



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL

PALOMA DE MATOS MACCHI

**AVALIAÇÃO DA FOLHA DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NA ALIMENTAÇÃO E
IMUNIDADE DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)**

MOSSORÓ – RN
2020

PALOMA DE MATOS MACCHI

**AVALIAÇÃO DA FOLHA DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NA ALIMENTAÇÃO E
IMUNIDADE DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)**

Tese apresentada ao Doutorado em
Ciência Animal do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA), como requisito final para
obtenção do título de Doutor em Ciência
Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade Animal

Orientador: Prof. Dr. Carlos Iberê Alves
Freitas - UFERSA

MOSSORÓ – RN
2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

M124a Macchi, Paloma de Matos.
Avaliação da folha de moringa (Moringa
oleifera) na alimentação e imunidade de codornas
europeias (Coturnix coturnix) / Paloma de Matos
Macchi. - 2020.
91 f. : il.

Orientador: Carlos Iberê Alves Freitas .
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2020.

1. Carcaça. 2. Bioquímica sérica. 3. Estresse
térmico. 4. Análise econômica. I. Freitas , Carlos
Iberê Alves, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PALOMA DE MATOS MACCHI

**AVALIAÇÃO DA FOLHA DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NA ALIMENTAÇÃO E
IMUNIDADE DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)**

Tese apresentada ao Doutorado em
Ciência Animal do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA), como requisito final para
obtenção do título de Doutor em Ciência
Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade Animal

Defendida em: 20 / 02 / 2020.

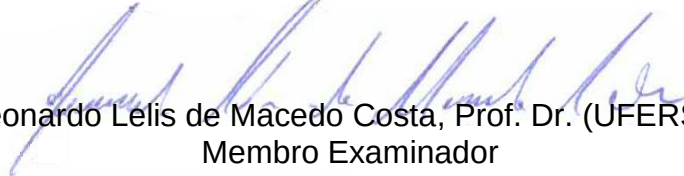
BANCA EXAMINADORA



Carlos Iberê Alves Freitas, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



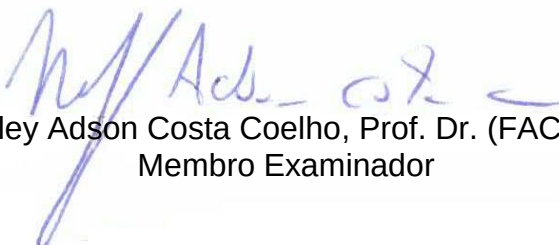
Juliana Fortes Vilarinho Braga, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador



Leonardo Lelis de Macedo Costa, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Thibério de Souza Castelo, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Wesley Adson Costa Coelho, Prof. Dr. (FACENE)
Membro Examinador

Aos meus maiores amores...

Meus filhos, que são a razão da minha vida:

Henrique, Vinicius e Bernardo.

E meu marido, melhor amigo e incentivador, além de colaborador e desenvolvedor das ideias que tornaram este trabalho possível:

Reinaldo Chotten

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora pela luz do mundo;

Aos meus pais, pela minha existência;

Ao meu marido, **Reinaldo Chotten**, por todo amor, amizade, compreensão e colaboração com os equipamentos e estruturas desenvolvidas com exclusividade para o experimento em campo;

Aos meus filhos queridos, **Henrique, Vinicius e Bernardo**, por serem tão compreensivos durante minhas ausências entre trabalho e estudos;

A minha irmã, Profa. Dra. Barbarella Macchi, que apesar de tantas atribuições como docente da UFPA, me orientou à distância e cedeu seu laboratório para as análises bioquímicas;

À Edilene, por tanto afeto e cuidado que tem com meus filhos;

À Wigna Araújo, por tanta dedicação e atenção ao experimento;

A Monik Oliveira, pela amizade, colaboração e incansável incentivo e auxílio;

Aos servidores do aviário do *Campus Ipanguaçu*, Roniquele e Elias, pelo valioso auxílio e conhecimento prático;

À Lidja Moura, por todo apoio, amizade e colaboração no experimento;

À Ozanira Maciel, pela cessão, organização do laboratório durante as coletas de sangue e amizade;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Iberê, pela valiosa contribuição;

A banca, por todas as sugestões;

À Renata Santana, pelo trabalho no estabelecimento do plantio da moringa;

Aos alunos do Tecnólogo em Agroecologia do IFRN *Campus Ipanguaçu*, que fizeram parte do Nepasa (*Núcleo de Extensão para Avicultura no Semiárido*) e do Neppagro (*Núcleo de Extensão e Prática Profissional em Agropecuária*), pela ajuda durante todo o período experimental, especialmente Lindomar, Angel, Alice e Fernanda;

À equipe da Fazenda-Escola do *Campus Ipanguaçu*, pelas contribuições;

Ao Yago da Matta, por suas mãos habilidosas e paciência na coleta de sangue das codornas;

Ao Dr. Erick, pelo auxílio nas coletas de sangue;

À PROPI (Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação do IFRN), pela concessão da bolsa de pesquisa a Wigna Araújo por meio do Edital nº 04/2017 – PROPI/IFRN;

À Granja Fujikura®, que por intermédio por meio do Sr. Almir, pela doação das codornas;

Ao IFRN, pela oportunidade de realizar estudos de pós-graduação;

Às codornas, por me permitirem avaliá-las;

A todos que de alguma forma contribuíram no planejamento, execução e finalização deste trabalho, minha sincera e eterna gratidão.

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças. ”

(Charles Darwin)

AVALIAÇÃO DA FOLHA DE MORINGA (*Moringa oleifera*) NA ALIMENTAÇÃO E IMUNIDADE DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)

RESUMO

A *Moringa oleifera* é uma planta que tem apresentado importantes características nutricionais e funcionais na alimentação animal. Este estudo objetivou avaliar o efeito da inclusão da folha de *Moringa oleifera* na alimentação de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) sobre parâmetros de desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, peso de órgãos e bioquímica sérica, visando melhorar condições imunológicas, amenizando fatores como estresse causado por calor ambiental, além de reduzir custos com a alimentação sem comprometer o bem-estar. Foram utilizadas 360 codornas europeias mistas da Granja Fujikura®, com 1 a 42 dias de idade, distribuídas aleatoriamente em 05 grupos, que consistiam em 05 tratamentos (06 subgrupos), com n=12. As aves foram alimentadas *ad libitum* com rações experimentais contendo 05 níveis (0; 1; 2; 3 e 4%) de inclusão de proteína de folhas de *Moringa oleifera* em substituição a proteína do milho e do farelo de soja (FMO). O desempenho foi avaliado em duas fases (1 a 21 dias e 22 a 42 dias de idade). Aos 28, 35 e 42 dias de idade, amostras de 02 aves por subgrupo experimental foram abatidas para avaliação das carcaças. A coleta de sangue e órgãos ocorreu aos 14, 28 e 42 dias de idade das aves, a partir de 01 ave por subgrupo, sacrificadas para avaliação da bioquímica sérica (*Aspartato aminotransferase* (AST); *Alanina aminotransferase* (ALT); *Fosfatase alcalina* (FAL); Colesterol; Triglicerídeos; Glicose) e peso de órgãos imunes e comestíveis. Os resultados de desempenho, rendimento de carcaça, peso de órgãos e parâmetros sanguíneos foram submetidos à ANOVA e regressão polinomial ou esquema fatorial. Quando houve interação dos fatores analisados, foi realizado teste de Tukey à 5% de significância. Nas condições experimentais, os resultados demonstraram que FMO até o nível 2,24% no período de 1 a 42 dias de idade de codornas europeias, ou até 2,61% no período de 22 a 42 dias de idade, não interferiu no desempenho produtivo. Até o nível 4% de FMO não houve influência no rendimento de carcaça de fêmeas abatidas aos 28, 35 e 42 dias de idade. No entanto, o aumento da inclusão de FMO até 4% reduziu o rendimento de carcaça de machos abatidos aos 35 dias idade que, independentemente do nível FMO não ganham peso após esta idade. A inclusão até 4% de FMO diminuiu o peso da bolsa cloacal de codornas europeias aos 14 dias de idade, provocou aumento do peso do timo e redução do baço aos 42 dias. Não houve interferência nos níveis de glicose e triglicerídeos aos 14, 28 e 42 dias de idade. A inclusão de FMO reduziu o colesterol aos 14 dias, sugerindo que nesse período ocorreu má absorção e digestão de nutrientes. Os níveis de AST, ALT e FAL estiveram dentro da normalidade para aves em todos os níveis de inclusão de FMO, entretanto até 3,03% de FMO provocou aumento de ALT enquanto até o nível 2,26% ocorreu redução da FAL. Os níveis de FMO até 4% demonstraram ser viáveis economicamente, considerando apenas o custo com alimentação de codornas europeias mistas aos 28, 35 e 42 dias de idade, porém observou-se tendência de redução da viabilidade com o aumento da idade. A inclusão de 3% de FMO demonstrou melhor viabilidade econômica, ficando o uso condicionado a disponibilidade e custo na região.

Palavras chave: carcaça, bioquímica sérica, estresse térmico, análise econômica.

EVALUATION OF MORINGA LEAF (*Moringa oleifera*) IN FEEDING AND IMMUNITY OF EUROPEAN QUAILS (*Coturnix coturnix*)

ABSTRACT

Moringa oleifera is a plant that has shown important nutritional and functional characteristics in animal feed. This study aimed to evaluate the effect of including *Moringa oleifera* leaf in the feeding of European quails (*Coturnix coturnix*) on parameters of zootechnical performance, carcass yield, weight of organs and serum biochemistry, aiming to improve immunological conditions, mitigating factors such as stress caused by environmental heat, in addition to reducing food costs without compromising welfare. A total of 360 mixed European quails from Granja Fujikura® were used, aged 1 to 42 days, randomly distributed into 05 groups, which consisted of 05 treatments (06 subgroups), with $n = 12$. The birds were fed ad libitum with experimental diets containing 05 levels (0, 1, 2, 3 and 4%) of protein inclusion of *Moringa oleifera* leaves in replacement of corn protein and soybean meal (FMO). The zootechnical performance was evaluated in two phases (1 to 21 days and 22 to 42 days of age). For carcass evaluation, samples of 02 birds per experimental subgroup were slaughtered at 28, 35 and 42 days of age. The sampling of blood and organs occurred at 14, 28 and 42 days of age, from 01 bird per subgroup, sacrificed for evaluation of serum biochemistry (Aspartate aminotransferase (AST); Alanine aminotransferase (ALT); Alkaline phosphatase (ALP); Cholesterol; Triglycerides; Glucose) and weight of immune and edible organs. The results of performance, carcass yield, organ weight and blood parameters were submitted to ANOVA and polynomial regression or factorial scheme. When there was an interaction of the analyzed factors, Tukey's test was performed at 5% significance level. In the experimental conditions, the results showed that FMO up to the level of 2.24% in the period from 1 to 42 days of age of European quails, or up to 2.61% in the period of 22 to 42 days of age, did not interfere in the productive performance. Up to the 4% level of FMO, there was no influence on the carcass yield of females slaughtered at 28, 35 and 42 days of age. However, increasing the FMO inclusion to 4% reduced the carcass yield of males slaughtered at 35 days of age who, regardless of the FMO level, do not gain weight after this age. The inclusion of 4% of FMO decreased the weight of the European quail cloacal pouch at 14 days of age, causing an increase in the weight of the thymus and a reduction in the spleen at 42 days. There was no interference in glucose and triglyceride levels at 14, 28 and 42 days of age. The inclusion of FMO reduced cholesterol at 14 days, suggesting that during this period there was poor digestion and absorption of nutrients. The levels of AST, ALT and ALP were within the normal range for birds at all levels of inclusion of FMO, however up to 3.03% of FMO caused an increase in ALT while up to the 2.26% level there was a reduction in ALP. FMO levels up to 4% proved to be economically viable, considering only the cost of feeding mixed European quails at 28, 35 and 42 days of age, but there was a tendency to reduce economic viability with increasing age. The inclusion of 3% of FMO demonstrated better economic viability, the use being conditioned to availability and cost in the region.

Keywords: carcass yield, serum biochemistry, thermal stress, economic analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho dos grupos experimentais (G) e subgrupos (Sg) para as análises experimentais.	29
Figura 2. Boxes experimentais adaptados para fase inicial e de crescimento de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>), demonstrando a substituição de comedouros e bebedouros.	31
Figura 3. Insensibilizador individual portátil desenvolvido para eletronarcose em codornas.	35
Figura 4. Temperatura do ar (°C), umidade relativa (UR%) do ar registradas e índice de temperatura e umidade (ITU) calculado no aviário do IFRN – Campus Ipangaçu, durante o período experimental de 1 a 42 dias.	39
Figura 5. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre desempenho de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) de 1 a 21 dias e 1 a 42 dias de idade.	46
Figura 6. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre conversão alimentar de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) conforme períodos de idade de 1 até 42 dias.	46
Figura 7. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre eficiência alimentar de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) conforme períodos de idade de 1 até 42 dias	47
Figura 8. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre ganho médio diário de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) aos 28, 35 e 42 dias de idade.	47
Figura 9. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre peso de carcaça (g) de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) aos 28, 35 e 42 dias de idade.	54
Figura 10. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre peso de órgãos de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.	57
Figura 11. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das folhas secas de <i>Moringa oleifera</i> , segundo alguns autores.....	19
Tabela 2. Composição aminoacídica das folhas secas de <i>Moringa oleifera</i> , segundo alguns autores.	19
Tabela 3. Composição percentual e valores calculados das rações experimentais conforme o nível de inclusão de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO) para codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.....	33
Tabela 4. Viabilidade (%) de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) no período de 1 a 42 dias de idade, alimentandas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%).	41
Tabela 5. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre desempenho de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) conforme idade de 1 até 42 dias.	42
Tabela 6. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre índices zootécnicos de codornas europeias (<i>Coturnix cotrunix</i>) conforme idade de 1 até 42 dias.	45
Tabela 7. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre idade (I) e sexo (S) em variáveis de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa e vísceras comestíveis (moela, coração e fígado) de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>). ..	49
Tabela 8. Desdobramento da interação entre níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre sexo e idade em variáveis de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa e vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>).	51
Tabela 9. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre variáveis de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa e vísceras comestíveis de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) abatidas aos 28, 35 e 42 dias de idade.	53
Tabela 10. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração e da idade (I) sobre peso (g) de timo, baço, bolsa cloacal, coração, fígado, rins e moela de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas.....	55

Tabela 11. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre peso (g) de timo, baço, bolsa cloacal, coração, fígado, rins e moela de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.....	56
Tabela 12. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração e da idade (l) sobre parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.	59
Tabela 13. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração sobre parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.....	61
Tabela 14. Custos com alimentação e estimativa de produção em kg de peso vivo da criação de 100 codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração, aos 28, 35 e 42 dias de idade ao abate.....	66
Tabela 15. Parâmetros e indicadores econômicos para a produção de 100 codornas europeias (<i>Coturnix coturnix</i>) mistas alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta de folha de <i>Moringa oleifera</i> (FMO%) na ração, aos 28, 35 e 42 dias de idade ao abate.	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	GERAL	16
2.2	ESPECÍFICOS	16
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	MORINGA (<i>Moringa oleifera</i>)	17
3.2	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E FATORES ANTINUTRICIONAIS DA MORINGA (<i>Moringa oleifera</i>)	18
3.3	MORINGA NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO RUMINANTES	20
3.4	PARÂMETROS SANGUÍNEOS BIOQUÍMICOS EM AVES	22
3.5	EFEITOS DA MORINGA SOBRE A BIOQUÍMICA SÉRICA E ÓRGÃOS DE NÃO RUMINANTES	25
3.6	ESTRESSE TÉRMICO EM AVES	27
4	METODOLOGIA	29
4.1	AVES E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	29
4.1.1	Local, instalações e equipamentos	30
4.1.2	Manejo e alimentação dos grupos experimentais	32
4.1.3	Desempenho zootécnico	34
4.1.4	Rendimento de carcaça e peso de órgãos comestíveis	34
4.1.5	Parâmetros sanguíneos e peso de órgãos	35
4.2	ANÁLISE ECONÔMICA	37
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E VIABILIDADE DA CRIAÇÃO	39
5.2	DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	42
5.3	RENDIMENTO DE CARCAÇA E VÍSCERAS COMESTÍVEIS	49
5.4	PESO DE ÓRGÃOS	54
5.5	PARÂMETROS SANGUÍNEOS BIOQUÍMICOS	59
5.6	ANÁLISE ECONÔMICA	65
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
	REFERÊNCIAS	72
	APÊNDICES	81
	ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

A criação de codornas é um seguimento da cadeia avícola que tem mostrado desenvolvimento expressivo no Brasil devido à adoção de tecnologias de manejo pelos produtores, além de apresentar várias vantagens em relação à criação de poedeiras e frangos de corte, tais como: menor espaço e demanda por investimentos iniciais, além do sabor peculiar da carne e dos ovos (SILVA, et al. 2018).

Segundo BRASIL (2018), a coturnicultura teve expansão constante no período de 2003 a 2014 e voltou a crescer a partir de 2017. Em 2018 o efetivo de codornas, sem especificar a aptidão, totalizou 16,8 milhões de aves, o que representa aumento de 3,9% em relação a 2017. A região Nordeste ocupa o terceiro lugar no ranking nacional de produção, com 2,08 milhões de cabeças. Entre os estados brasileiros, o Ceará se destaca na sexta posição com maior produção, enquanto o Rio Grande do Norte detém 75 mil cabeças e ocupa a décima sexta posição.

A exploração da codorna como ave produtora de carne ainda está em fase de estabelecimento no Brasil e vem se transformando ao longo dos anos. A carne de codornas comercializada anteriormente era proveniente, exclusivamente, de fêmeas destinadas à produção de ovos e descartadas ao final do ciclo de produção sem idade padronizada, com carcaças com pesos variando entre 70 e 110g, além de carne relativamente dura. Atualmente, existem codornas especializadas com aptidão para a produção de carne, que são abatidas aos 42 dias de idade e com pesos que variam entre 200 a 300g (FERREIRA et al.,2014).

De acordo com Pastore et al. (2012), a demanda por carne de qualidade tem aumentado e transformado a coturnicultura de corte em uma atividade altamente promissora no país. Estes autores destacam que estão sendo desenvolvidas pesquisas com dietas específicas para codornas que irão contribuir para aumentar o número de produtores, assim os consumidores terão disponível no mercado, carne de qualidade e a custo acessível para a maioria da população.

A coturnicultura tem se mostrado promissora em várias partes do país, porém, no caso do Nordeste, um dos fatores que podem dificultar o desenvolvimento das codornas são as altas temperaturas ambientais. No caso do Rio Grande do Norte, predomina o clima tropical semiárido, caracterizado por temperaturas médias anuais acima de 30 °C, além de baixos índices pluviométricos e intensa insolação (NUNES,

2006; SILVA et al. 2010). Pesquisadores relatam que o intervalo de temperatura ideal para codornas a partir da quarta semana de idade está entre 21 a 25 °C e a umidade relativa do ar desejada para esta criação situa-se em torno de 60% (SINGH E NARAYAM, 2002; ROSA et al., 2011).

A temperaturas fora do conforto térmico para aves, como ocorre no Rio Grande do Norte, podem desencadear processos de termorregulação na tentativa de manter a homeotermia corporal, causando estresse extremo e grande desgaste que se refletem no desempenho, funcionamento do sistema imune e redução da capacidade produtiva. No entanto, a tolerância às altas temperaturas ambientais pode variar com tempo, permitindo o animal desenvolver certo grau de adaptação (TAKAHASHI et al., 2009).

Considerando crescimento da coturnicultura brasileira, a tendência mundial por alimentos saudáveis e melhorias do bem-estar animal, como redução de estresse, é necessário buscar alternativas que beneficiem o sistema imune frente às maiores exigências de aves mantidas em clima quente. Além das melhorias em instalações, manejo e genética, alimentos funcionais são opções nutricionais que podem promover desempenho sem acarretar prejuízos à saúde humana e ao bem-estar dos animais. Costa e Rosa (2016), indicam que o alimento funcional além de suas funções nutritivas básicas, devem trazer benefícios à saúde da população desejada, fornecendo nutrientes que tenham efeitos fisiológicos desejáveis, a fim de melhorar a saúde, o bem-estar ou reduzir o risco de alguma doença.

A *Moringa oleifera* é uma das fontes alternativas que vem sendo utilizada na alimentação animal, apresentando importantes características nutricionais e funcionais que promovem melhorias do sistema imunológico que permitem os animais enfrentarem de maneira mais eficiente as adversidades climáticas. Em acordo com Kakengi et al. (2007), suas folhas e vagens verdes são usadas inclusive por humanos, sendo ricas em caroteno, ácido ascórbico, com bom perfil de aminoácidos e níveis apreciáveis de proteína bruta. Alguns trabalhos têm demonstrado potencial de uso da folha de moringa na alimentação de não ruminantes (KAKENGI et al., 2007; OLUGBEMI et al., 2010; ABOU-ELEZZ et al. 2011; MUÑOZ, et al., 2011; AWODELE et al., 2012; KUNYANGA et al., 2012; NKUKWANA 2014a; NKUKWANA 2014b; ESPARZA, 2016; VALDIVIÉ et al., 2016;).

