicz, A. Arczewska-Wlosek, D. Jozefiak. 2015. Chitosan and its
486 oligosaccharide derivatives (chito-oligosaccharides) as feed supplements in poultry and
487 swine nutrition. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99:1-12. doi:10.1111/jpn.12222
- 488 Valencia, M.E.; Watkins, S.E.; Waldroup, A.L. et al. 1993. Utilization of crude and refined palm
489 and palm kernel oils in broiler diets. *Poult. Sci.*, v.72, p.2200-2215.
- 490 Van Huis, A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review*
491 *of Entomology*, 58:563-583.
- 492 Van Laack, R. L, C. H. Liu, M. O. Smith, H. D. Loveday.2000. Characteristics of pale, soft,
493 exudative broiler breast meat. *Poult. Sci.* 79(7):1057-1061.
- 494 Warris, P. D. 2010. *Meat Science: An Introductory Text.* 2ed. New York: CABI Pub. Inc.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos da inclusão de farinha de barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) na dieta de codornas de corte sobre características de desempenho, qualidade e composição da carne podem ser avaliados em geral, como positivos.

O desempenho inicial das codornas de corte alimentadas com a farinha de inseto foi superior às alimentadas com a dieta tradicional, porém o benefício da inclusão da FBM na ração diminuiu na fase final de criação das aves. O rendimento de carcaça foi similar para as codornas criadas sob as diferentes dietas de modo que a comercialização da carne desses animais não seria prejudicada pela inclusão da farinha.

Na avaliação de qualidade e composição da carne de peito das codornas foi observado efeito da inclusão de farinha de barata de Madagascar apenas para a característica de cor (L*) e teor de proteínas, em que a carne foi mais escura (tendendo ao vermelho) e o teor de proteínas aumentou com a adição da FBM, sendo que o nível de 14%, maior deposição de proteínas na carne.

Sugere-se estudos complementares de digestibilidade, saúde dos animais e análise sensorial. Caso seja possível em futuro próximo, a inclusão de altos níveis de farinha de inseto na formulação de dietas de aves pode causar grande impacto no setor de produção avícola, com menor dependência dos ingredientes tradicionais que poderiam ser utilizados sem competição para alimentação humana.