Este trabalho propôs avaliar níveis de inclusão de *Moringa oleifera* como substituto parcial da proteína da ração de codornas, visando melhorar desempenho zootécnico e condições imunológicas, amenizando fatores como estresse causado por calor ambiental, além de reduzir custos com a alimentação.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o efeito da inclusão de proteína de folhas de *Moringa oleifera* (FMO) em substituição parcial da proteína do milho e do farelo de soja, sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, peso de órgãos e parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias (*Coturnix coturnix*), mantidas sob condições de estresse por alta temperatura ambiental.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Determinar o nível ideal de inclusão de proteína de FMO no desempenho produtivo de codornas europeias de 1 a 42 dias de idade, mantidas sob condições de estresse por alta temperatura ambiental;
- b) Avaliar o efeito da inclusão de proteína de FMO sobre rendimento de carcaça de codornas europeias machos e fêmeas, abatidas aos 28, 35 e 42 dias;
- c) Avaliar o efeito da inclusão de proteína de FMO sobre peso de órgãos e parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias aos 14, 28 e 42 dias de idade;
- d) Avaliar a viabilidade econômica da criação de codornas europeias com 28, 35 e 42 dias de idade ao abate, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de inclusão de proteína de FMO.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MORINGA (*Moringa oleifera*)

As plantas da família *Moringaceae* se encontram distribuídas amplamente em zonas áridas e semiáridas da Ásia, África e Madagascar, sendo *Moringa oleifera* a espécie mais conhecida e utilizada como complemento alimentício. Originária do sul do Himalaia, nordeste da Índia, Bangladesh, Afeganistão e Paquistão, atualmente se encontra disseminada por várias regiões do planeta. Foi introduzida na América Central por volta de 1920 como planta ornamental e para uso em cercas vivas, permitindo corte dos rebrotes a cada 35 ou 45 dias. Também podendo ser cultivada em canteiros, pequenas ou grandes áreas conforme necessidade e manejo. Seus frutos, flores, raízes e sementes são comestíveis e é possível extrair o óleo das sementes (FOIDL et al., 1999; OBANDO e OJEDA, 2016).

A *Moringa oleifera* é uma árvore amplamente cultivada na Ásia, África e em alguns países da América Central, nativa do subcontinente indiano e pertencente à família *Moringaceae*. Tradicionalmente, suas folhas vêm sendo utilizadas para tratar debilidade nervosa, paralisia, asma, diabetes, alta pressão arterial, diarreia, febre, tosse, cólera, espasmo, aumento do fígado e do baço, infecção, inflamação e cicatrização de feridas (HANNAN et al., 2014; MISHRA, et al, 2011).

Devido a possibilidade de uso de várias partes da árvore, muitos autores têm relatado importância da *Moringa oleifera* para a indústria, medicina, além da alimentação humana e animal. Tem sido relatado a utilização da moringa na fabricação de óleos antibióticos, hormônio do crescimento, para amenizar desnutrição de crianças e como alimento humano (PÉREZ et al., 2010). Pode também ser utilizada como substitutos proteicos, na aplicação farmacológica como anti-inflamatórios, antimicrobianos e ação coagulante/floculante no tratamento de água (VIEIRA et al., 2010).

Ultimamente, publicações científicas têm descrito diversas propriedades nutricionais e medicinais da *Moringa oleifera*, tais como: antibiótica, vermífuga, analgésica, anti-anêmica, hipotensora, neuroprotetora, hepatoprotetora, antiespasmódica, anti-inflamatórias, nootrópicas, hipocolesterolêmicas, hipoglicêmicas, ativadora do metabolismo, mobilizadora de líquidos do corpo

(homeostático), desintoxicante, fortalecedora de músculos e ossos, entre outros (ANWAR et al., 2007; GANGULY, E GUHA, 2008; AWODELE et al., 2012; KHONGRUM, et al., 2012; MBIKAY, 2012; HANNAN et al., 2014). Estudos realizados por Chumark et al. (2008) e Talreja (2010), comprovaram função antioxidante *in vivo* e *in vitro* da folha da moringa, assim como prevenção da aterosclerose, redução do colesterol e potencial terapêutico para a prevenção de doenças cardiovasculares. Enquanto estudos *in vitro* de Hannan et al. (2014) revelaram tendência a proteção dos neurônios.

3.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E FATORES ANTINUTRICIONAIS DA MORINGA (*Moringa oleifera*)

Segundo Gómez e Angulo (2014), o aumento do interesse em pesquisas com moringa tem ocorrido em várias regiões do mundo onde a população apresenta problemas nutricionais, pois as folhas contêm mais vitamina A e C, cálcio, potássio e ferro do que cenouras, laranjas, leite, banana e espinafre (respectivamente), e mais proteína do que qualquer outro vegetal, por exemplo a leucena. Conforme Kunyanga et al. (2012), o teor de vitamina C é 164 mg por 100 g folha fresca.

Contudo, substâncias como fatores antinutricionais presentes em muitas plantas, podem reduzir desempenho e eficiência da alimentação, principalmente em animais não ruminantes. Ogbe e Affiku (2011) realizaram análise fitoquímica das folhas da moringa cultivada na Nigéria e detectaram presença de taninos ($21,19\% \pm 0,25$), fitatos ($2,57\% \pm 0,13$), saponinas ($1,60\% \pm 0,05$), oxalatos ($0,45\% \pm 0,01$) e teor de cianeto ($0,1\% \pm 0,01$), que poderiam dificultar a utilização na alimentação de aves. Apesar disso, estes pesquisadores concluíram que folhas da moringa continham quantidades apreciáveis de carboidratos, proteínas e minerais que são requisitos nutricionais das aves, sugerindo uso desta planta como suplemento alimentar e promotor de saúde em aves após processo de aquecimento para reduzir fatores antinutricionais. Verificou-se que a composição nutricional das folhas secas de *Moringa oleifera* tem apresentado variações, conforme demonstrado por alguns autores (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Composição das folhas secas de *Moringa oleifera*, segundo alguns autores.

	Moyo et al., 2011	Nkukwana et al., 2014b	Olugbemi et al., 2010	Zanu et al., 2012	Macambira et al., 2018
Proteína bruta (%)	30,29	26,76	27,44	25,56	18,31
Extrato etéreo (%)	6,50	5,63	6,3	3,33	8,65
Matéria mineral (%)	7,64	10,81	11,42	7,41	11,18
Matéria seca (%)	90,47	92,17	93,70	92,21	90,17
Fibra bruta (%)	11,40	15,72	9,13	16,45	
Energia metabolizável (Kcal/Kg)		2725	2978		3140
Fibra em detergente neutro (%)	11,40	20,08			41,99
Fibra em detergente ácido (%)	8,49	13,79			23,46
Fósforo (%)	0,30	0,32	0,35		
Potássio (%)	1,50	2,43			
Cálcio (%)	3,65	2,81	1,42		
Magnésio (%)	0,50	1,01			
Sódio (%)	0,164	0,80			
Enxofre (%)	0,63				
Ferro (mg/kg)	490,00	192,0			
Cobre (mg/kg)	8,25	5,7			
Zinco (mg/kg)	31,03	23,8			
Manganês (mg/kg)	86,8	86,8			
Boro (mg/kg)	49,93	33,1			
Alumínio (mg/kg)		160,0			
Selênio (mg/kg)	363,00				
Taninos condensados (mg/g)	3,12				
Polifenóis totais (%)	2,02				

Tabela 2. Composição aminoacídica das folhas secas de *Moringa oleifera*, segundo alguns autores.

	Moyo et al., 2011	Foidl, Makkar e Backer (2001)	Macambira et al., 2018
Ácido Aspártico (%)	1,43	4,61	1,528
Ácido Glutâmico (%)	2,53	5,08	2,025
Alanina (%)	3,03	2,87	1,084
Arginina (%)	1,78	3,03	0,989
Cisteína (%)	0,01		
Cistina (%)	-	0,52	0,213
Fenilalanina (%)	1,64	2,71	0,934
Glicina (%)	1,53	2,66	0,894
Glicina + Serina (%)			1,596
Histidina (%)	0,716	1,36	0,377
HO-Prolina (%)	0,093		
Isoleucina (%)	1,177	2,53	0,769
Leucina	1,96	4,29	1,491
Lisina	1,637		0,930
Metionina		0,86	0,306
Metionina + Cistina	0,297		0,518
Prolina	1,20	2,58	0,857
Serina	1,09	2,08	0,739
Tirosina	2,65	1,89	
Treonina	1,357	2,20	0,769
Triptofano	0,486	0,93	0,366
Valina	1,413	2,76	0,965

Em relação aos fatores antinutricionais, Ferreira et al. (2008) verificaram que existem baixas concentrações na planta, embora as sementes possuam glucosinolatos (65,5 $\mu\text{mol/g}$ de matéria seca), fitatos (41g/kg) e atividade de hemaglutinação. As folhas possuem quantidades apreciáveis de saponinas (80g/kg), além de baixa quantidade de fitatos (21g/kg) e taninos (12g/kg), ausência dos compostos cianogênicos, inibidores de tripsinas e amilase, lectinas e glucosinolatos, constituindo-se fonte de carotenoides e compostos bioativos, com atividade hipotensiva e antioxidante.

Outros estudos *in vitro* e *in vivo* das folhas *Moringa oleifera* revelaram níveis insignificantes de taninos e saponinas e não detectaram inibidores de tripsina e lecitina (ALFARO et al., 2008); MUÑOZ et al., 2011). Makkar e Becker (1997), avaliando o perfil de folhas secas de *M. oleifera*, também não encontraram fatores antinutricionais como: taninos, lecitinas ou inibidores de tripsina, mas identificaram altos níveis de treonina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleucina, leucina, histidina, lisina e triptofano.

3.3 MORINGA NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO RUMINANTES

A *Moringa oleifera* tem sido utilizada como boa fonte de proteína na alimentação animal, apresentando valores de 25,1 % de proteína bruta e 79% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca. As folhas são consideradas forragens completas e palatáveis para todo tipo de animal: ruminantes, camelos, suínos, aves e peixes herbívoros, fornecida de forma simples, bastando picar talos, ramas e folhas (OBANDO e OJEDA, 2016). Embora perca folhas em períodos de estresse hídrico, apresenta crescimento muito rápido e resistência à seca, constituindo-se excelente alternativa para alimentação animal em regiões de escassez hídrica (OLSON e FAHEY, 2011).

Rivas et al. (2012), avaliando a digestibilidade em quatro níveis de substituição da proteína de farinha de peixe por farinha de folha moringa (0, 10, 20 e 30%) no crescimento de alevinos de tilápias (*O. mossambicus* x *O. niloticus*) cultivadas na água do mar, encontraram digestibilidade de 89% da folha de moringa, sugerindo substituição até 20 % da farinha de peixe sem afetar crescimento de tilápia jovens.

Nkukwana et al. (2014a), em pesquisa utilizando três níveis de adição (1, 3 e 5%) de folhas de *M. oleífera* na dieta de frangos Cobb mostraram que a suplementação aditiva até 5% melhorou o perfil de ácido graxos e reduziu a oxidação lipídica na carne, podendo ser fonte promissora de antioxidantes naturais para carne de frango.

Muñoz et al. (2011), com objetivo de avaliar suplementação de *Moringa oleífera* em frangos de corte, compararam 04 tratamentos de ração comercial com inclusão de moringa (ração controle, 90% ração + 10%, 80% ração + 20%, 70% ração + 30%). Aos 42 dias, o ganho de peso dos animais que consumiram somente ração foi 1,77 kg, peso este que não diferiu estatisticamente do tratamento com 10% de moringa (1,68 kg). Estes pesquisadores não encontraram diferença para conversão alimentar nos referidos tratamentos. Entretanto, houve diferença para tratamentos com 20 e 30% de moringa (1,48 e 1,34 kg, respectivamente). Nesses estudos, as folhas da moringa foram fornecidas na forma de farinha, após secagem e, em seguida, moagem em moinho de martelo. Estes autores concluíram que pode ser utilizada em frangos de corte em nível até 10%.

Em pesquisa com 36 poedeiras L-33, de 1618 g de peso vivo e 80% de taxa postura, no período de 34 a 50 semanas, Valdivié et al. (2016) avaliaram o desempenho produtivo com inclusão de 0, 10 e 20% de farinha de moringa e não encontraram diferenças nos tratamentos de 0 e 10% para as variáveis peso vivo, consumo de ração e taxa de postura. Entretanto, encontraram diferenças com inclusão de 20%, havendo redução de 14% da taxa postura em relação ao tratamento controle. Estes resultados corroboraram com Kakengi et al. (2007), Olugbemi et al. (2010) e Abou-Elezz et al. (2011).

Valdivié et al. (2016) também avaliaram o conteúdo de gordura abdominal ao final do experimento e não encontraram diferenças com 0 e 10% de inclusão de farinha de moringa. Contudo, a inclusão de 20% propiciou redução da gordura abdominal a valores nulos e menor peso relativo do fígado, possivelmente devido à menor quantidade de energia metabolizável (2598 kcal/ kg de ração), extrato etéreo (4,60%) e maior aporte de fibra bruta (4,58%) que nas rações contendo 0 e 10% de moringa (2782 e 2694 de energia metabolizável; 5,87 e 4,74 % de extrato etéreo; e 2,49 e 3,53 de fibra bruta, respectivamente).

3.4 PARÂMETROS SANGUÍNEOS BIOQUÍMICOS EM AVES

A avaliação do sangue é uma ferramenta que proporciona informações complementares sobre a saúde do animal. Sua análise detalhada, por hematologia ou sorologia, é um importante parâmetro para mensurar não só a saúde do animal, mas o perfil imunológico, nutricional, bem como condições de estresse. A bioquímica sérica das aves é utilizada mais em pesquisas científicas do que em diagnósticos de clínica aviária, pois permite monitorar funções renais, hepáticas e musculares, metabolismo da glicose e concentração de íons plasmáticos, possibilitando o entendimento do efeito do manejo ou de doenças sobre a fisiologia das aves (MACCHI, 2011).

De acordo com Borges et al. (2003), o sistema sanguíneo se constitui em um importante indicador das respostas fisiológicas das aves frente aos agentes estressores, sendo possível verificar alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas associadas ao estresse calórico, tais como aumento no hematócrito e a relação heterofilo/linfócito, sendo que esta tem sido proposta como um índice sensível de estresse crônico em frangos de corte. O estresse calórico provoca o aumento da concentração de glicose em resposta direta à maior secreção de adrenalina, noradrenalina e glicocorticoides.

Conforme Rosa et al. (2011), o fator estresse e suas consequências tem sido avaliado na criação de frangos e perus, porém o monitoramento e o diagnóstico do estresse em codornas são escassos. Além da idade, sexo, estado de hidratação e condição nutricional, os fatores ambientais relacionados a temperatura e manejo são variáveis que influenciam nos parâmetros bioquímicos, assim como métodos de coleta de amostras, técnicas laboratoriais e equipamentos (THRALL et al., 2015). Alguns dos principais exames bioquímicos utilizados para as aves são: *aspartato aminotransferase* (AST), *alanina aminotransferase* (ALT), *fosfatase alcalina* (FAL), *creatina quinase* (CK), *lactato desidrogenase* (LDH), ureia, ácido úrico e creatinina.

A enzima AST apresenta atividade em vários tecidos, porém está mais ativa no fígado e no músculo (GRUNKEMEYER, 2010; CAPITELLI e CROSTA, 2013). Entretanto, não se considera a AST como enzima representativa de dano hepatocelular e nem para lesão muscular, exceto em psitacídeos, que sempre se apresenta aumentada quando ocorre dano hepático de qualquer etiologia (CAPITELLI E CROSTA, 2013). Normalmente para Thrall et al. (2015), a distribuição de AST nos

tecidos varia em função da espécie, o que torna um desafio a interpretação do aumento da atividade dessa enzima. Estes autores consideram AST elevada em aves quando se encontra superior a 275 UI/L, resultando em lesão hepática ou muscular, ou se constatada atividade plasmática de AST superior a 800 UI/L é sugestivo de lesão hepática grave, especialmente quando há biliverdinúria ou biliverdinemia. De acordo com Hochleithner (1994), a elevação de AST pode estar associada a deficiência de vitamina E, selênio ou metionina, intoxicação por pesticidas ou tetracloreto de carbono e dano muscular.

A enzima ALT está presente no fígado, no músculo esquelético e em vários outros tecidos das aves, sugerindo que há lesão tecidual quando extravasa para o sangue. Na maioria das espécies de aves saudáveis, a atividade plasmática de ALT varia de 19 a 50 UI/L (THRALL et al., 2015). Muitos autores têm relatado alterações nos níveis de enzimas ALT e AST em situações de intoxicação do fígado, pois tais enzimas apresentam alta atividade em células hepáticas de vários animais, enquanto AST se encontra também em células musculares e sanguíneas. A enzima ALT, por sua alta concentração no fígado, tem sido utilizada como referência, embora tanto ALT como AST apresentem-se em concentrações elevadas no fígado e rins em situações de processos patológicos associados a necrose e injúria hepática aguda ou crônica, causando liberação de tais enzimas no sangue (BORSA et al., 2006; MACCHI, 2011).

A creatina quinase (CK) ou creatina fosfoquinase é uma enzima músculo-específica em que seu aumento no plasma pode indicar de lesão de célula muscular ou de esforço físico exagerado. Dessa forma, a elevação na atividade sérica da AST não acompanhada de CK aumentada sugere a existência de doença hepática (MACCHI, 2011). Para diferenciar dano hepático de lesão muscular, é necessário mensurar a atividade de CK simultaneamente à atividade de AST (THRALL et al., 2015).

As FAL são enzimas encontradas principalmente no fígado e osso, com pequenas quantidades produzidas pelos rins. Em caso de mal funcionamento do fígado, a FAL é liberada na corrente sanguínea e não excretada através da bile (MACCHI, 2011). Ocorre atividade de FAL em vários tecidos, inclusive nos ossos e nos intestinos, porém a elevação da atividade plasmática desta enzima não se deve ao extravasamento, mas sim à maior produção celular, portanto a FAL não é útil na detecção de doença hepatobiliar de aves (THRALL et al., 2015). São enzimas

importantes na regulação do crescimento das aves, tendo sua atividade associada ao metabolismo do cálcio e fósforo (RAJMAN et al., 2006).

A LDH é uma enzima distribuída em diferentes órgãos cujo nível se eleva em danos teciduais, assim pode indicar doenças do fígado ou necrose ocasionadas por agentes tóxicos ou infecções (MACCHI, 2011). A atividade plasmática da LDH não é específica para doença hepatocelular de aves, pois ocorrem isoenzimas de LDH em praticamente todos os tecidos das aves. Após a lesão hepática ou muscular, a atividade plasmática de LDH aumenta e diminui mais rapidamente em comparação com as atividades de AST e de ALT (THRALL et al., 2015).

Outras análises bioquímicas importantes para aves são a glicose, colesterol e triglicerídeos. As concentrações de glicose em aves saudáveis variam de 200 a 500 mg/dL em função da espécie, no entanto, essa variação é clinicamente irrelevante em aves hípidas (SCHMIDT et al., 2007; THRALL et al., 2015). Conforme Driver (1981) e Hochleithner (1994), as variações de concentrações da glicose estão relacionadas as condições fisiológicas das aves, de modo que animais jovens apresentam valores mais elevados que adultos, assim como situações estressantes também aumentam os níveis de glicose no sangue.

Com relação a hiperglicemia nas aves, Capitelli e Crosta (2013) afirmam que ocorre por altos níveis de glicocorticoides endógenos ou exógenos em situações como esforço, excitação, temperaturas extremas, estresse ou medicação com glicocorticoides, enquanto a má digestão e absorção, inanição prolongada podem provocar hipoglicemia. Campbell (2004) considera hipoglicemia quando os níveis de glicose ficam inferiores a 200 mg/dL, resultando de jejum prolongado, doença hepática severa, septicemia ou distúrbios endócrinos.

O colesterol apresenta metabolismo similar ao dos mamíferos, entretanto a elevação nem sempre está associada a condições patológicas, já que pode ocorrer elevação significativa das concentrações plasmáticas decorrentes da formação do ovo (HARR, 2002; THRALL et al., 2004). O colesterol se eleva devido ao aumento na massa corporal, que a sua vez está correlacionado à idade e à dieta, sendo mais elevados em aves carnívoras (HOCHLEITHNER, 1994; ALONSO-ALVEREZ, 2005). Na maioria das espécies de aves, a concentração normal de colesterol no plasma varia de 100 a 250 mg/dL, sendo que a hipercolesterolemia pode estar associada a outras condições além de doença hepática, como hipotireoidismo, dieta com alto teor

de gordura e em casos de má digestão, má absorção e inanição (THRALL et al., 2015).

Os triglicerídeos apresentam concentrações que podem variar de acordo com vários fatores, tais como clima, dieta, sexo e condições hormonais. Sua síntese ocorre na mucosa intestinal e no fígado a partir dos componentes da digestão e absorção de ácidos graxos (HOCHLEITHNER, 1994)

Outros parâmetros podem ser mensurados, como o conteúdo de proteínas totais do soro sanguíneo que permite avaliar possíveis doenças nutricionais e de absorção proteica, bem como problemas renais e hepáticos. As proteínas totais se dividem em albumina e globulinas, sendo que a primeira está em maior concentração no sangue, com papel no transporte de moléculas pequenas (bilirrubina, progesterona e medicamentos) e manutenção do equilíbrio osmótico coloidal dos líquidos na corrente sanguínea para que não passem aos tecidos (ARRIETA-MENDOZA et al., 2007).

3.5 EFEITOS DA MORINGA SOBRE A BIOQUÍMICA SÉRICA E ÓRGÃOS DE NÃO RUMINANTES

Esparza (2016) avaliou qualidade nutricional e efeitos tóxicos da adição de 10% de farinha de folhas de Moringa na dieta de frangos Ross 308 e encontrou quantidades elevadas de proteínas e carboidratos (extrato livre de nitrogênio), além de altos níveis de componentes nutracêuticos (Fe, Ca, vitamina C e fenóis totais). Apesar da moringa não ter influenciado nos parâmetros produtivos e não ter efeito tóxico no período de estudo, foram encontrados valores mais elevados de atividades enzimáticas de *Gamma Glutamyltranspeptidase* (GGT) e *Fosfatase Alcalina* (ALP) no soro sanguíneo de animais que ingeriram moringa. Contudo, grupos que receberam ou não moringa, apresentaram processos inflamatórios nos ductos biliares e rins.

Ayssiwede et al. (2011) avaliaram a influência da inclusão de 8, 16 e 24% de farinha de folhas de moringa sobre peso de órgãos de frangos Senegal-Indúes e não encontraram efeitos da moringa sobre peso de fígado, coração, pulmões e baço comparados ao grupo controle. No entanto, houve melhora da coloração da pele e incremento da gordura de forma gradual com aumento de moringa.

Todavia, Pari e Kumar (2002), realizando pesquisas com camundongos,

para avaliar o efeito hepatoprotetor do extrato etanólico de *M. oleifera* sobre lesões hepáticas induzidas por fármacos antituberculosos como isoniazida, rifampicina e pirazinamida, encontraram efeitos significativos sobre os níveis das atividades enzimáticas de *Alanina Aminotransferase* (ALT), *Aspartato Aminotransferase* (AST), *Fosfatase Alcalina* (ALP), concentração da bilirrubina no soro e lipídeos do fígado. Os resultados foram complementados por análise das seções hepáticas dos animais tratados com extrato de moringa em comparação com os tratados somente com fármacos, demonstrando que o extrato de *M. oleifera* aumenta a recuperação do dano hepático induzido por drogas antituberculosas.

Outros estudos realizados *in vitro* com células sanguíneas de humanos por Asare et al. (2012), encontraram que a adição de extrato de moringa aumenta a liberação de *Lactato Deshidrogenase* (LDH) nas células mononucleares de sangue periférico e apresenta toxicidade aguda em níveis de suplementação > 3000 mg^{-kg} peso vivo. A LDH é uma enzima catalizadora presente em vários tecidos do corpo, sendo em maior quantidade no coração, fígado, rins, músculos, glóbulos vermelhos, cérebro e pulmões.

Por outro lado, Awodele et al. (2012) avaliando a toxicidade aguda das folhas de moringa administradas por via oral em camundongos Wistar, estimaram que a DL50 foi 0,15%. Deste modo, maiores quantidades de moringa poderiam provocar efeitos tóxicos. Características tóxicas de alimentos podem causar decréscimo do consumo de ração e ganho de peso, elevação da atividade enzimática no soro, aumento do peso do fígado e rins, necrose hepática e raquitismo.

Desta maneira, torna importante mensurar e avaliar parâmetros bioquímicos por estarem relacionados com funcionamento de vários órgãos, como fígado e rins. Intoxicações em aves podem causar diminuição de níveis de proteínas totais do fígado e rins, causadas pela degranulação do retículo endoplasmático rugoso, que causam desagregação dos polirribosomas e, conseqüentemente, alteração na síntese de proteínas e mal funcionamento dos órgãos (DENLI et al., 2009; ERGUN et al., 2006; ESPARZA, 2016).

3.6 ESTRESSE TÉRMICO EM AVES

A criação de aves em regiões de altas temperaturas ambientais é um desafio, pois sempre apresentam condições de temperatura e umidade relativa do ar que influenciam diretamente no desempenho produtivo e nas condições de bem-estar das aves. As aves respondem com alterações fisiológicas caracterizadas por elevada taxa cardíaca, aumento na liberação de corticosterona e de catecolaminas, anormalidades da adrenal e imunossupressão em condições de bem-estar pobre (NORDI et al., 2007; ROSA et al., 2011), além alterar os valores de leucócitos circulantes em aves, com concomitantes alterações na resistência a doenças e decréscimo no crescimento e produção de ovos (ONBASILAR, 2005).

O estresse térmico por calor pode variar de acordo com sexo, linhagem, peso corporal e outros fatores, desencadeando no animal processos de termorregulação para adaptação. Quando o animal não consegue manter a homeotermia, entra em hipotermia (temperatura corporal abaixo do limite inferior) ou hipertermia (acima do limite superior), sobrevivendo com estresse extremo e grande desgaste, portanto com grande prejuízo ao desempenho. Contudo, a tolerância à temperatura extrema pode variar com o tempo de exposição e pode ocorrer certo grau de adaptação à temperatura próxima do limite térmico (TAKAHASHI et al., 2009).

A zona de conforto térmico para aves seria uma faixa de temperatura ideal que houvesse esforço da ave para desempenhar funções de termorregulação. Essa faixa ideal é muito variável e influenciada por diversos fatores, como umidade relativa do ar, quantidade e intensidade das correntes de ar. Conforme Mas et al. (2004), o intervalo de temperatura ideal para codornas na fase de postura situa-se entre 18 a 22°C. Para Singh e Narayam (2002), a partir da quarta semana de idade é desejável 21 a 25°C e a umidade relativa do ar em torno de 60%.

Em condições de estresse por calor ambiental, em que umidade e temperatura do ar estão acima do conforto, a temperatura corporal se eleva e as aves não conseguem dissipar o calor excedente para o ambiente havendo queda na produção, pois parte da energia ingerida através do alimento que seria utilizada para produção de ovos, passa a ser disponibilizada para garantir a homeotermia através dos processos físicos perda de calor, tais como condução, convecção e radiação além da evaporação respiratória (BAÊTA E SOUZA, 2010).

Em temperaturas superiores a 25 °C, as aves param de ingerir alimento na tentativa de reduzir o calor interno gerado por este, perdem peso, aumentam a ingestão de água e a frequência respiratória. Movimentos de ofego muito intensos iniciam-se quando a temperatura ambiente atinge 35 °C, causando hiperventilação pulmonar e desequilíbrio acidobásico sanguíneo com perda de dióxido de carbono pelos pulmões e concentração de íons de hidrogênio no plasma que elevam o pH do sangue, a pressão sanguínea diminui e aumentam os batimentos cardíacos que levam a ave à morte. O sistema cardiovascular reduz em até 44% a distribuição de sangue para funções básicas como, por exemplo, digestão (TAKAHASHI et al., 2009). Maior efeito do estresse por calor é observado nas codornas europeias de produção de carne que na linhagem japonesa de postura, pois como o principal mecanismo de perda de calor é evaporativo via respiração, as linhagens de corte possuem menor sistema cardiovascular em relação à massa corporal de acordo com Pereira (2005).

As consequências do estresse térmico são alterações fisiológicas e metabólicas que resultam em queda de desempenho e mortalidade. A subnutrição diminui tamanho e atividades dos tecidos viscerais, principalmente fígado e intestino, leva a diferentes graus de involução de órgãos linfoides, decorrentes da elevação na concentração de corticosterona no sangue. A atrofia de órgãos linfoides (timo, bolsa cloacal e baço) torna as aves mais susceptíveis a doenças (SILVA et al., 2014).

4 METODOLOGIA

4.1 AVES E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas 360 codornas de corte mistas (*Coturnix coturnix*) de 1 dia de idade adquiridas da Granja Fujikura®, localizada no município de Suzano/SP. As aves foram recebidas no município de Carpina/PE e transportadas em caixas e veículo apropriado até o Setor de Avicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *Campus* Ipanguaçu (IFRN/IP).

As aves foram distribuídas aleatoriamente em 05 grupos, que consistiam em 05 tratamentos (06 subgrupos), com n=12 (Figura 1). Cada ave foi avaliada de forma independente, de modo que aos 14, 28 e 42 dias de idade, uma ave de cada subgrupo foi retirada e sacrificada para coleta de sangue, perfazendo 30 amostras em cada idade avaliada e totalizando 90 aves destinadas a avaliação da bioquímica sérica e aferição de órgãos. Aos 28, 35 e 42 dias de idade, duas aves de cada subgrupo foram retiradas para abate, sendo 12 amostras por grupo e contabilizando 60 aves para avaliações de carcaça em cada idade.

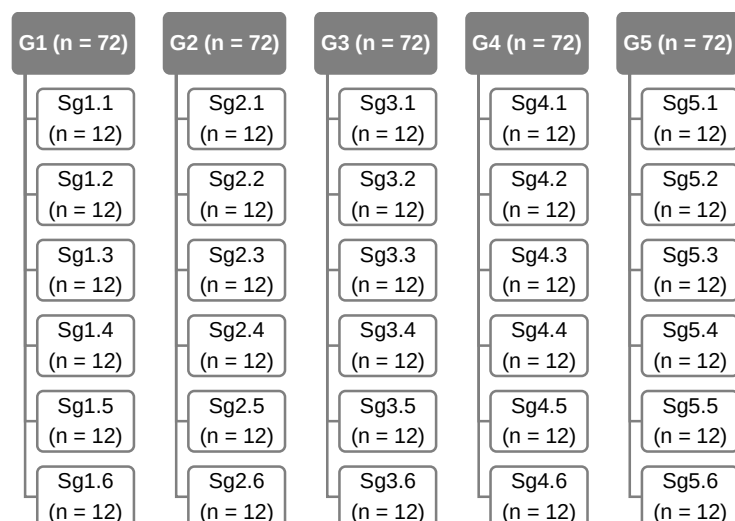


Figura 1. Desenho dos grupos experimentais (G) e subgrupos (Sg) para as análises experimentais.

Todos os procedimentos experimentais foram aprovados Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA conforme protocolo n. 23091.000428/2018-86, sob parecer 02/2018.

4.1.1. Local, instalações e equipamentos

O experimento em campo foi conduzido no Setor de Avicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *Campus Ipanguaçu* (IFRN/IP), durante os meses de setembro, outubro e novembro. O IFRN/IP está localizado a 214 km da capital Natal/RN, Latitudes 5°32'11,5" Sul e 36°52'32,5" Oeste (GOOGLE MAPS, 2020). A cidade de Ipanguaçu/RN apresenta altitude de 16 metros em relação ao nível do mar, temperatura anual média máxima 33 °C, média 27,9 °C e mínima 21,0 °C, insolação média 2.400 horas por ano e umidade relativa média anual de 70% (SEMARH; IDEMA, 2008). O clima da região é definido como BSw'h' segundo a classificação de Köppen, caracterizado pela distribuição irregular de chuvas durante o ano (ALVARES et al., 2013).

Os dados de temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas a cada 30 minutos com *datalogger* digital (Instrutemp: ITLOG-80) instalado no centro do alojamento à altura das aves, durante todo o período experimental, para posterior cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU), conforme a equação proposta por Thom (1959):

$$ITU = (0,8 \times TA + (UR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$$

Em que: T = temperatura do ar °C; e UR = umidade relativa do ar (%).

O galpão foi do tipo convencional com 15 m² de área em alvenaria, piso de cimento e telhas de cerâmica e provido de cortinas. As aves ficaram alojadas em boxes com dimensões 40 x 60 x 20 cm forrados com maravalha, com tampas removíveis de madeira e tela para permanência das aves do primeiro dia de vida até 42 dias de idade (Figura 2). Inicialmente foram utilizados comedouros tipo bandeja confeccionados em material *tetrapak* e bebedouros tipo copo de pressão e garrafa pet acoplada em cada box, cujo fundo foi preenchido com pedras para evitar afogamento das aves na fase inicial.

Quando as aves completaram 15 dias de idade os comedouros tipo bandeja foram substituídos por tipo calha de zinco, as pedras foram removidas dos bebedouros e aos 21 dias foram instalados bebedouros do tipo nipple. A maravalha dos boxes era revisada diariamente, sendo retiradas as partes umedecidas com fezes, acrescentando-se uma nova camada para manter a forração.



Figura 2. Boxes experimentais adaptados para fase inicial e de crescimento de codornas europeias (*Coturnix coturnix*), demonstrando a substituição de comedouros e bebedouros.

O aquecimento artificial ocorreu até 20 dias com lâmpadas incandescentes de 70 watts, colocadas uma em cada boxe. Para manutenção uniforme da temperatura no período inicial, foram instaladas cortinas plástica nas aberturas do aviário. A iluminação foi com lâmpadas fluorescentes compactas de cor branca, para fornecimento de luz conforme recomendações da Granja Fujikura® (2018), verificando-se o nível de iluminamento com luxímetro eletrônico (HOMIS: LX-1010B). Durante o dia, para garantir o conforto térmico das aves, as luzes de aquecimento eram desligadas e as cortinas abertas para entrada da ventilação natural às 10 horas e, após às 17 horas ligadas e fechadas, respectivamente.

Conforme o delineamento experimental, a coleta de sangue e abate ocorreram no IFRN/IP, respectivamente, nos Laboratórios de Biologia e de Alimentos, enquanto o processamento das provas bioquímicas se efetuou no Laboratório de Neuroquímica Molecular e Celular, do Instituto de Ciências Biológicas da UFPA – Campus Belém.

4.1.2. Manejo e alimentação dos grupos experimentais

No primeiro dia, realizou-se a pesagem e distribuição das aves entre tratamentos de forma homogênea de acordo com peso corporal, conforme Sakomura e Rostagno (2007). Os programas de temperatura e luz foram adotados conforme indicado pela Granja Fujikura® (2018) para codornas europeias de corte criadas em clima quente/verão, segundo a idade em dias:

- 01 a 07 dias: 34 a 36 °C, mínimo 24 horas de luz e 5 luxes;
- 08 a 15 dias: 30 a 34 °C, mínimo 24 horas de luz e 5 luxes;
- 15 a 20 dias: 28 a 30 °C, mínimo 24 horas de luz e 5 luxes;
- 21 a 35 dias: sem aquecimento artificial, mínimo 18 horas e 5 luxes;
- 36 a 42 dias: sem aquecimento artificial, mínimo 17h mínimo e 5 luxes.

As aves foram alimentadas com cinco tipos de rações experimentais à base de milho e farelo de soja com quatro níveis de inclusão proteína de folhas de *Moringa oleifera* (FMO) em substituição parcial a proteína da soja e do milho (controle; 1%; 2%; 3%; 4%), formuladas na forma farelada e isonutritivas, para fases de criação de 1 a 21 dias e de 22 a 42 dias (Tabela 3), conforme exigências nutricionais de Silva e Costa (2009). As rações foram fornecidas *ad libitum*, garantindo alimento e água a vontade durante todo período experimental.

As folhas e ramos tenros de *Moringa oleifera*, provenientes da área de plantio experimental localizada próxima ao aviário do IFRN Campus Ipanguaçu, foram secos ao sol e, posteriormente, trituradas em moinho de martelo. As plantas tinham seis meses de idade e o material foi coletado do segundo e do terceiro corte que iniciaram 90 dias após o plantio com intervalos de 45 dias. A composição das folhas de moringa foi determinada no Laboratório de Nutrição Animal da UFERSA, de acordo a metodologia de Silva e Queiroz (2002), a energia metabolizável aparente conforme Macambira et al. (2018) e a composição dos demais alimentos conforme Rostagno et al. (2011).

Tabela 3. Composição percentual e valores calculados das rações experimentais conforme o nível de inclusão de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO) para codornas europeias (*Coturnix coturnix*) de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.

Ingredientes %	Nível de proteína bruta de FMO ¹ (%)									
	1 a 21 dias					22 a 42 dias				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Milho	45,52	42,91	40,29	37,67	35,06	53,10	50,31	47,32	44,34	41,35
Farelo de Soja	47,19	45,69	44,18	42,68	41,19	39,40	37,53	35,82	34,12	32,41
FMO	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00	0,00	4,55	9,09	13,64	18,18
Fosfato ⁽²⁾	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81
Calcário calcítico	1,55	1,55	1,56	1,56	1,55	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Óleo de soja	3,29	3,37	3,47	3,56	3,59	4,07	4,15	4,26	4,37	4,48
L-Lisina HCL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DL- Metionina	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21
Cloreto de sódio	0,39	0,40	0,40	0,40	0,39	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34
Premix vit, mineral ⁽³⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição química										
Proteína bruta (PB) %	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Fibra bruta %	3,29	3,82	4,35	4,89	5,42	3,01	3,61	4,21	4,82	5,42
Fósforo disponível %	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Cálcio %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Sódio %	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Ácido linoleico %	1,29	1,23	1,16	1,10	1,04	1,36	1,29	1,22	1,15	1,08
Lisina %	1,42	1,41	1,40	1,39	1,47	1,22	1,20	1,19	1,18	1,17
Metionina+cistina %	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85
Treonina %	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85
Triptofano %	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30
E, met, Kcal/kg	2900	2900	2900	2900	2900	3050	3050	3050	3050	3050
Matéria seca	87,95	88,10	88,25	88,40	88,55	87,88	88,04	88,22	88,39	88,56
FDA	5,35	6,08	6,80	7,53	8,26	4,97	5,80	6,62	7,45	8,28
FDN	11,94	13,10	14,26	15,42	16,57	11,77	13,09	14,40	15,72	17,04
EE	5,74	5,83	5,93	6,02	6,06	6,66	6,75	6,86	6,98	7,10
PB milho %	3,59	3,38	3,17	2,97	2,76	4,18	3,96	3,73	3,49	3,26
PB farelo de soja %	21,34	20,66	19,98	19,30	18,62	17,82	16,97	16,20	15,43	14,66
PB FMO%	0,00	0,89	1,78	2,66	3,55	0,00	1,01	2,02	3,03	4,03

(1) Folha de *Moringa oleifera*;

(2) Fosfato bicálcico de 1 a 21 dias e monocálcico de 22 a 42 dias.

(3) Composição do premix vitamínico-mineral: Cálcio (min) 160,00 g/kg; cálcio (máx.) 200,00 g/kg; fosforo 45,00g/kg; sódio 40,00 g/kg; ferro 600,00 mg/kg; cobre (min) 2.405mg/kg; manganês 1.400,00 mg/kg; zinco 1.000,00g/kg; iodo 20,00 mg/kg; cobalto 4,00 mg/kg; selênio 7,00 mg/kg; vitamina A 260.000,00 U/kg ; vitamina D3 65.000,00 UI/kg; vitamina E 445,00 UI/kg; vitamina K3 52,00mg/kg; ácido fólico (min) 13,00 mg/kg; vitamina B1 39,00mg/kg; vitamina B2 195,00 mg/kg; vitamina B6 (min) 52,00 mg/kg; vitamina B12 (min) 390,00; lisina (min) 26,00 g/kg; metionina (min) 9.800.000 mg/kg; Clorohidroxiquinolona (min) 600,00 mg/kg; Narasina + nicarbazina 360 mg/kg/ 960,00 mg/kg; fitase (min) 10.000,00 ftu/kg; umidade (máx) 120,00 g/kg; proteína bruta (min) 28,00 g/kg; extrato etéreo (min) 40,00 g/kg; matéria mineral (máx) 650,00 g/kg; fibra bruta (máx) 10,00 g/kg.

4.1.3. Desempenho zootécnico

O consumo de ração foi calculado a partir da quantidade de ração fornecida nos períodos de 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias subtraindo as sobras por unidade experimental, considerando-se número de aves mortas. A conversão alimentar foi calculada com base no consumo de ração em relação ao peso (kg) das aves, a mortalidade conforme a relação entre número de aves mortas no período e número inicial de aves expresso em percentual, conforme as fórmulas seguintes:

Consumo de ração (g/ave/dia) = $\frac{\text{ração fornecida} - \text{sobras}}{\text{nº de aves} / \text{período em dias}}$

Conversão alimentar = $\frac{\text{Consumo de ração (Kg)}}{\text{peso da ave (Kg)}}$

Mortalidade (%) = $\frac{\text{nº de aves mortas}}{\text{nº de aves total}} \times 100$

Viabilidade (%) = $100 - \% \text{ de mortalidade}$

Eficiência alimentar (%) = $1 / \text{conversão alimentar}$

Ganho médio diário (g) = $\frac{\text{peso vivo}}{\text{idade em dias}}$

Eficiência produtiva = $\frac{\text{ganho de peso diário (g)} \times \text{viabilidade (\%)}}{\text{conversão alimentar}} \times 100$

4.1.4. Rendimento de carcaça e peso de órgãos comestíveis

Aos 28, 35 e 42 dias de idade, amostras de 02 aves por grupo experimental foram escolhidas aleatoriamente (conforme peso médio da unidade experimental) para avaliação do rendimento de carcaça e peso de órgãos comestíveis, totalizando 12 aves por grupo experimental em cada idade.

As 60 aves selecionadas ficaram em jejum pré-abate por 6 horas e, logo após esse período, foram pesadas para determinação do peso ao abate. A insensibilização foi realizada por meio de um insensibilizador portátil individual desenvolvido para este estudo (Figura 3), sendo este acoplado a um transformador de tensão elétrica. Conforme sugerido por Ludtke et al. (2010), se deve passar a corrente elétrica com 55 volts de tensão através do cérebro da codorna por 4 a 5 segundos, causando imediata perda da consciência e insensibilidade à dor.



Figura 3. Insensibilizador individual portátil desenvolvido para eletronarcose em codornas.

Após realizados procedimentos normais de abate: insensibilização, sangria, escalda a 60 °C, depena e evisceração, foi realizada nova pesagem das aves para avaliar o rendimento de carcaça, conforme as seguintes fórmulas:

Peso vivo (g) = peso individual da ave em jejum obtido antes do abate

Carcaça eviscerada (g) = peso vivo – peso da ave limpa (sem cabeça, penas, pés, intestinos, vísceras comestíveis e órgãos reprodutivos)

Peito (g) = corte do peito (g)

Coxa e sobre coxa (g) = corte de coxas e sobrecoxas

Vísceras comestíveis (g) = peso de fígado + moela + coração

Carcaça eviscerada (%) = Carcaça eviscerada (g) / Peso vivo (g) * 100

Peito (%) = Peito (g) / Peso vivo (g) * 100

Coxa e sobre coxa (%) = Coxa e sobre coxa (g) / Peso vivo (g) * 100

Vísceras comestíveis (%) = Vísceras comestíveis (g) / Peso vivo (g) * 100

4.1.5. Parâmetros sanguíneos e peso de órgãos

A coleta de sangue ocorreu aos 14, 28 e 42 dias de idade das aves, a partir de 06 aves por grupo escolhidas aleatoriamente (1 ave por subgrupo, conforme peso médio da unidade experimental) para avaliação hematológica e bioquímica, bem como análise de órgãos.

Os animais foram anestesiados com associação de 0,05 mg de xilazina a 2% e 0,1 mg de cetamina antes da coleta e as análises foram realizadas com jejum

prévio de 8 horas. Após a coleta de sangue, as aves foram dessecadas para pesagem em balança analítica (Shimadzu: AUY220) de baço, fígado com vesícula biliar, timo, bolsa cloacal, moela, rins e aparelho reprodutivo, assim como foi feita a coleta de amostras em cassetes armazenados em solução de formol a 4% para posterior análises histológicas.

As amostras sanguíneas foram coletadas com agulhas de insulina (25 x 0,7 mm) e seringas de 3,0 ml, lubrificadas com EDTA (para provas hematológicas) e sem anticoagulante (para provas bioquímicas), por incisão abdominal e punção no coração. Em seguida, as amostras foram separadas em dois tubos de volume iguais: um com anticoagulante EDTA e outro sem anticoagulante para obtenção do soro após centrifugação.

Dos tubos sem anticoagulante foi separado amostra do soro sanguíneo para dosagem bioquímica de enzimas e metabólitos, conforme descrito por Macchi (2011). O soro foi obtido por meio de centrifugação do sangue, durante 5 minutos a 3000 rotações por minuto (rpm) na centrífuga (Centrilab: 802B15ml), aliquoteado e, em seguida, congelados à -20 °C para realização das seguintes análises bioquímicas:

a) *Aspartato aminotransferase (AST)* e *Alanina aminotransferase (ALT)*: para ensaio de cada enzima, 50 µL de amostra foi adicionada em 500 µL do respectivo reagente de trabalho (kit Labtest®). Após homogeneização em agitador (Phoenix: AP59), a amostra foi colocada no espectrofotômetro semiautomático (BioPlus 2000), para incubação e leitura em $\lambda = 340$ nm e o valor obtido foi expresso em U/L.

b) *Fosfatase alcalina (FAL)*: para ensaio da enzima, 10 µL de amostra foi adicionada em 500 µL do reagente de trabalho (kit Labtest®). Após homogeneização, a amostra foi colocada no espectrofotômetro semiautomático (BioPlus 2000), para incubação e leitura em $\lambda = 405$ nm e o valor obtido foi expresso em U/L.

c) *Glicose, Colesterol e Triglicerídeos*: para o ensaio de cada parâmetro, 10 µL de amostra foi adicionada em 1000 µL do reagente de trabalho (kit Labtest®). Após homogeneização, a amostra foi incubada em banho-maria a 37 °C durante 10 minutos. As absorbâncias foram determinadas em $\lambda = 505$ nm, em espectrofotômetro semiautomático (BioPlus 2000) e o valor obtido foi expresso em mg/dL.

4.2 ANÁLISE ECONÔMICA

A viabilidade econômica foi avaliada conforme adaptação da metodologia de Santos et al. (2011), de acordo os seguintes parâmetros e indicadores econômicos:

a) Custo operacional (CO): é o total de ração consumida em cada grupo experimental multiplicado pelo preço (R\$) do quilograma da ração experimental. É o investimento real para produzir aves considerando exclusivamente o custo com ração, sendo obtido a partir do cálculo do consumo médio de ração por ave em cada grupo durante todo o período experimental. Os valores obtidos foram multiplicados por 100 para possibilitar a análise da produção de um lote de 100 aves. O custo por quilograma de ração foi calculado conforme preço dos ingredientes na região (APÊNDICE C) e o custo das folhas de moringa não foi considerado devido a disponibilidade no local do experimento.

$$CO (R\$) = \text{Consumo total de ração/ave (kg)} \times \text{custo da ração (R\$/kg)} \times 100$$

b) Receita bruta (RB): é o rendimento em reais (R\$) que seria obtido com a venda oriunda da criação de um lote de 100 aves sem descontar o custo da alimentação. O peso vivo foi calculado a partir do peso médio por ave em cada grupo experimental, conforme idade avaliada. Foi considerado o preço médio de R\$ 10,00 por kg de codorna viva, de acordo a pesquisa de preço em mercados da região em dezembro de 2019.

$$RB (R\$) = \text{Produção de aves (kg)} \times \text{preço de venda (R\$/kg)}$$

c) Lucro operacional (LO) = é a receita líquida que seria obtida com a criação de um lote de 100 aves utilizando a alimentação em teste, indicando as condições econômicas e operacionais.

$$LO (R\$) = \text{Receita bruta (R\$)} - \text{Custo operacional (R\$)}$$

d) Margem de lucro (ML): é a porcentagem de receita que sobra ao descontar o custo com ração, considerando o preço de venda por quilograma de codorna viva e o peso vivo médio obtido por grupo experimental.

$$ML (\%) = (\text{Receita bruta R\$} - \text{Custo operacional R\$}) / \text{Custo operacional R\$}$$

e) Índice de rentabilidade: indica quanto cada R\$ 1,00 de custo com alimentação gera em termos de receita bruta.

$$IR (R\$) = \text{Receita bruta (R\$)} / \text{Custo operacional (R\$)}$$

f) Índice de lucratividade (IL) = indica a porcentagem de receita disponível após pagamento dos custos com a alimentação.

$$IL (\%) = \text{Lucro operacional (R\$/ Receita bruta (R\%)}$$

g) Preço de equilíbrio (PE) = é relação entre o custo do alimento e a produção de aves conforme a idade de abate, resultando no preço mínimo em R\$ por quilograma de peso vivo de ave produzida que é suficiente para cobrir os custos com alimentação.

$$PE (R\$/Kg) = \text{Custo operacional (R\$/ Produção de aves (kg)}$$

h) Ponto de nivelamento (PN): indica a produção mínima em quilograma de peso vivo ou em quantidade de aves que deve ser produzida com o alimento testado, suficiente para abonar despesas com alimentação de um lote de 100 aves, conforme o preço de venda adotado.

$$PN (R\$/ = \text{Custo operacional (R\$/preço de venda (R\$/kg de peso vivo)}$$

$$PN (n^{\circ} \text{ de Aves}) = (\text{Custo operacional (R\$/preço de venda (R\$/kg de peso vivo)}) / \text{Produção de aves (kg)} * 100$$

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de desempenho, rendimento de carcaça, peso de órgãos e parâmetros sanguíneos foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial, respeitados os pressupostos para realização da ANOVA, no programa estatístico *Infostat* versão 2019.1 (Di Rienzo et al., 2019). Os gráficos foram construídos com a média de cada grupo experimental. Adicionalmente, os dados de rendimento de carcaça foram submetidos a análise de variância seguindo um esquema fatorial 5x3x2, sendo 5 níveis de proteína de folha de moringa na ração (0; 1; 2; 3; 4; e 5%), 3 idades (28, 35 e 42 dias) e 2 sexos (macho e fêmea). Os dados de parâmetros sanguíneos e peso de órgãos foram analisados em esquema fatorial 5x3, considerando 5 níveis de proteína de folha de moringa (0; 1; 2; 3; 4; e 5%) e 3 idades (14, 28 e 42 dias). Quando houve interação dos fatores analisados, a comparação das médias no desdobramento foi realizada pelo teste de Tukey à 5% de significância. A avaliação da viabilidade econômica se realizou por meio análise de variância e teste de Tukey à 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E VIABILIDADE DA CRIAÇÃO

Conforme o manual da linhagem (GRANJA FUJIKURA, 2018), é indicado manter a temperatura média entre 30 e 36 °C e umidade em torno de 60% até 20 dias de idade na criação de codornas europeias de corte (*Coturnix coturnix*), parâmetros estes que foram mantidos durante a fase experimental inicial (Figura 4). A temperatura ambiental é um dos fatores que mais impactam no desempenho, sendo necessário manter o conforto térmico evitando frio durante o período inicial, bem como buscar meios físicos e alimentares, para amenizar o calor ambiental na fase adulta das aves. As temperaturas mínimas registradas coincidem com períodos da manhã durante o manejo das aves, o que pode ter influência de correntes de ar próximas ao equipamento de registro. Já as temperaturas máximas registradas ocorreram no período da tarde até aproximadamente 19 horas. A partir de 21 dias não foi utilizado aquecimento, onde a temperatura e umidade registradas refletem as condições ambientais.

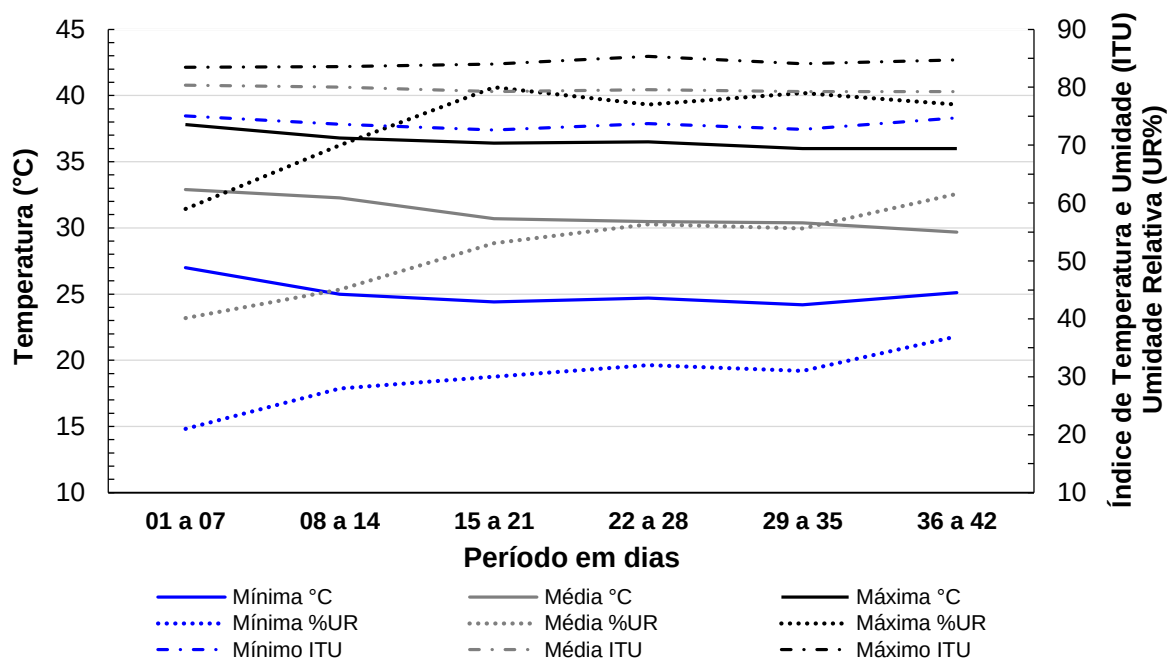


Figura 4. Temperatura do ar (°C), umidade relativa (UR%) do ar registradas e índice de temperatura e umidade (ITU) calculado no aviário do IFRN – Campus Ipanguaçu, durante o período experimental de 1 a 42 dias.

Após 21 dias de idade, a temperatura média é considerada fora da zona de conforto térmico para codornas (Figura 4), o que pode influenciar consideravelmente o desempenho zootécnico devido ao estresse por calor ambiental. Singh e Narayam (2002), indicam que a partir da quarta semana de idade é desejável 21 a 25°C e a umidade relativa do ar em torno de 60%. Conforme Souza et al. (2014), codornas mantidas em temperaturas fora do conforto, seja por frio ou calor na fase inicial (1 a 21 dias), não se recuperam mesmo que seja estabelecido o conforto térmico na fase final, assim como codornas mantidas em estresse por calor durante a fase final não conseguem expressar todo o potencial produtivo. Nestes casos, as aves não aproveitam adequadamente nutrientes dos alimentos ingeridos e ainda utilizam parte deste para manter a temperatura corporal em equilíbrio.

A temperatura e umidade relativa do ar (UR) são fatores que interferem no desempenho produtivo e bem-estar das aves. Em condições de bem-estar pobre, as aves respondem com alterações fisiológicas caracterizadas por elevada taxa cardíaca, aumento na liberação de corticosterona e de catecolaminas, anormalidades da adrenal e imunossupressão (NORDI et al., 2007; ROSA et al., 2011).

O índice de temperatura e umidade (ITU) mínimo, conforme a equação proposta por Thom (1959), manteve-se superior a 72 durante todo o período experimental e atingiu o valor máximo de 85 no período de 22 a 28 dias de idade das codornas (Figura 4). Segundo Medeiros et al. (2005), a intensidade de participação de cada variável térmica ambiental na composição de um índice de conforto é diferente para cada espécie animal, em razão de diferenças fisiológicas correspondentes. Ainda assim, com baixa sensibilidade, o índice de temperatura e umidade (ITU) pode ser usado para prever a qualidade de um ambiente térmico para as aves.

Oliveira et al. (2006b) considera o ITU para aves como: < 74 , conforto térmico adequado; $74 \leq 79$, ambiente quente no qual se inicia o desconforto térmico; $79 \leq 84$, condições ambientais muito quentes, indicando perigo e podendo trazer consequências graves à saúde; > 84 : indica condição extremamente quente, com risco muito grave à saúde. De acordo com o ITU (Figura 4), a situação de desconforto térmico durante a fase experimental ocorreu após 21 dias de idade, pois de 1 a 20 dias as codornas foram mantidas em condições de aquecimento por serem sensíveis ao frio na fase inicial.

No presente estudo, houve mortalidade em todos os níveis de inclusão de proteína de folha de *Moringa oleifera* (FMO) avaliados e fases de criação (Tabela 4). Observou-se que a maioria das mortes, exceto ao nível 2%, ocorreram na fase inicial de 1 a 21 dias. A maior taxa de mortalidade ocorreu ao nível de 0% de FMO, com ligeiro aumento nos níveis de 3 e 4%, possivelmente ocorrendo interferência positiva do alimento sobre os níveis 1 e 2%. Exceto ao nível 0 e 3% de FMO, todos os níveis avaliados apresentaram viabilidade superior a 95%, como preconizado pelo manual da linhagem (GRANJA FUJIKURA, 2018).

Tabela 4. Viabilidade (%) de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) no período de 1 a 42 dias de idade, alimentandas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%).

Idade (dias)	Nível de proteína bruta de FMO (%)					Média
	0%	1%	2%	3%	4%	
01 a 07	100,00	100,00	100,00	98,61	100,00	99,72
08 a 14	97,22	97,22	100,00	98,61	98,72	98,34
15 a 21	98,61	100,00	100,00	100,00	98,61	99,45
22 a 28	100,00	100,00	100,00	97,22	100,00	99,45
29 a 35	98,61	100,00	100,00	100,00	100,00	99,72
36 a 42	98,61	100,00	97,22	100,00	98,61	98,11
Mortalidade 01 a 42 (%)	6,94	2,78	2,78	5,56	4,06	4,43
Viabilidade 01 a 42 (%)	93,06	97,22	97,22	94,44	95,94	95,57

A mortalidade pode ter sido influenciada por oscilações de conforto térmico durante o período inicial, pois nesta fase as aves ainda não conseguem regular a temperatura corporal. No entanto, mesmo que temperaturas altas registradas a partir de 21 dias não propiciaram condições adequadas para sobrevivência das aves, houve redução de mortes nos níveis 1% e 2% de FMO, significando possível melhora das respostas fisiológicas ao desconforto térmico ambiental, uma vez que vários autores relataram a presença de compostos bioativos na *Moringa oleifera*. Ochi et al. (2015), avaliando o efeito da inclusão de 0%, 0,5%, 1% e 2% de sementes de moringa sobre desempenho e características de carcaça de frangos Ross, não observaram mortes até 42 dias de idade em condições ambientais de conforto que diferem do presente estudo.

5.2 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

O desempenho zootécnico foi avaliado por meio do consumo de ração, peso vivo e ganho de peso para o período de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias de idade (Tabela 5). Não houve efeito significativo para consumo de ração. A inclusão de moringa provocou algumas alterações na ração como maior intensidade de cor (Anexo G) e odor, porém, não foi suficiente para causar efeito significativo ($P < 0,05$) no consumo de ração, não havendo influência na ingestão de moringa. Alguns autores sugerem que aves dispõem de poucas papilas gustativas, porém outros concordam que o alimento tem sabor perceptível por estas (OLIVEIRA, 2018). Foidl et al. (2003) citam eventual necessidade de um período de adaptação para que a moringa possa ser utilizada na alimentação, situação que não ocorreu neste estudo, pois as aves receberam rações experimentais desde o primeiro dia de vida.

Tabela 5. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre desempenho de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) conforme idade de 1 até 42 dias.

FMO (%)	CR (g/ave/dia) ⁴			PV (g/ave) ⁵		GP (g/ave/período) ⁶		
	Idade (dias)			Idade (dias)		Idade (dias)		
	1 a 21	22 a 42	1 a 42	1 a 21	1 a 42	1 a 21	22 a 42	1 a 42
0%	13,62	25,41	19,18	144,77	241,08	135,30	96,32	231,61
1%	14,22	24,84	19,19	141,03	244,49	131,59	103,46	235,05
2%	13,98	25,92	19,37	138,23	235,77	128,67	97,54	226,21
3%	14,19	25,24	19,28	140,81	245,05	131,20	104,40	235,60
4%	14,10	23,59	19,99	135,13	223,00	125,77	88,29	214,07
Média	14,57	24,23	19,40	139,99	237,97	130,51	97,97	228,48
CV ¹	4,17	5,78	4,43	4,24	5,57	4,54	10,97	5,75
Regressão	P-valor							
L ²	0,141	0,212	0,124	0,009	0,040	0,008	0,279	0,038
Q ³	0,199	0,148	0,215	0,033	0,030	0,032	0,062	0,030

¹CV - Coeficiente de variação (%); ²L (regressão linear) e ³Q (regressão quadrática) quando $P < 0,05$; ⁴CR: consumo de ração; ⁵PV - peso vivo: "1-21" $y = -1,9489x + 145,84$ ($R^2 = 0,74$); "1-42" $y = -2,2894x^2 + 10,261x + 232,36$ ($R^2 = 0,61$); ⁶GP - ganho de peso: "1-21" $y = -1,9434x + 136,34$ ($R^2 = 0,75$); "1-42" $y = -2,2537x^2 + 10,053x + 223,11$ ($R^2 = 0,61$).

Houve efeito linear decrescente para peso vivo e ganho de peso até 21 dias ($P < 0,05$) conforme aumentou o nível de moringa na ração (Tabela 5). Neste período há um intenso esforço do organismo das aves para desenvolvimento de órgãos,

tecidos e músculos, sendo necessário maior aporte de nutrientes na alimentação. Mesmo as rações experimentais sendo isonutritivas, houve aumento da quantidade de fibras conforme acréscimo do nível de moringa (Tabela 3), havendo maior trabalho para o organismo das aves, ainda em desenvolvimento, digerir nutrientes.

Jiménez-Moreno et al. (2010), utilizando diferentes níveis de fibras na alimentação de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, relataram que aves necessitam uma quantidade mínima de fibras para manter a atividade normal da moela e do trato gastrointestinal, influenciando na melhora do ganho de peso e conversão alimentar. Apesar que as codornas até 21 dias de idade não apresentaram boa capacidade para digerir o aumento das fibras, o efeito linear decrescente do peso e ganho de peso ocorrido com inclusão de níveis de moringa ainda permaneceu acima do peso máximo (120 g) estimado pelo manual da linhagem (GRANJA FUJIKURA, 2018).

Aos 42 dias de idade houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para peso vivo e ganho de peso, sugerindo que após 21 dias as aves conseguiram aproveitar melhor a dieta com inclusão de moringa. Castillo et al. (2018), avaliando diferentes níveis de moringa com e sem antibiótico em codornas japonesas até 35 dias de idade, constataram que a inclusão até 14% de folhas de moringa na ração (semelhante ao nível 3% neste estudo) não afetou peso vivo e ganho de peso.

Duarte et al. (2013), explicam que codornas apresentam diferenças morfológicas nos cecos, tais como superfície de mucosa mais desenvolvida, de modo que a ingestão de dietas com alto teores de fibra promove aumento da taxa de proliferação celular e, conseqüentemente, do tamanho do intestino. De acordo com Bertechini (2013), as aves adultas são capazes de digerir até 10% de fibra bruta na ração, principalmente no ceco, sendo que o nível máximo neste estudo para a período total foi inferior a 6%.

De maneira geral, o peso vivo em todos os níveis avaliados permaneceu abaixo para codornas europeias conforme preconizado pela Granja Fujikura (2018), que informa pesos entre 250 a 280 gramas aos 42 dias de idade. Assim, reforça-se que ocorreu interferência do estresse por calor ambiental, pois a temperatura média ambiental manteve-se superior a 29 °C e influenciou no aproveitamento dos nutrientes, visto que não houve diferença quanto ao consumo de ração entre níveis de inclusão de moringa na ração (Tabela 6).

Resultados semelhantes para peso vivo ($276,50 \pm 7,87$) e ganho de peso ($225,45 \pm 3,69$) foram encontrados por Barbosa et al. (2017), avaliando desempenho de codornas europeias aos 35 dias. Contudo, Jordão Filho et al. (2017) encontraram peso vivo inferior na dieta de referência ($225,38 \pm 8,85$) para codornas europeias aos 42 dias comparado a este estudo.

Conforme curvas ajustadas dos gráficos e derivação das equações geradas para peso vivo aos 42 dias e ganho de peso no período total avaliado (Figura 5), o nível máximo de FMO que não interferiu negativamente no desempenho corresponde a 2,24 e 2,23%, respectivamente. Nas condições em que ocorreu este estudo, a partir destes níveis calculados ocorreu decréscimo do peso vivo e do ganho de peso.

Os índices zootécnicos para períodos de crescimento (1 a 21 e 22 a 42 dias de idade) e períodos totais conforme idade ao abate (28, 35 e 42 dias) tiveram efeito significativo para conversão alimentar, eficiência alimentar e ganho médio diário com aumento do nível de moringa na ração (Tabela 6). Ocorreu efeito linear crescente, piorando a conversão alimentar conforme aumentou o nível de moringa na ração considerando os períodos até 21, 28 e 35 dias.

Conforme curvas ajustadas dos gráficos e derivação das equações geradas para conversão alimentar no período 22 a 42 e 1 a 42 dias (Figura 6), a inclusão em até 2,61 e 2,15%, respectivamente, resultou em melhora na conversão alimentar. Castillo et al. (2018) avaliando inclusão de moringa na ração de codornas japonesas no período de 1 a 35 dias encontraram piora na conversão alimentar conforme aumento de moringa na ração.

Entretanto, Banjo (2012) avaliou dietas com 0, 1, 2 e 3% de inclusão da moringa em frangos de corte e encontrou melhora significativa na conversão alimentar quando comparadas à dieta controle, indicando que a moringa pode ser utilizada até o nível de 3% de inclusão sem efeito negativo sobre o crescimento das aves. Alabi et al. (2017) avaliando o extrato aquoso de folhas de *Moringa oleifera* na água de frangos Hubbard, constataram que até 90 ml/litro reduziu a ingestão de ração em 12,83% e ocorreu melhora da conversão alimentar em 9,11% quando comparado ao nível sem moringa.

Tabela 6. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre índices zootécnicos de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) conforme idade de 1 até 42 dias.

FMO (%)	Conversão Alimentar					Eficiência Alimentar					Ganho médio diário			Eficiência produtiva		
	Idade (dias)					Idade (dias)					Idade (dias)			Idade (dias)		
	01-21	01-28	01-35	22-42	01-42	01-21	01-28	01-35	22-42	01-42	1-28	1-35	1-42	1-28	1-35	1-42
0%	2,19	2,51	2,88	5,31	3,48	45,60	39,82	34,79	18,94	28,76	6,67	6,32	5,74	16,05	17,12	18,55
1%	2,36	2,62	3,00	4,83	3,43	42,48	38,23	33,44	20,83	29,16	6,47	6,05	5,82	16,49	17,61	19,42
2%	2,37	2,73	3,13	5,23	3,60	42,27	36,75	32,18	19,21	27,84	6,29	5,79	5,61	17,11	17,73	19,65
3%	2,37	2,69	3,08	4,81	3,44	42,33	37,19	32,50	20,84	29,08	6,47	5,95	5,83	16,20	17,05	18,98
4%	2,45	2,78	3,09	6,07	3,92	40,82	36,09	32,46	16,60	25,51	6,17	5,73	5,32	16,65	17,19	20,01
Média	2,35	2,67	3,04	5,25	3,58	42,70	37,62	33,07	19,28	28,07	6,41	5,97	5,67	16,50	17,34	19,32
CV ¹	5,53	5,27	6,44	11,60	6,43	5,47	5,11	6,43	11,04	6,16	4,56	7,96	5,57	6,66	7,22	8,05
Regressão					P-valor											
L ²	0,0007	0,0003	0,0486	0,0572	0,0014	0,0006	0,0003	0,0320	0,1163	0,0035	0,0056	0,0364	0,0399	0,5277	0,7985	0,2201
Q ³	0,0019	0,0009	0,0528	0,0009	0,0002	0,0013	0,0006	0,0415	0,0044	0,0019	0,0214	0,0861	0,0299	0,5531	0,7301	0,4644

¹CV - Coeficiente de variação (%); ²L (regressão linear) e ³Q (regressão quadrática) quando P<0,05;

Conversão alimentar: “1-21” y = 0,0532x + 2,1892 (R² = 0,80); “1-28” y = 0,0601x + 2,485 (R² = 0,85); “1-35” y = 0,0492x + 2,8884 (R² = 0,63); “22-42” y = 0,19x2 - 0,9914x + 6,1339 (R² = 0,70); “1-42” y = 0,0527x2 - 0,2268x + 3,6775 (R² = 0,70); Eficiência alimentar: “1-21” y = -0,0097x + 0,4562 (R² = 0,77); “1-28” y = -0,0085x + 0,4017 (R² = 0,85); “1-35” y = -0,0056x + 0,3475 (R² = 0,69); “22-42” y = -0,0064x2 + 0,0339x + 0,1618 (R² = 0,66); “1-42” y = -0,0038x2 + 0,0164x + 0,2737 (R² = 0,69); Ganho médio diário: “1-28” y = -0,1006x + 6,7142 (R² = 0,68); “1-35” y = -0,1267x + 6,7142 (R² = 0,74); “1-42” y = -0,0545x2 + 0,2443x + 5,5325 (R² = 0,61).

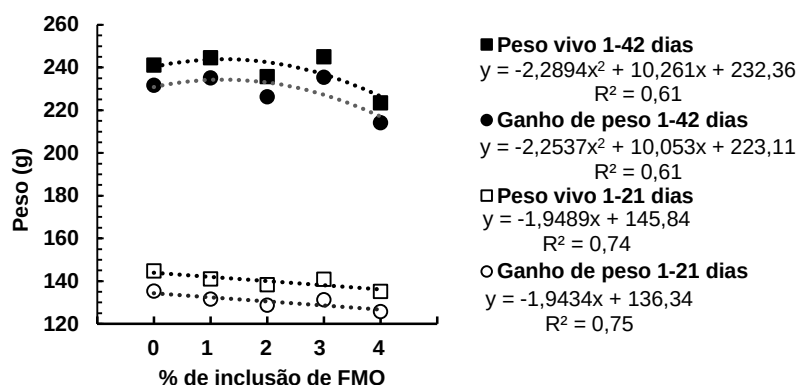


Figura 5. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre desempenho de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) de 1 a 21 dias e 1 a 42 dias de idade.

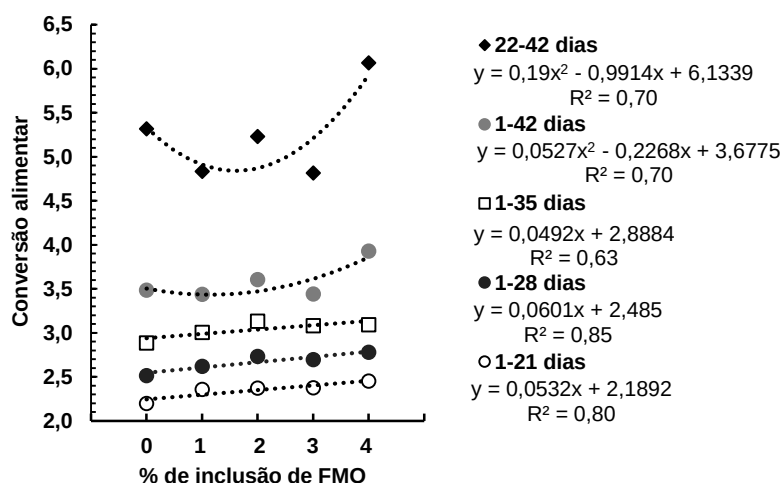


Figura 6. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre conversão alimentar de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) conforme períodos de idade de 1 até 42 dias.

O índice de eficiência alimentar teve os mesmos efeitos nos períodos avaliados (Figura 7) comparados a conversão alimentar (Figura 6), conforme aumenta a conversão alimentar a eficiência alimentar reduz. A inclusão de moringa diminui a capacidade de codornas europeias aproveitarem os nutrientes ingeridos até 35 dias de idade. O efeito quadrático (Figura 7) indica melhoria da eficiência alimentar com inclusão até 2,58% de proteína de folha de moringa de 22 a 42 dias ou 2,16% no período 1 a 42 dias de idade para codornas europeia.

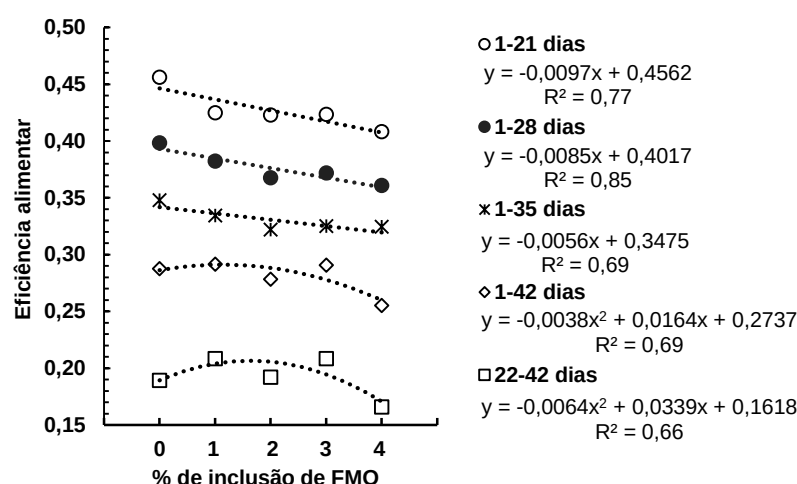


Figura 7. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre eficiência alimentar de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) conforme períodos de idade de 1 até 42 dias

Aos 28 e 35 dias de idade ocorreram menores ganhos diários e a inclusão de moringa provocou efeito decrescente, porém, aos 42 dias ocorreu efeito quadrático e, conforme derivação da equação ajustada do gráfico (Figura 8), até 2,24% de nível de moringa na ração promoveu o maior ganho médio diário. As codornas demonstraram ser aves bastante precoces, que aos 15 dias de idade iniciam o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, inclusive sendo possível observar o dimorfismo sexual. Na criação de lotes mistos, o início da maturidade sexual pode comprometer o ganho de peso, por esta razão, avaliaram-se os índices considerando o período total de 28, 35 e 42 dias para abate.

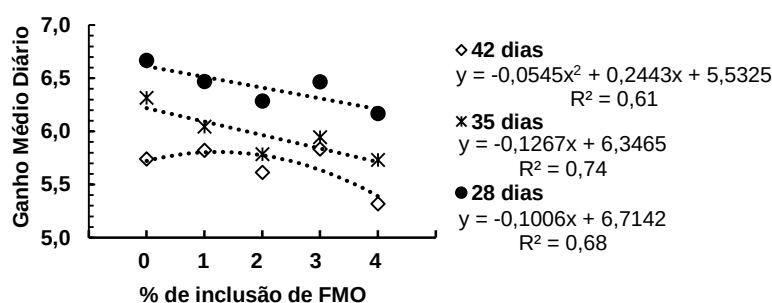


Figura 8. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre ganho médio diário de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) aos 28, 35 e 42 dias de idade.

Não foi observado efeito significativo sobre a eficiência produtiva nos períodos de 28, 35 e 42 dias, idade em que as aves já apresentam condições físicas para abate. A eficiência produtiva (Tabela 6) é um índice zootécnico que permite mensurar o desempenho zootécnico de um lote considerando a mortalidade e a conversão alimentar. Mesmo sendo influenciado em grande parte pela conversão alimentar, não apresentou diferenças com a inclusão de moringa, possivelmente devido a menor mortalidade ocorrida entre os níveis com inclusão de proteína de folha de *Moringa oleifera* (Tabela 4).

Pesquisas realizadas por Teteh et al. (2013) encontraram aumento do peso de frangos de corte alimentados com dietas contendo 1% e 2% de folha de moringa sobre a ração, em relação a dieta controle. Abu Hafsa et al. (2019) avaliando a inclusão de folhas de *Moringa oleifera* (0; 0,5; 1,0; e 5,0% sobre a composição da ração) na alimentação de frangos Cobb observaram aumento do peso vivo com 1% de folha de moringa na ração. No referido estudo, ocorreu também diminuição no consumo de ração, que pôde ser explicado pela palatabilidade prejudicada devido à presença de maior quantidade de taninos condensados quando a *Moringa oleifera* foi suplementada acima de 1%, situação que não foi verificada neste estudo.

Por outro lado, a suplementação de *Moringa oleifera* na dieta diminuiu o peso vivo e o ganho médio diário, mas aumentou a conversão alimentar em frangos de corte (CUI et al., 2018) e em codornas japonesas (CASTILLO et al., 2018). Abu Hafsa et al. (2019) indicam o nível de 1% de folha de moringa na ração para melhorar o desempenho em frangos de corte. Diferentemente do que ocorreu neste estudo, em que o nível 2,24% calculado pelas curvas ajustadas, que representa quantidade superior a 8% de folhas de moringa sobre a composição da ração, podem melhorar peso vivo, ganho de peso, conversão alimentar e o ganho médio diário de 1 a 42 dias sem interferência no consumo de ração.

Ainda de acordo com Abu Hafsa et al. (2019), esse resultado pode ser atribuído ao alto teor de polifenóis, flavonóides e aminoácidos e baixo teor de taninos em uma dieta que foi metabolizada eficientemente para o crescimento. No entanto, efeitos negativos de níveis mais altos de moringa podem ser atribuídos ao conteúdo de certos compostos fitoquímicos (fenóis, alcaloides e taninos).

5.3 RENDIMENTO DE CARÇA E VÍSCERAS COMESTÍVEIS

A inclusão de folha de moringa na alimentação de codornas europeias provocou efeito significativo sobre características de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa (Tabela 7). Não houve efeito significativo entre níveis de *Moringa oleifera* e vísceras comestíveis (fígado, moela, coração). A idade influenciou significativamente em todas as características avaliadas, independentemente do sexo e do nível de moringa, e todas as variáveis aumentaram de peso conforme avanço da idade. Entre sexos, machos e fêmeas diferem em todas as características, exceto peso de peito (g). Ocorreu interação significativa entre nível de moringa e sexo, bem como para idade e sexo.

Tabela 7. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre idade (I) e sexo (S) em variáveis de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa e vísceras comestíveis (moela, coração e fígado) de codornas europeias (*Coturnix coturnix*).

	Peso vivo (g)	Carcaça eviscerada (g)	Peito (g)	Coxa e sobrecoxa (g)	*Vísceras comestíveis (g)
Nível de proteína bruta de FMO (%)					
0%	225,09 ^a	158,59 ^a	63,79 ^a	37,01 ^a	11,58
1%	214,23 ^{ab}	154,80 ^{ab}	62,36 ^{ab}	36,38 ^a	11,50
2%	207,75 ^{ab}	145,52 ^b	57,44 ^{bc}	34,20 ^{ab}	11,55
3%	208,03 ^{ab}	146,69 ^{ab}	59,01 ^{abc}	34,86 ^b	11,65
4%	204,79 ^b	142,97 ^b	56,50 ^c	34,04 ^b	11,69
Idade (I)					
28 dias	174,25 ^c	126,17 ^c	49,20 ^c	30,79 ^c	9,66 ^b
35 dias	215,28 ^b	153,65 ^b	62,25 ^b	36,02 ^b	11,83 ^a
42 dias	247,78 ^a	170,17 ^a	68,36 ^a	39,24 ^a	13,34 ^a
Sexo (S)					
Fêmeas	224,43 ^a	154,31 ^a	60,94	36,33 ^a	12,66 ^a
Machos	201,22 ^b	145,80 ^b	58,88	34,41 ^b	10,66 ^b
Média	212,04	149,77	59,84	35,31	11,59
CV	20,28	18,16	20,66	16,46	23,58
ANOVA					
	P-valor				
FMO	0,0247	0,0032	0,0035	0,0216	0,8866
I	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
S	<0,0001	0,0016	0,0743	0,0034	<0,0001
FMO x S	0,0237	0,0074	0,0243	0,0196	0,0010
I x S	<0,0001	0,0003	0,0227	0,0022	<0,0001
FMO x I	0,2753	0,2922	0,6264	0,3059	0,0830

CV - Coeficiente de variação (%); Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). *Duncan.

Características de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa de codornas que não consumiram moringa (nível 0%), independentemente de idade e sexo, diferiram pelo teste Tukey ($P < 0,05$) das aves que consumiram 4% de proteína de folha de moringa, não ocorrendo diferenças significativas nos níveis intermediários de inclusão (1, 2 e 3%).

No desdobramento da interação entre nível de moringa e sexo (Tabela 8) observou-se que fêmeas obtiveram maior peso vivo, de carcaça eviscerada e vísceras comestíveis quando comparadas aos machos. Em relação ao peso de peito, machos apresentaram maior peso nos níveis 2 e 4% e não houve diferença significativa para esta variável no nível 3%. O peso de coxa e sobrecoxa foi maior em fêmeas com exceção do nível 4%, que não diferiu nos machos.

Analisando o peso vivo, carcaça eviscerada e peito em cada nível, as fêmeas que não consumiram moringa foram mais pesadas (0%) e, em seguida no nível 2%, porém o peso de carcaça eviscerada no nível 3% não diferiu do nível 2%. As coxas e sobrecoxas não diferiram nos níveis 0, 2 e 3% e o peso de vísceras foi maior no nível 2%. Estes resultados conduziram a possibilidade de inclusão até 2% de moringa para fêmeas considerando que coxas e sobrecoxas não diferiram do nível 0%.

Em relação aos machos, foi obtido maior peso vivo, peito, coxa e sobrecoxas no nível 1%, seguidos pelo nível sem moringa. A carcaça eviscerada de machos não diferiu do nível sem inclusão de moringa e as vísceras comestíveis foram mais pesadas no nível 1 e 4%. De maneira geral, apesar de que carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa nos níveis 3 e 4% apresentaram melhora em relação ao nível 2%, o nível 1% para machos apresentou comportamento melhor em termos de peso das características avaliadas.

Quanto à interação idade e sexo (Tabela 8), o desdobramento demonstrou que machos e fêmeas não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) nas características avaliadas aos 28 dias e 35 dias de idade, com exceção das vísceras comestíveis que diferem com 35 e 42 dias de idade. O peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobre coxa de machos não aumentou após 35 dias de idade e ocorreu redução do peso das vísceras comestíveis.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre sexo e idade em variáveis de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa e vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) de codornas europeias (*Coturnix coturnix*).

		Peso vivo (g)		Carcaça eviscerada (g)		Peito (g)		Coxa e sobrecoxa (g)		Vísceras comestíveis (g)	
		Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
0%	FMO (%)	242,08 ^{Aa}	206,10 ^{Bb}	164,69 ^{Aa}	151,77 ^{Ab}	66,04 ^{Aa}	61,27 ^{Bb}	38,32 ^{Aa}	35,55 ^{Bb}	13,20 ^{Ba}	9,76 ^{Cb}
1%		211,53 ^{Ca}	215,76 ^{Ab}	147,38 ^{Ca}	158,99 ^{Ab}	59,10 ^{Cb}	64,20 ^{Aa}	34,86 ^{Ba}	37,23 ^{Ab}	11,82 ^{Ca}	11,32 ^{Ab}
2%		224,25 ^{Ba}	191,25 ^{Cb}	155,14 ^{Ba}	135,91 ^{Cb}	61,10 ^{Ba}	53,79 ^{Cb}	36,10 ^{Aa}	32,29 ^{Cb}	13,12 ^{Aa}	9,97 ^{Cb}
3%		222,66 ^{Ca}	194,22 ^{Db}	154,22 ^{Ba}	139,58 ^{Bb}	61,52 ^{Ca}	56,64 ^{Ba}	36,59 ^{Aa}	33,23 ^{Bb}	12,71 ^{Ba}	10,64 ^{Bb}
4%	Sexo	216,03 ^{Da}	195,32 ^{Db}	146,78 ^{Ca}	139,76 ^{Bb}	55,60 ^{Db}	57,26 ^{Ba}	35,13 ^{Ba}	33,12 ^{Ba}	12,13 ^{Ca}	11,31 ^{Ab}
28 dias	Idade	176,01 ^{Ca}	172,24 ^{Ba}	127,21 ^{Ca}	124,98 ^{Ba}	49,48 ^{Ca}	48,88 ^{Ba}	31,25 ^{Ca}	30,27 ^{Ba}	9,82 ^{Ca}	9,47 ^{Ca}
35 dias		221,44 ^{Ba}	213,04 ^{Aa}	153,58 ^{Ba}	153,67 ^{Aa}	61,59 ^{Ba}	62,49 ^{Aa}	35,78 ^{Ba}	36,11 ^{Aa}	13,33 ^{Ba}	11,29 ^{Ab}
42 dias		270,06 ^{Aa}	213, 88 ^{Ab}	179,43 ^{Aa}	156,09 ^{Ab}	71,13 ^{Aa}	64,16 ^{Ab}	41,23 ^{Aa}	36,22 ^{Ab}	14,95 ^{Aa}	10,89 ^{Bb}
Média		224,43	201,22	154,31	145,80	60,94	58,88	36,33	34,41	12,66	10,66
CV ¹		22,96	15,02	19,82	15,98	23,42	17,66	17,32	15,19	24,65	18,02
Regressão		P-valor									
L ²		0,2349	0,0378	0,1716	0,0068	0,0750	0,0301	0,0750	0,0135	0,5287	0,1284
Q ³		0,3980	0,1112	0,3721	0,0226	0,2070	0,0662	0,4780	0,0441	0,8160	0,3165

Médias seguidas de letras distintas na coluna ou na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), Carcaça eviscerada macho: $y = -4,343x + 158,23$ $R^2 = 0,50$; Peito macho: $y = -1,558x + 63,306$ $R^2 = 0,36$; Coxa e sobrecoxa macho: $y = -0,886x + 36,942$ $R^2 = 0,47$.

¹CV - Coeficiente de variação (%); ²L (regressão linear) e ³Q (regressão quadrática) quando $P < 0,05$.

Segundo Silva et al. (2012a), o pico máximo de crescimento de codornas ocorre aos 27 dias, sendo o período de maior deposição de proteína e água na carcaça. Em seguida, a taxa de crescimento diminui e o ganho passa a ter retorno progressivamente decrescente, com aumento da deposição de gordura em vísceras, retenção de nutrientes no ovário-oviduto e da exigência de energia dietética. Aos 35 dias o peso de codornas europeias se aproxima a 200g, entretanto fêmeas apresentam peso 10% maior que machos da sexta a oitava semana de vida, sugerindo que fêmeas devem ser abatidas mais jovens para evitar maiores perdas com descarte de órgãos reprodutivos. Tal situação não se observou neste estudo, pois as fêmeas demonstraram aumento de peso após 35 dias, diferentemente dos machos.

Alabi et al. (2017) avaliando o extrato aquoso de folhas de *M. oleífera* na água de frangos Hubbard, encontraram que até 90 ml/litro ocorreu similaridade no peso da coxa e não houve diferenças significativas em todas as outras características da carcaça avaliadas. Abu Hafsa et al. (2019) avaliando a inclusão de folhas de *M. oleífera* (0; 0,5; 1,0 e 5,0 kg / 100 kg de ração) na alimentação de frangos Cobb constataram melhora no rendimento de carcaça.

A análise de regressão, considerando machos, fêmeas e mistos em cada idade (Tabela 9) não apresentou efeito significativo da inclusão da moringa sobre o peso vivo e peso de carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa para fêmeas em nenhuma idade avaliada. Houve efeito significativo linear decrescente para machos aos 35 dias de idade sobre carcaça eviscerada, coxa e sobrecoxa, e efeito linear crescente para vísceras comestíveis conforme aumentou o nível de moringa na ração (Figura 9).

Houve efeito quadrático sobre o peso de peito em que, conforme derivação da equação, ocorreu menor peso ao nível 3,61% de inclusão de moringa. Aos 42 dias de idade, os machos não apresentaram nenhum efeito significativo com a inclusão de moringa sobre as características avaliadas. Também foi observado efeito significativo avaliando machos e fêmeas juntos sobre peso vivo aos 28 dias, peso de carcaça eviscerada e peito aos 28 e 35 dias e peso de coxa e sobrecoxa aos 28 dias. Dessa forma, concluiu-se que a inclusão de moringa influenciou negativamente os machos entre 28 e 35 dias de idade.

Tabela 9. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre variáveis de peso vivo, carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa e vísceras comestíveis de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) abatidas aos 28, 35 e 42 dias de idade.

FMO (%)		Peso vivo (g)			Carcaça eviscerada (g)			Peito (g)			Coxa e sobrecoxa (g)			Vísceras comestíveis (g)		
		Idade (dias)			Idade (dias)			Idade (dias)			Idade (dias)			Idade (dias)		
		28	35	42	28	35	42	28	35	42	28	35	42	28	35	42
0%	Fêmeas	184,83	233,73	283,96	133,96	162,80	186,02	51,04	67,17	75,54	32,27	36,44	43,20	10,04	14,22	14,86
1%		184,07	183,15	274,00	134,20	131,55	179,02	53,54	53,70	71,49	33,23	31,21	40,05	9,66	10,51	16,04
2%		174,72	251,24	269,28	126,91	167,35	182,16	49,37	64,01	73,25	30,26	39,46	41,34	9,93	15,60	15,71
3%		171,87	234,77	256,21	124,02	162,37	173,82	47,76	67,90	69,44	31,46	38,08	39,88	9,54	14,29	14,50
4%		164,99	200,24	266,55	117,05	140,75	174,85	45,7	53,31	65,05	29,34	33,48	40,81	9,92	11,72	14,19
CV ¹		14,41	16,36	11,00	16,13	14,93	9,63	16,56	17,83	17,01	15,74	13,84	8,90	13,47	21,09	15,31
Regressão								P-valor								
L ²		0,115	0,749	0,101	0,097	0,677	0,136	0,122	0,436	0,089	0,235	0,960	0,141	0,841	0,752	0,403
Q ³		0,292	0,822	0,191	0,247	0,874	0,330	0,272	0,721	0,220	0,493	0,800	0,212	0,917	0,815	0,375
0%	Machos	178,79	224,45	211,79	131,49	166,44	153,19	51,61	67,63	63,62	31,23	38,83	35,44	9,21	10,17	9,80
1%		184,52	221,12	233,18	134,64	159,72	176,44	52,38	64,82	72,38	32,68	37,25	40,63	9,62	11,54	12,35
2%		167,74	203,28	188,41	121,06	144,76	131,84	45,32	57,36	54,14	29,56	34,84	29,90	8,97	11,15	8,66
3%		162,78	210,22	209,09	116,86	150,32	152,83	46,41	61,56	62,37	28,68	34,71	37,85	9,37	11,53	10,53
4%		165,89	207,41	212,27	119,57	148,54	150,31	47,51	61,67	61,98	28,95	35,23	34,63	10,01	11,94	11,85
CV ¹		12,20	10,22	14,17	13,44	10,49	16,69	13,81	10,77	18,12	12,98	10,70	16,94	14,73	14,29	21,79
Regressão								P-valor								
L ²		0,079	0,057	0,381	0,053	0,009	0,221	0,105	0,041	0,246	0,092	0,020	0,324	0,462	0,046	0,924
Q ³		0,220	0,104	0,595	0,155	0,009	0,454	0,220	0,012	0,475	0,246	0,026	0,596	0,653	0,121	0,791
0%	Machos e Fêmeas	181,81	227,55	265,92	132,72	165,23	177,82	51,33	67,48	72,56	31,75	38,03	41,26	9,63	11,52	13,59
1%		184,29	211,63	246,78	134,42	152,68	177,30	52,96	62,04	72,08	32,96	35,74	40,44	9,64	11,28	13,58
2%		172,40	215,27	235,58	124,96	150,41	161,19	48,02	59,02	65,29	30,03	35,99	36,58	9,61	12,26	12,77
3%		167,33	216,35	243,36	120,44	153,33	168,10	47,09	63,15	67,51	30,07	35,56	39,33	9,45	12,22	13,41
4%		165,44	205,62	246,81	118,31	146,59	165,93	46,61	59,58	63,94	29,15	34,79	38,56	9,97	11,89	13,34
CV ¹		13,38	12,23	16,39	14,86	11,70	14,06	15,24	12,83	17,99	14,53	11,49	13,65	14,05	18,38	22,87
Regressão								P-valor								
L ²		0,018	0,104	0,261	0,011	0,024	0,134	0,024	0,043	0,055	0,046	0,077	0,183	0,689	0,403	0,805
Q ³		0,063	0,260	0,184	0,041	0,054	0,246	0,080	0,057	0,157	0,135	0,185	0,208	0,779	0,620	0,896

¹CV - Coeficiente de variação (%); ²L (linear) e ³Q (quadrática) quando P<0,05; ⁴Vísceras comestíveis (coração, moela e fígado), Machos35: Carcaça eviscerada y=-4,52x+167,52(R²=0,65); Peito y=1,25x²-9,018x+75,912(R²=0,75); Coxa e sobrecoxa y=-0,974x+39,094(R²=0,73); Vísceras comestíveis y=0,353x+10,207(R²=0,69); Machos e fêmeas: Peso vivo28 y=-4,97x+189,16(R²=0,86); Carcaça eviscerada35 y=-4,28x+139,01(R²=0,88); Carcaça eviscerada28 y=-3,663x+164,64(R²=0,69); Peito35 y=-1,469x+66,661(R²=0,47); Peito28 y = -1,531x + 53,795(R²=0,75); VC35 y=-0,809x+33,219(R²=0,70).

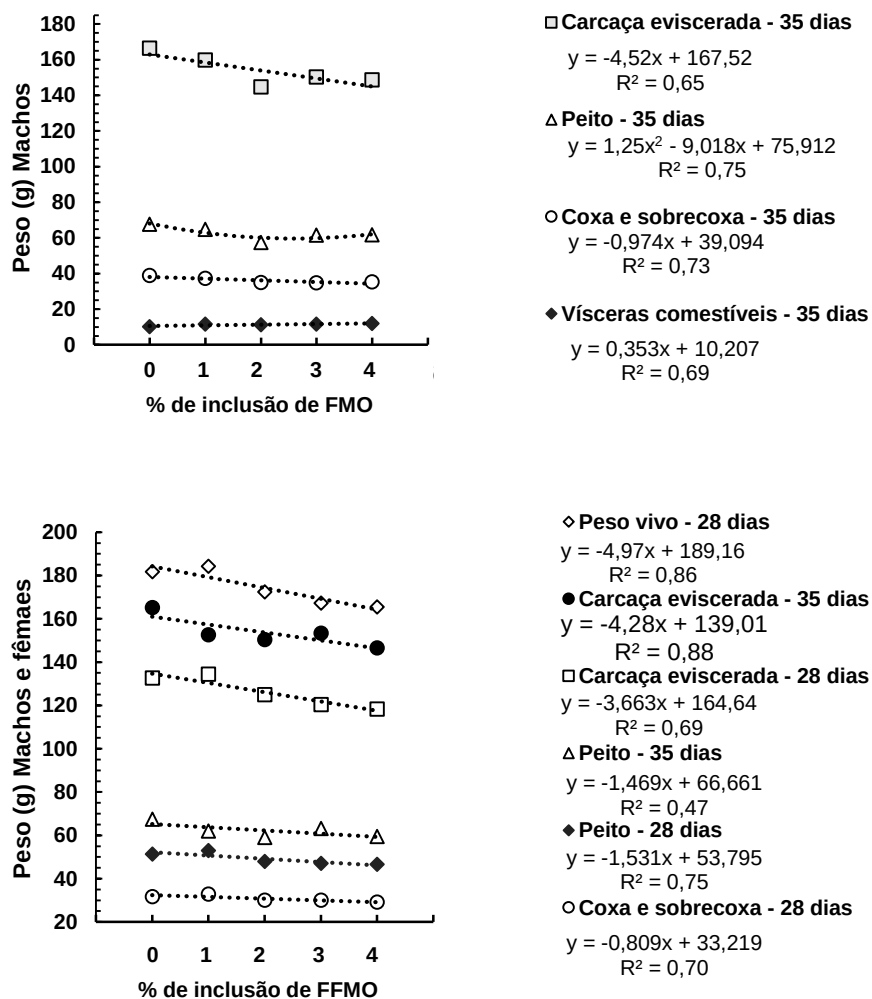


Figura 9. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre peso de carcaça (g) de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) aos 28, 35 e 42 dias de idade.

5.4 PESO DE ÓRGÃOS

Houve efeito da inclusão de proteína de *Moringa oleifera* apenas para timo e moela (Tabela 10). Todos os órgãos avaliados (timo, baço, bolsa cloacal, fígado, rins e moela) tiveram efeito da idade. Houve interação do nível de moringa e idade apenas para timo. Os níveis 3 e 4% de moringa apresentaram timos mais pesados, enquanto o nível 2% teve o menor peso, porém os níveis 0 e 1% não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% dos demais níveis avaliados. O timo foi

mais pesado aos 28 dias e não houve diferença estatística entre 14 e 42 dias de idade, ocorrendo redução do peso aos 42 dias. O baço foi maior aos 28 dias que aos 14 dias e aumentou de tamanho aos 42 dias de idade. A bolsa cloacal aumentou de tamanho de 14 para 28 dias e diminuiu em relação aos 28 dias, mas não diferiu de 14 dias de idade. Coração, moela e rins aumentaram de tamanho conforme idade e não houve aumento do tamanho do fígado de 28 aos 42 dias de idade.

Tabela 10. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleífera* (FMO%) na ração e da idade (I) sobre peso (g) de timo, baço, bolsa cloacal, coração, fígado, rins e moela de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas.

Órgãos (g)							
	Timo (g)	Baço (g)	Bolsa cloacal (g)	Coração(g)	Fígado(g)	Rins(g)	Moela(g)
Nível de proteína bruta de FMO (%)							
0%	0,27 ^{ab}	0,11	0,20	1,41	3,30	1,75	3,92 ^b
1%	0,26 ^{ab}	0,10	0,18	1,32	3,31	1,49	4,33 ^b
2%	0,23 ^b	0,08	0,15	1,32	3,14	1,50	4,26 ^b
3%	0,34 ^a	0,10	0,18	1,30	3,21	1,53	4,70 ^{ab}
4%	0,35 ^a	0,10	0,17	1,41	3,27	1,52	5,71 ^a
Idade (I)							
14 dias	0,23 ^b	0,06 ^b	0,11 ^c	0,81 ^c	2,40 ^b	-	3,07 ^c
28 dias	0,38 ^a	0,11 ^a	0,23 ^a	1,35 ^b	3,53 ^a	1,24 ^b	4,83 ^b
42 dias	0,25 ^b	0,12 ^a	0,19 ^b	1,83 ^a	3,70 ^a	1,87 ^a	5,57 ^a
Média	0,29	0,10	0,18	1,35	3,25	1,56	4,56
CV ¹	45,37	44,55	41,11	35,26	26,80	33,17	32,07
ANOVA				P-valor			
FMO	0,0032	0,1238	0,0812	0,4878	0,8635	0,5147	<0,0001
I	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FMO x I	0,0007	0,1551	0,6671	0,6562	0,9321	0,5111	0,2760

¹CV - Coeficiente de variação (%); Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

No desdobramento da interação de nível e idade para timo (Tabela 11), observou-se diferença significativa pelo teste de Tukey, demonstrando que aos 14 dias de idade das codornas os níveis 1 e 2% apresentaram timos mais pesados, enquanto os níveis 0 e 4% não diferiram estatisticamente e apresentaram menores timos. Aos 28 dias, os timos mais pesados ocorreram ao nível 4%, enquanto ao nível 2% foram encontrados timos menores. Aos 42 dias, o nível 3% apresentou timos maiores e também, pela análise de regressão, houve efeito linear crescente, sugerindo que a moringa exerceu influência no aumento do peso de timo. O baço teve efeito quadrático (p<0,05) aos 42 dias de idade, sendo que o nível 2% resultou em menor peso. O

fígado das codornas reduziu de tamanho conforme aumentou o nível de proteína de folha de moringa na ração aos 14 dias de idade. A moela teve efeito linear quadrático aos 28 e 42 dias de idade, possivelmente devido à maior atividade do órgão em relação a quantidade de fibra na ração com inclusão de folhas de *Moringa oleifera*.

Tabela 11. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre peso (g) de timo, baço, bolsa cloacal, coração, fígado, rins e moela de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.

Órgãos (g)	Idade (dias)	Nível de proteína bruta de FMO (%)					Média	CV ¹	P-valor	
		0%	1%	2%	3%	4%			L ²	Q ³
Timo	14	0,21 ^{Bc}	0,25 ^{Ba}	0,24 ^{Aa}	0,23 ^{Cb}	0,22 ^{Cc}	0,23	27,13	0,9911	0,6153
	28	0,42 ^{Ab}	0,38 ^{Ac}	0,29 ^{Ad}	0,36 ^{Bc}	0,43 ^{Aa}	0,38	35,05	0,9977	0,1987
	42	0,19 ^{Bc}	0,15 ^{Cd}	0,13 ^{Bd}	0,42 ^{Aa}	0,35 ^{Bb}	0,25	51,49	0,0001	0,0003
Baço	14	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	24,53	0,0917	0,1024
	28	0,14	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	41,89	0,2769	0,3038
	42	0,14	0,12	0,08	0,14	0,13	0,12	26,35	0,7172	0,0417
Bolsa cloacal	14	0,12	0,12	0,10	0,09	0,09	0,11	31,61	0,0308	0,1017
	28	0,27	0,23	0,19	0,26	0,20	0,23	31,18	0,2860	0,4539
	42	0,21	0,19	0,16	0,19	0,19	0,19	24,31	0,6059	0,3369
Coração	14	0,85	0,87	0,79	0,71	0,77	0,81	16,91	0,0724	0,2018
	28	1,50	1,20	1,33	1,28	1,47	1,35	22,15	0,9298	0,2145
	42	1,89	1,89	1,77	1,81	1,78	1,83	13,24	0,3624	0,6482
Fígado	14	2,53	2,55	2,42	2,16	2,24	2,40	14,46	0,0417	0,1305
	28	3,65	3,70	3,25	3,37	3,67	3,53	16,86	0,7120	0,4863
	42	3,72	3,67	3,62	3,93	3,55	3,70	24,54	0,9414	0,9788
Moela	14	2,73	3,33	2,97	3,25	3,13	3,07	16,87	0,2917	0,3389
	28	4,31	4,48	4,41	4,90	6,06	4,83	19,34	0,0004	0,0002
	42	4,72	5,18	5,18	5,71	7,09	5,57	25,63	0,0025	0,0052
Rins	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28	1,37 ^{Ba}	1,13 ^{Bb}	1,18 ^b	1,15 ^{Bb}	1,39 ^{Ba}	1,24	27,03	0,8780	0,2288
	42	2,14 ^{Aa}	1,86 ^{Ab}	1,82 ^b	1,90 ^{Ab}	1,64 ^{Ab}	1,87	25,33	0,1233	0,3060

¹CV - Coeficiente de Variação (%); ²L (regressão linear) e ³Q (regressão quadrática) quando P<0,05; Médias seguidas de letras distintas na coluna ou na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). Timo 42 dias: $y = 0,0179x^2 - 0,0481x + 0,196$ ($R^2 = 0,59$); Baço 42 dias: $y = 0,0086x^2 - 0,0514x + 0,182$ ($R^2 = 0,41$); Bolsa cloacal 14 dias: $y = -0,009x + 0,131$ ($R^2 = 0,88$); Moela 28 dias: $y = 0,1693x^2 - 0,4887x + 5,18$ ($R^2 = 0,95$); Moela 42 dias: $y = 0,1814x^2 - 0,6966x + 4,926$ ($R^2 = 0,96$).

Conforme derivação das equações ajustadas (Figura 10), até 2.99% ocorre redução do peso do baço aos 42 dias. Enquanto a partir de 1,44% até 28 dias ou 1,92% até 42 dias de folha de moringa na ração, provoca aumento de peso da moela.

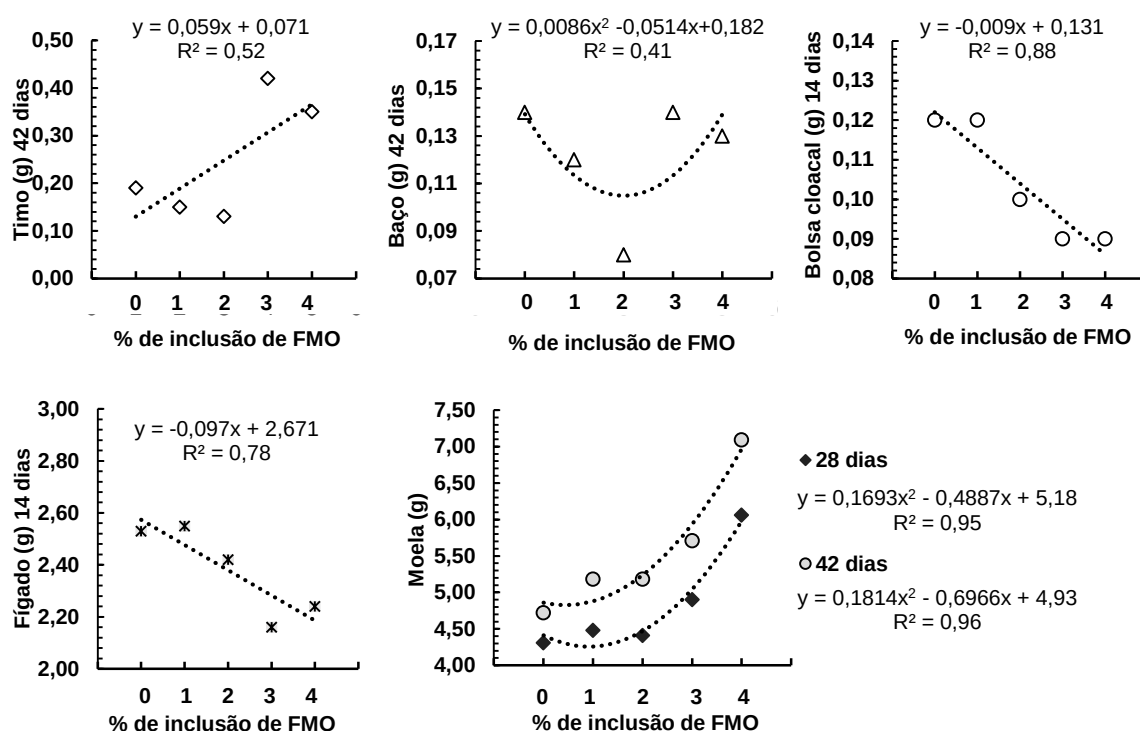


Figura 10. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre peso de órgãos de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.

Pesquisadores demonstraram que galinhas expostas ao estresse por calor, em temperaturas variando de 32,2 a 43 °C, em períodos curtos ou de forma constante, podem apresentar alterações no metabolismo proteico e involução em diferentes graus do sistema linfático que incluem atrofia de timo, bolsa cloacal, baço e também do pâncreas (THAXTON E SIEGEL, 1982; MILLER E QURESHI, 1991; ROSALES et al., 1989). A liberação de corticosterona pode ocasionar a involução do tecido linfóide (timo, bolsa cloacal e baço) e a supressão da imunidade humoral e celular. Assim, para avaliar a resposta em casos de estresse, podem ser observadas variações no peso proporcional, bem como a morfologia dos órgãos linfóides primários (REVIDATTI et al., 2002).

O timo e a bolsa cloacal são órgãos linfóides essenciais na maturação de linfócitos, participam das defesas da ave e diminuem de tamanho conforme a ave envelhece. Laganá et al. (2007) sugerem que dietas específicas podem amenizar alterações hematológicas e morfológicas em frangos de corte submetidos ao estresse por calor e à restrição alimentar, resultando em melhor peso relativo de bolsa cloacal,

porém não alteram parâmetros bioquímicos séricos. No presente estudo, os níveis de moringa avaliados contribuíram para reduzir o tamanho da bolsa cloacal aos 14 dias, porém esse efeito não foi observado aos 28 e 42 dias de idade, indicando que ocorreu uma situação de estresse nutricional devido à má eficiência digestiva das aves até 14 dias de idade.

Abu Hafsa et al. (2019) avaliando a inclusão de folhas de *Moringa oleifera* (0; 0,5; 1 e 5 kg / 100 kg de ração) na alimentação de frangos Cobb até 42 dias não encontraram efeitos sobre peso relativo de coração e fígado. Contudo, similar ao que ocorreu neste estudo, frangos de corte alimentados com 1% e 5% de moringa na ração tiveram aumento no peso da moela. Em relação aos órgãos linfoides, identificaram que o peso do timo, baço, pâncreas e bolsa cloacal nos grupos sem moringa e com 0,5% foram inferiores aos dos grupos que consumiram 1% e 5% de moringa.

No presente estudo, o nível 3,0% de proteína, que corresponde a 13,64% de inclusão sobre a ração, proporcionou timo mais pesado aos 42 dias comparado ao tratamento sem inclusão e aos demais níveis avaliados, enquanto o nível 2% proporcionou timos mais leves. Teteh et al. (2013), também que relataram que o maior peso relativo do baço, bolsa cloacal e timo foi observado nos grupos que receberam 1% e 2% de moringa.

Ayssiwede et al. (2011) avaliaram a influência da inclusão de 8, 16 e 24% de farinha de folhas de moringa sobre peso de órgãos de frangos Senegal-Indúes e não encontraram efeitos da moringa sobre peso de fígado, coração, pulmões e baço comparados ao grupo controle. No entanto, houve melhora da coloração da pele e incremento da gordura de forma gradual com aumento de moringa.

O estresse por calor ambiental provoca alterações fisiológicas e metabólicas que resultam em queda de desempenho e mortalidade. A subnutrição causada pela redução no consumo de alimentos diminui tamanho e atividades dos tecidos viscerais, principalmente fígado e intestino, leva a diferentes graus de involução de órgãos linfoides, decorrentes da elevação na concentração de corticosterona no sangue. A atrofia de órgãos linfoides (timo, bolsa cloacal e baço) torna as aves mais susceptíveis a doenças (SILVA et al., 2014).

No presente estudo, não houve atrofia de timo com a inclusão de moringa, entretanto houve efeito quadrático para baço aos 42 dias de idade, de modo que os níveis intermediários de moringa provocam redução deste órgão. O efeito linear

decrecente indicando atrofia da bolsa cloacal aos 14 dias não foi observado aos 28 e 42 dias, sugerindo que as aves se adaptaram à alimentação, mesmo em situação de estresse por calor observada durante a fase experimental de 21 a 42 dias de idade.

5.5 PARÂMETROS SANGUÍNEOS BIOQUÍMICOS

Os parâmetros bioquímicos avaliados de codornas europeias (Tabela 12), revelaram que a idade influenciou nos níveis de glicose, triglicerídeos, *alanina aminotransferase* (ALT) e *fosfatase alcalina* (FAL), assim como houve influência e interação dos níveis moringa apenas sobre ALT.

Tabela 12. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração e da idade (I) sobre parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.

	Glicose (mg/dL)	Colesterol (mg/dL)	Triglicerídeos (mg/dL)	AST ¹ (U/L)	ALT ² (U/L)	FAL ³ (U/L)
Nível de proteína bruta de FMO (%)						
0%	319,67	201,11	119,39	176,61	4,63 ^{ab}	927,09
1%	300,17	187,22	111,22	187,56	4,71 ^{ab}	995,85
2%	316,63	201,35	125,53	195,43	5,89 ^a	950,48
3%	316,91	180,76	113,65	194,41	5,58 ^a	1005,30
4%	314,47	166,63	128,38	196,74	4,12 ^b	1106,49
Idade (I)						
14 dias	230,69 ^c	198,69	103,96 ^b	185,66	5,74 ^a	1215,91 ^a
28 dias	374,49 ^a	174,20	140,77 ^a	193,45	4,58 ^b	1078,75 ^b
42 dias	324,20 ^b	192,00	111,50 ^b	190,45	4,86 ^b	765,73 ^c
Média	313,47	187,81	119,43	190,04	5,00	995,66
CV⁴	27,04	23,03	31,40	17,28	33,15	28,90
ANOVA						
	P-valor					
FMO	0,9147	0,0679	0,6304	0,4700	0,0027	0,1199
I	<0,0001	0,1073	0,0002	0,5656	0,0112	<0,0001
FMO x I	0,5640	0,0756	0,0634	0,1090	0,0047	0,0752

¹AST: *aspartato aminotransferase*; ²ALT: *alanina aminotransferase*; ³FAL: *fosfatase alcalina*. ⁴CV - Coeficiente de variação (%); Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

A glicose sanguínea reflete condições nutricionais, endócrinas e de estresse do indivíduo. De acordo com Campbell (2004), valores de glicose para aves podem variar entre 200 e 500 mg/dL, corroborando com resultados encontrados nesta

pesquisa. Outros pesquisadores afirmam que o estresse causado pela contenção ou variações ambientais provocam alterações na bioquímica sérica (AWERMAN E ROMERO, 2010). Em um trabalho de Rajman et al. (2006), foi adicionado hormônio adrenocorticotrófico em frangos para modular estresse, situação que provocou elevações de glicose e colesterol, entre outros parâmetros bioquímicos. Por outro lado, animais jovens apresentaram valores mais elevados que adultos e situações estressantes também aumentaram as concentrações de glicose no sangue (DRIVER, 1981; HOCHLEITHNER, 1994).

Dessa forma, os valores de glicose não diferiram entre si dos níveis de moringa avaliados, indicando que a planta não interferiu no metabolismo da glicose de codornas, bem como não exerceu alguma influência termogênica sobre o estresse por calor ambiental nas condições experimentais. Entretanto, codornas com 28 dias de idade apresentaram glicose mais elevada que aos 42 dias e aos 14 dias, sugerindo que este aumento está relacionado as condições fisiológicas do período marcado pelo início do desenvolvimento da maturidade sexual. Segundo Pastore et al. (2012), a maturidade sexual ocorre a partir de 35 dias até 42 dias e neste estudo ocorreu o primeiro ovo aos 37 dias de idade.

O efeito da inclusão de níveis de moringa em codornas europeias de diferentes idades (Tabela 13), resultou em regressão linear decrescente ($p < 0,05$) para colesterol aos 14 dias e AST aos 28 dias de idade, efeito quadrático ($p < 0,05$) para ALT e FAL aos 42 dias de idade. Não ocorreu efeito dos níveis de moringa sobre glicose e triglicerídeos em nenhuma idade avaliada.

A redução do colesterol conforme o aumento dos níveis de moringa aos 14 dias de idade em codornas europeias caracterizou má absorção e digestão do alimento. Aos 28 e 42 dias as aves apresentaram melhor digestão e, conseqüentemente, não houve diferença significativa para colesterol. No presente estudo, apesar de não haver diferença significativa para o consumo de ração no período de 1 a 21 dias, houve decréscimo do peso vivo no mesmo período, sugerindo efeito da moringa sobre os níveis de colesterol aos 14 dias.

A alimentação com altos teores de gorduras em animais pode elevar os níveis de colesterol, enquanto níveis baixos podem indicar debilidade ou má absorção de gorduras. O colesterol também é indicador de mudanças na massa corporal, de modo que quanto maior a massa, mais elevado será o colesterol e seus valores

normais vão de 100 a 250 g/L (HOCHLEITHNER, 1994; ALONSO-ALVAREZ, 2005). Por outro lado, a hipocolesterolemia pode estar associada a estádios finais de falha hepática, má digestão ou má absorção e inanição (HOCHLEITHNER, 1994; THRALL et al., 2004; GRUNKEMEYER, 2010; CAPITELLI E CROSTA, 2013). A restrição alimentar em frangos diminuiu os lipídios plasmáticos totais, o colesterol e o HDL (RAJMAN et al., 2006).

Tabela 13. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleífera* (FMO%) na ração sobre parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.

	Idade (dia)	Nível de proteína bruta de FMO (%)					Média	CV ¹	P-valor	
		0%	1%	2%	3%	4%			L ²	Q ³
Glicose (mg/dL)	14	246,58	238,83	236,70	196,90	229,38	230,69	24,15	0,2970	0,5465
	28	404,25	345,58	356,63	405,83	360,17	374,49	20,67	0,7854	0,8398
	42	308,17	316,08	343,25	328,00	325,50	324,20	14,74	0,4599	0,5329
Colesterol (mg/dL)	14	238,33	204,50	184,40	195,40	152,50	198,69	22,11	0,0020	0,0090
	28	172,33	189,00	189,00	170,33	150,33	174,20	20,03	0,1681	0,0815
	42	192,67	168,17	227,83	179,00	192,33	192,00	24,91	0,8726	0,8985
Triglicerí- deos (mg/dL)	14	102,33	98,33	122,60	102,40	93,50	103,96	23,00	0,8266	0,4542
	28	134,33	117,17	157,33	119,50	175,50	140,77	31,22	0,1382	0,1996
	42	121,50	118,17	96,17	117,17	104,50	111,50	27,59	0,3876	0,6094
AST (U/L)⁵	14	182,75	204,28	173,78	193,12	167,63	185,66	19,80	0,4910	0,5995
	28	162,24	178,25	206,60	201,67	218,48	193,45	19,10	0,0026	0,0097
	42	186,48	180,13	202,30	188,24	194,42	190,45	12,71	0,4624	0,7307
ALT (U/L)⁶	14	6,88 ^{Aa}	5,14 ^{Ab}	6,38 ^{Bb}	6,14 ^{Ab}	4,15 ^{Bc}	5,74	33,40	0,1641	0,3345
	28	4,11 ^{Cb}	4,46 ^{Ba}	4,24 ^{Aa}	5,31 ^{Aa}	4,77 ^{Aa}	4,58	21,18	0,0816	0,2140
	42	3,64 ^{Bc}	4,61 ^{Aa}	7,14 ^{Ab}	5,48 ^{Ab}	3,45 ^{Cc}	4,86	38,08	0,8434	0,0003
FAL (U/L)⁷	14	1197,74	1194,73	1250,48	1288,60	1132,41	1215,91	10,99	0,9611	0,5452
	28	1061,28	897,82	1130,29	1144,99	1159,36	1078,75	25,29	0,2137	0,4436
	42	612,47	661,47	570,67	676,73	1040,67	712,40	32,04	0,0017	0,0001

¹CV - Coeficiente de variação (%); ²L (regressão linear) e ³Q (regressão quadrática) quando P<0,05. ⁵AST: aspartato aminotransferase; ⁶ALT: alanina aminotransferase; ⁷FAL: fosfatase alcalina. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). Colesterol (mg/dL) 14 dias: y = -18,076x + 249,25 (R² = 0,84); AST (U/L) 28 dias: y = y = 13,59x + 152,68 (R² = 0,89); ALT (U/L) 42 dias: y = -0,7279x² + 4,4161x - 0,378 (R² = 0,82); FAL (U/L) 42 dias: y = 59,053x² - 267,15x + 864,27 (R² = 0,88).

Os valores de colesterol foram semelhantes aos encontrados por Duarte et al. (2013) avaliando casca de soja na alimentação de codornas de corte machos (141,0 ± 12,2 mg/dL). No entanto, os valores de colesterol e triglicerídeos foram menores aos encontrados por Silva et al. (2012). A redução pode ocorrer devido ao aumento de fibras solúveis na ração, que possuem capacidade de se ligar aos ácidos

biliares ou colesterol durante a formação de micelas no intestino, causando diminuição da excreção dos ácidos biliares nas fezes (BURKHALTER et al. 2001; SILVA et al. 2012).

Outros trabalhos com alimentos de alto teor de fibra insolúvel também encontraram diminuição nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos (GÜÇLÜ et al., 2008; CHAU; CHEN; WANG, 2004; SARIKHAN et al., 2009; SILVA et al 2012). A inclusão de 9% de alfafa, composta de fibras insolúveis, nas dietas de codornas japonesas diminuiu os níveis séricos de triglicerídeos e colesterol, e consequentemente, os teores de colesterol no ovo (GÜÇLÜ et al., 2008).

Em relação aos triglicerídeos, o clima, dieta, sexo e fatores hormonais podem provocar variações nos níveis séricos de aves. Para este estudo, constatou-se que a moringa não afetou significativamente os níveis séricos de triglicerídeos, porém, codornas aos 28 dias de idade apresentaram níveis maiores quando comparadas a codornas com 14 e 42 dias de idade, que não diferiram entre si. Diferentemente do estudo realizado por Oliveira et al. (2006) com codornas japonesas machos para avaliar o efeito lipídêmico da bixina, não foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) de tratamentos sobre níveis de triglicerídeos no sangue de 35 e 49 dias de idade.

Abbas et al. (2018) encontraram redução significativa do colesterol total e da atividade de fosfatase alcalina (FAL), bem como aumento de triglicerídeos de frangos Ross 308 aos 42 dias alimentados farelo de folha de *Moringa oleifera* com níveis inclusão de 0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1%. Com base nos resultados obtidos, recomendaram a adição de 0,75% da dieta de folhas de *Moringa oleifera*.

Os níveis de colesterol foram reduzidos conforme inclusão desta planta nos trabalhos realizados com frangos por Gakuya et al. (2014), com codornas japonesas por Elkloub et al. (2015) e Ahmad et al. (2018) com galinhas poedeiras, demonstrando efeitos benéficos da *Moringa oleifera* atribuídos a presença de fitoesteróis. Hussian et al. (2014) relataram que a planta de *Moringa oleifera* é rica em flavonoides e compostos fenólicos, responsáveis pela atividade antioxidante da planta. Por outro lado, Akpet et al. (2012), observaram aumento significativo da concentração de colesterol LDL com inclusão de 10 e 20% de farelo de folhas de *Moringa oleifera* em dietas para frangos de corte.

A enzima *aspartato aminotransferase* (AST) está presente em vários

tecidos do organismo e apresenta alta atividade no fígado. Quando são verificados danos hepáticos agudos ou crônicos a atividade sérica aumenta, entretanto somente valores acima de 275 U/L são considerados elevados (CAMPBELL, 2004). Desta forma é possível afirmar que os valores de AST para este estudo (Tabela 13 e 14) se encontraram dentro dos valores de referência, indicando atividade normal desta enzima nos tecidos independentemente do nível de inclusão da moringa. Todavia, aos 28 dias ocorreu efeito linear crescente ($P < 0,05$) concomitante ao aumento do nível de inclusão de moringa, diferindo de vários autores que relatam efeito hepatoprotetor da moringa.

A enzima *alanina aminotransferase* (ALT) apresentou diferença entre as idades avaliadas e, conseqüentemente, interação entre o nível de moringa e idade (Tabela 13). Para esta enzima, o nível de 4% diferiu dos níveis 2 e 3%, mas não diferiu do nível sem moringa e do nível com 1%. Aos 14 dias de idade ALT foi maior que aos 28 e 42 dias. ALT também está relacionada à função hepática, além de presente no tecido muscular e de algumas outras vísceras, sendo que alterações nos níveis séricos podem indicar possíveis danos em tecidos (LUMEIJ, 1997).

No presente estudo, os valores de ALT foram similares aos encontrados por Borsa (2006) em frangos de corte aos 42 dias (7 ± 7), porém bastante inferior aos valores encontrados para frangos com idade de 14 dias (15 ± 4) e 28 dias (24 ± 9). A inclusão de moringa provocou efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre ALT aos 42 dias, sendo que o nível 0 e 4% não tiveram diferença significativa pelo teste de Tukey comparados aos demais níveis.

Campbell (2004) relata que valores de ALT para aves variam de 19 a 50 U/L, porém Borsa (2006) ressalta que fatores relacionados à clima, tipo de alimentação e manejo podem refletir nos resultados das análises, impossibilitando o uso de valores determinados em outros países como referência. Por essa razão, é importante a determinação dos parâmetros bioquímicos em aves nas condições climáticas das regiões brasileiras. Hochleithner (1994) e Thrall et al. (2004) também identificaram que podem ocorrer elevações artificiais de ALT em caso de hemólise no soro, devido maior atividade desta enzima nas hemácias.

Ahmad et al. (2018) avaliando a suplementação alimentar com folha de moringa (0; 0,5; 1,0 e 1,5%) em poedeiras Hy Line W36 com 50 semanas de idade, encontraram influência significativa nos parâmetros bioquímicos séricos ($p < 0,05$). Os

menores valores de creatinina, colesterol e glicose foram observados nas galinhas alimentadas com maior nível de moringa (1,5%).

Segundo Ahmad et al. (2018), a presença de flavonoides, carotenoides e fito esteróis na moringa propiciam melhoras na função hepática e renal e, conseqüentemente na digestão de nutrientes. Os antioxidantes desempenham um papel fundamental na função imunológica, pois afetam o ambiente intestinal ao inibir o crescimento de micróbios patogênicos, bem como a produção de endotoxinas. Abu Hafsa et al. (2019) avaliando a inclusão de folhas de *Moringa oleifera* (0; 0,5; 1 e 5 kg / 100 kg de ração) na alimentação de frangos Cobb encontraram redução significativa das concentrações de glicose, colesterol, triglicerídeos, AST e ALT em comparação ao grupo controle.

Conforme derivação da equação ajustada para ALT aos 42 dias (Figura 11), a inclusão de até 3,03% de moringa na ração provocou aumento desta enzima. Contudo, os valores ficaram abaixo dos referenciados por Thrall et al. (2015) para maioria das espécies de aves saudáveis, que varia de 19 a 50 UI/L. Na derivação da equação para FAL, até o nível 2,26% ocorreu redução desta enzima.

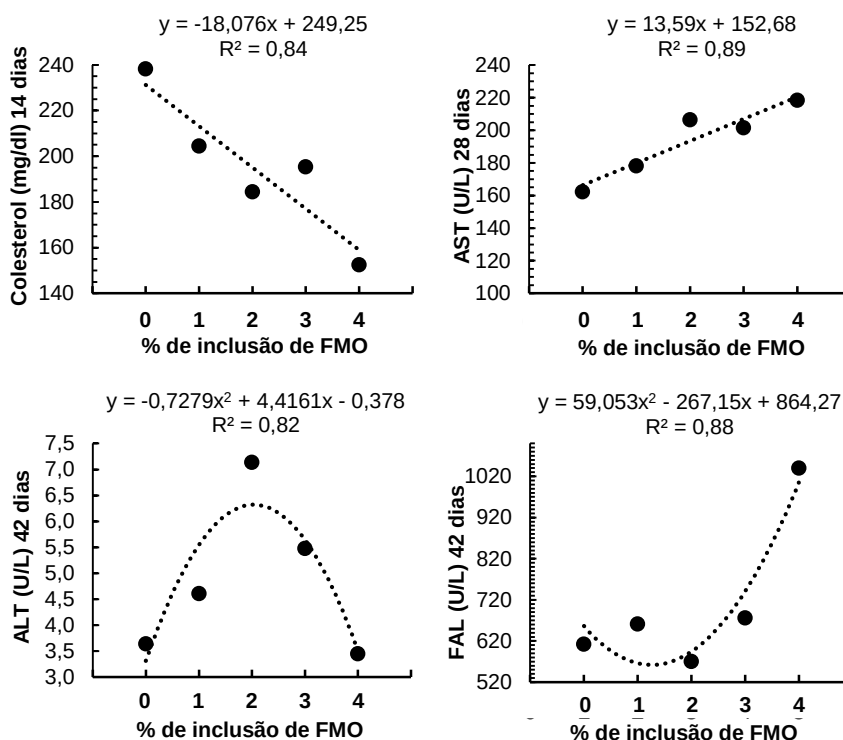


Figura 11. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração sobre parâmetros sanguíneos bioquímicos de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas aos 14, 28 e 42 dias de idade.

A *fostatase alcalina* (FAL) pertence a um grupo de enzimas encontradas principalmente no fígado e ossos, como também ocorrem pequenas quantidades produzida pelos rins. A quantidade total de FAL liberada desses tecidos para o sangue possibilita verificar a existência de doenças hepática (TENNANT, 1997). A ocorrência de mal funcionamento do fígado libera FAL na corrente sanguínea e através da bile, consistindo em importante medida da integridade do fígado (THRALL et al., 2007).

Entretanto, Hochleithner (1994) relata que FAL pode estar aumentada em fêmeas antes do início da postura, estando relacionada a formação da casca do ovo. No presente estudo, observou-se que as codornas alimentadas com rações contendo 4% de moringa iniciaram a postura aos 39 dias de idade, enquanto as aves que não consumiram moringa iniciaram aos 37 dias.

5.6 ANÁLISE ECONÔMICA

De acordo com a cotação dos ingredientes utilizados nas rações experimentais, o custo da ração (Tabela 14) reduziu em média R\$ 0,05 por quilograma conforme aumentou o nível de inclusão de proteína de folha de *Moringa oleífera* (FMO) para codornas europeias mistas nas fases de criação avaliadas (1 a 21 e 22 a 42 dias de idade). O custo por quilograma da ração utilizada em cada grupo experimental foi calculado com base em pesquisa de preços dos insumos na região em dezembro de 2019 (Apêndice C), pois milho e farelo de soja são ingredientes principais das rações e *commodities* que sofrem variações de preço ao longo do ano em todas as regiões brasileiras (CONAB, 2020).

A quantidade total de ração (Tabela 14) foi calculada conforme o consumo médio (g/ave/dia) obtido nos períodos de 1 a 21, 22 a 28, 22 a 35 e 22 a 42 dias de idade em cada grupo (0, 1, 2, 3 e 4% de FMO) durante a fase experimental, sendo considerado a criação de um lote de 100 codornas mistas (machos e fêmeas). Em relação ao consumo de ração total em quilogramas, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de FMO avaliados no período de 1 a 21, 22 a 28 e 22 a 42 dias. Contudo, no período de 22 a 35 dias observou-se redução do consumo de ração total ao nível de 5% de FMO, enquanto o maior consumo ocorreu ao nível 0% (sem FMO). Esta diferença verificada no consumo de ração total no período de 22 a 35 dias

provocou efeito significativo no custo do alimento em todas as idades de abate avaliadas (28, 35 e 42 dias).

Tabela 14. Custos com alimentação e estimativa de produção em kg de peso vivo da criação de 100 codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração, aos 28, 35 e 42 dias de idade ao abate.

	Idade (dias)	Nível de proteína bruta de FMO (%)					Média	CV ²
		0%	1%	2%	3%	4%		
Custo da ração (R\$/Kg)¹	1 a 21	1,63	1,58	1,54	1,49	1,46	1,54	-
	22 a 42	1,56	1,51	1,46	1,40	1,35	1,46	-
Consumo total de ração (Kg/100 aves)	1 a 21	29,65	30,99	30,45	31,08	30,83	30,60	4,17
	22 a 28	14,90	13,95	14,84	15,06	14,49	14,65	6,97
	22 a 35	31,17 ^A	29,44 ^{AB}	29,48 ^{AB}	30,02 ^{AB}	28,08 ^B	29,64	6,28
	22 a 42	50,90	49,60	50,91	49,91	53,13	50,89	5,78
Custo operacional (R\$)	28	71,67 ^A	71,26 ^A	68,79 ^{AB}	67,46 ^{AB}	64,51 ^B	68,44	5,29
	35	97,12 ^A	93,51 ^{AB}	89,74 ^B	88,44 ^{BC}	82,82 ^C	90,33	6,65
	42	127,98 ^A	123,93 ^{AB}	120,93 ^{AB}	116,31 ^B	116,61 ^B	121,15	5,52
Produção de aves (kg de peso vivo)	28	18,68 ^A	18,12 ^{AB}	17,60 ^{AB}	18,11 ^{AB}	17,27 ^B	17,95	4,56
	35	22,11	21,16	20,26	20,82	20,07	20,88	7,96
	42	24,11 ^A	24,45 ^A	23,58 ^{AB}	24,51 ^{AB}	22,34 ^B	23,80	5,57

¹ Cotação de preços dos ingredientes realizada em dezembro/2019.

² CV - Coeficiente de variação (%); Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em relação ao custo operacional ou da ração (Tabela 14), ocorreu diferença significativa (P<0,05) entre os níveis 0 e 4% inclusão de FMO aos 28, 35 e 42 dias de idade ao abate. Em todas as idades avaliadas, o nível 4% proporcionou menor custo com alimentação, mas não diferiu estatisticamente dos níveis 2 e 3%. O custo operacional aos 42 dias de idade ao abate aumentou em média 44% em relação aos 28 dias em todos os níveis de FMO, porém a inclusão de proteína de FMO na ração para codornas europeias mistas em qualquer das idades (28, 35 e 42 dias) proporcionou diminuição dos custos com alimento.

Entretanto, a produção de 100 aves em kg de peso vivo, calculada considerando o peso médio obtido por ave em cada grupo experimental, reduziu conforme aumentou o nível de FMO na ração, com exceção da produção de codornas aos 35 dias idade. Ocorreu diferença significativa (P<0,05) entre os níveis de FMO aos 28 e 42 dias de idade ao abate, observando-se menor produção de aves ao nível de 4% de proteína FMO aos 28 dias de idade, mas sem diferir estatisticamente dos

níveis 1, 2 e 3% aos 28 dias.

Apesar de que houve substituição pela proteína de folha de *Moringa oleifera*, milho e farelo de soja ainda representam mais de 75% dos ingredientes nas rações experimentais, portanto, exercem maior influência no preço final das rações. Atualmente grande parte da indústria avícola utiliza milho como principal alimento para aves, variando entre 49 e 56% da composição das rações. Desta forma, o milho compreende cerca de 40% de custo com alimentação. Em períodos de entressafra, a demanda aumenta causando imediatamente elevação de custos. Além de escassez, geram incertezas no setor, com diminuição de rentabilidade (MUÑOZ et al., 2011).

Os parâmetros e indicadores econômicos (Tabela 15) demonstraram que todos os níveis (0, 1, 2, 3 e 4%) de inclusão de proteína de folha de *Moringa oleifera* (FMO) na ração de codornas europeias mistas propiciaram condições de garantir o pagamento do custo operacional da ração aos 28, 35 ou 42 dias de idade ao abate.

A receita bruta é o rendimento em reais (R\$) que seria obtido com a venda de um lote de 100 aves criados nas condições experimentais deste estudo sem descontar o custo da alimentação (Tabela 15). A receita está diretamente relacionada com a quantidade de codornas produzidas e o preço de venda, que custava em média R\$ 10,00/kg de peso vivo conforme pesquisa no mercado regional em dezembro de 2019.

Silva et al. (2018), relatam que codornas abatidas ao final do ciclo de postura, podem ser comercializadas em embalagens domésticas, atendendo às exigências sanitárias municipais, ao valor de R\$ 4,50 a unidade. Portanto, em qualquer nível de inclusão de FMO ocorreu ganho de peso até 42 dias, que possibilitou gerar mais receita em comparação aos 28 ou 35 dias de idade ao abate. Aos 28 e 42 dias de idade, ocorreu maior receita bruta no grupo experimental sem moringa (0%), mas não houve diferença significativa ($P>0,05$) em relação aos níveis 1, 2 e 3%. Aos 35 dias de idade, os níveis de inclusão de proteína de FMO não influenciaram na receita bruta ($P>0,05$).

O lucro operacional (Tabela 15) é a receita líquida que seria obtida com a criação de um lote de 100 aves utilizando diferentes níveis de inclusão de FMO (0, 1, 2, 3 e 4%) na ração de codornas europeias mistas, após o pagamento do custo operacional, que para este estudo foi considerado somente das rações. Não ocorreu diferença estatística ($P>0,05$) entre os níveis de FMO avaliados aos 28 e 35 dias de

idade. Aos 42 dias de idade, ocorreu maior lucro operacional com a inclusão de 3% de proteína de FMO na ração, mas não houve diferença significativa comparado aos níveis 1 e 2% ($P>0,05$).

Tabela 15. Parâmetros e indicadores econômicos para a produção de 100 codornas europeias (*Coturnix coturnix*) mistas alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta de folha de *Moringa oleifera* (FMO%) na ração, aos 28, 35 e 42 dias de idade ao abate.

	Idade (dias)	Nível de proteína bruta de FMO (%)					Média	CV ¹
		0%	1%	2%	3%	4%		
Receita bruta (R\$)	28	186,75 ^A	181,15 ^{AB}	176,04 ^{AB}	181,08 ^{AB}	172,71 ^B	179,55	4,56
	35	221,11	211,62	202,56	208,16	200,67	208,82	7,96
	42	241,08 ^{AB}	244,49 ^A	235,77 ^{AB}	245,05 ^A	223,43 ^B	237,97	5,57
Lucro operacional (R\$)	28	115,08	111,01	107,61	113,62	108,20	111,10	5,76
	35	123,99	118,10	112,82	119,73	117,85	118,50	11,33
	42	113,11 ^B	120,56 ^{AB}	114,83 ^{AB}	128,75 ^A	106,82 ^B	116,81	9,60
Margem de lucro (%)	28	160,77	158,43	157,23	168,69	168,11	162,65	6,69
	35	127,63	126,19	125,60	135,42	142,18	131,40	10,82
	42	88,46 ^B	97,24 ^B	95,21 ^B	110,76 ^A	91,76 ^B	96,69	10,87
Índice de rentabilidade (R\$)	28	2,61	2,58	2,57	2,69	2,68	2,63	4,14
	35	2,28	2,26	2,26	2,35	2,42	2,31	6,14
	42	1,88 ^B	1,97 ^B	1,95 ^B	2,11 ^A	1,92 ^B	1,97	5,34
Índice de lucratividade (%)	28	0,62	0,61	0,61	0,63	0,63	0,62	2,61
	35	0,56	0,56	0,55	0,58	0,59	0,57	4,78
	42	0,47 ^B	0,49 ^{AB}	0,49 ^B	0,53 ^A	0,48 ^B	0,49	5,57
Preço de equilíbrio (R\$/Kg)	28	3,84	3,87	3,90	3,73	3,73	3,81	4,23
	35	4,40	4,43	4,46	4,25	4,14	4,34	6,24
	42	5,31 ^A	5,07 ^{AB}	5,13 ^A	4,75 ^B	5,22 ^A	5,10	5,36
Ponto de nivelamento (kg)	28	7,17 ^A	7,01 ^A	6,84 ^{AB}	6,75 ^{AB}	6,45 ^B	6,84	5,29
	35	9,71 ^A	9,35 ^{AB}	8,97 ^B	8,84 ^{BC}	8,28 ^C	9,03	6,65
	42	12,80 ^A	12,39 ^{AB}	12,09 ^{AB}	11,63 ^B	11,66 ^B	12,12	5,52
Ponto de nivelamento (Aves)	28	38	39	39	37	37	38	4,23
	35	44	44	44	42	41	43	6,26
	42	53 ^A	51 ^{AB}	51 ^A	47 ^B	52 ^A	51	5,37

* Codorna viva, conforme pesquisa em mercado local = R\$ 10,00/kg de peso vivo.

¹CV - Coeficiente de variação (%); Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

A margem de lucro (Tabela 15) foi maior aos 28 dias e não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre os níveis de FMO avaliados, indicando maior porcentagem de lucros gerados ao realizar a venda das aves com 28 dias de idade. Aos 42 dias de idade, ocorreu diferença significativa ao nível 3% de FMO em comparação aos demais níveis avaliados, porém a margem de lucro permaneceu

inferior aos valores obtidos nos demais níveis com 28 e 35 dias de idade. Apesar de não ter sido considerado o custo de produção do feno de folha de moringa utilizado na ração, a margem de lucro (%) é uma medida importante na análise econômica, indicando a porcentagem de lucro ou receita que ficará disponível após o pagamento dos custos operacionais com ração, considerando-se o preço de venda e a produção total.

Os índices de rentabilidade e de lucratividade (Tabela 15), não apresentaram diferença significativa aos 28 e 35 dias de idade das codornas em nenhum dos níveis de inclusão de FMO avaliados ($P>0,05$). Entretanto, aos 42 dias de idade, o nível 3% apresentou maior valor e diferiu ($P<0,05$) dos níveis 0, 1, 2 e 4 % de FMO. O índice de rentabilidade indica quanto cada R\$ 1,00 de investimento com alimentação gerou em termos de receita, enquanto o índice de lucratividade indica a porcentagem de cada R\$ 1,00 investido com ração retorna em receita. Quanto maior os valores desses índices econômicos, melhores condições financeiras e operacionais terá a atividade comercial, indicando também a melhor relação custo benefício do alimento testado.

Em relação ao preço de equilíbrio e ponto de nivelamento de aves (Tabela 15), não ocorreu efeito significativo aos 28 e 35 dias de idade das codornas entre os níveis de FMO avaliados ($P>0,05$). Observou-se que os menores valores desses índices ocorrem aos 28 dias de idade, independentemente do nível de FMO em estudo. O ponto de nivelamento em kg aos 28 dias foi menor ao nível de 4% de FMO, mas não diferiu estatisticamente do nível 3%.

O preço de equilíbrio é um indicador econômico de investimento e receita importante em situações em que ocorre aumento de preço de insumos ou queda acentuada do preço do produto, representando o menor preço de venda por kg de codorna viva que garante o pagamento dos custos com alimentação. O ponto de nivelamento indica a produção mínima (unidade ou kg de peso vivo) que amortiza despesas com ração considerando preço de venda de R\$ 10,00/kg de peso vivo. Nos níveis 3 e 4% de FMO aos 28 dias de idade, ocorrem a menor produção necessária para pagar o custo da alimentação.

De maneira geral, observou-se que há uma tendência de piora dos índices econômicos conforme a idade ao abate aumentou, indicando que quanto mais jovem ocorrer o abate, mais promissora será a viabilidade econômica da criação,

considerando ou não a inclusão de FMO na alimentação. Tendo em vista que a alimentação ainda constitui grande fatia dos custos totais de produção avícolas, é necessário adequar as rações das aves, considerando peculiaridades regionais de meio ambiente e tipos de alimentos produzidos, para não afetar a relação custo/benefício da atividade. Silva et al. (2018), relatam que a criação de codornas é uma alternativa potencial para a geração de renda.

Do ponto de vista socioeconômico, regiões com alto índice de desemprego e poucas alternativas de negócios que garantam estabilidade econômica aos produtores, a substituição parcial de ingredientes das rações por alimentos como a *Moringa oleifera*, pode constituir uma opção de baixo custo para alimentar aves, principalmente devido aos altos preços do milho e do farelo de soja. A análise econômica dos resultados experimentais é fundamental para produtores e especialistas terem uso prudente e econômico, uma vez que passam a ter melhor conhecimento de critérios para sua utilização nas rações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de 2,24% de proteína de folhas de *Moringa oleifera* (FMO) em substituição parcial da proteína do milho e do farelo de soja, nas condições experimentais, não interferiu no desempenho produtivo de codornas europeias de 1 a 42 dias de idade. Considerando a inclusão apenas no período de 22 a 42 dias de idade, poder ser utilizado até o nível 2,61% de FMO.

A inclusão de FMO até o nível de 4% na ração de codornas europeias não interferiu no rendimento de carcaça de fêmeas abatidas aos 28, 35 e 42 dias de idade. No entanto, o aumento do nível de inclusão de FMO reduziu o rendimento de carcaça de machos abatidos aos 35 dias idade. Além disto, os machos após 35 dias de idade não ganharam peso independentemente do nível FMO avaliado.

A inclusão até 4% de FMO na ração de codornas europeias diminuiu o peso da bolsa cloacal aos 14 dias de idade, provocou aumento do peso do timo e redução do baço aos 42 dias. Contudo, não interferiu nos níveis de glicose e triglicerídeos aos 14, 28 e 42 dias de idade. Conforme aumentou a inclusão de FMO, houve redução dos níveis de colesterol aos 14 dias, sugerindo que nesse período ocorreu má absorção e digestão de nutrientes. Os níveis de AST, ALT e FAL estiveram dentro da normalidade para aves em todos os níveis de inclusão de FMO na ração. A inclusão de até 3,03% de FMO provocou aumento dos níveis de ALT enquanto até o nível 2,26% ocorreu redução da FAL.

Os níveis crescentes de FMO até 4%, nas condições experimentais, demonstraram ser viáveis economicamente, considerando apenas o custo da ração para criação de codornas europeias mistas aos 28, 35 e 42 dias de idade. Contudo, há uma tendência de redução da viabilidade conforme aumenta a idade ao abate. Com base apenas nos parâmetros e indicadores econômicos, a inclusão de 3% de FMO demonstrou melhor viabilidade econômica em todas as idades avaliadas, ficando o uso condicionado a disponibilidade e custo na região.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, R.J.; et al. Haematological and biochemical indices of broiler chicks fed at different levels of *Moringa oleifera* leaf meal. *Biochem. Cell. Arch.* V. 18, n. 2, pp. 1931-1936, 2018.
- ABOU-ELEZZ, F.M.K., SARMIENTO-FRANCO, L., SANTOS-RICALDE, R. AND SOLORIO-SANCHEZ, F., 2011. Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance, **Cuban Journal of Agricultural Science**, 45, 163-169.
- ABU HAFSA SH, IBRAHIM SA, EID YZ, HASSAN AA. Effect of dietary *Moringa oleifera* leaves on the performance, ileal microbiota and antioxidative status of broiler chickens. **J Anim Physiol Anim Nutr.** 2019.
- AHMAD, S et al. Influence of *Moringa Oleifera* Leaf Meal Used as Phytogenic Feed Additive on the Serum Metabolites and Egg Bioactive Compounds in Commercial Layers. **Braz. J. Poult. Sci.**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 325-332, Apr. 2018.
- AKPET, S. O.; IBEKWE, H.A.; ONYEAMA, H. P. Effects of *Moringa oleifera* leaf meal inclusions on serum activities of hepatic marker enzymes and lipid profile of Anak 2000 broiler chicks. *Merit Research Journal of Agricultural Science and Soil Sciences* 3(11), 168-172. 2014.
- ALABI, O.J., et al. Effect of Aqueous *Moringa Oleifera* (Lam) Leaf Extracts on Growth Performance and carcass Characteristics of Hubbard Broiler Chicken. **Brazilian Journal of Poultry Science.** / v.19 / n.2 / 273-280. Apr - Jun 2017.
- ALFARO, C.; MARTÍNEZ. W. Uso potencial de la moringa para la producción de alimentos mejorados. **INCAP**, Guatemala, 2008.
- ALONSO-ALVAREZ, C. Age-dependent changes in plasma biochemistry of yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, Oxford, v. 140, n.4, p. 512–518, 2005.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. DE M.; SPAROVEK, GERD. Koppen's Climate Classification Map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Volume 22, Number 6, December 2013, pp. 711-728(18) p. 711-728. dez. 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ANWAR, F., LATIF, S., ASHRAF, M. & GILANI, A. H. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, 21, 17-25, 2007.
- ARRIETA-MENDOZA, D., PEREZ-AREVALO, M.L., LUENGO, A., HERNÁNDEZ, J.P., LISTA-ALVES, D., MOSQUERA, J. Alteraciones histológicas hepáticas e incremento de proteínas séricas en pollos de engorde alimentados con dietas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae*. **Investigación Clínica** 48. 2007.
- ASARE, G.A. et al. Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. **Journal of Ethnopharmacology** 139 - 265– 272. 2012.
- AWERMAN, J. L.; ROMERO, L. M. Chronic psychological stress alters body weight and blood chemistry in european starlings (*Sturnus vulgaris*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, Oxford, v. 156, n. 1, p. 136–142, 2010.

AWODELE, O., OREAGBA, I. A., ODOMA, S., SILVA, J. A. T. & OSUNKALU, V. O. Toxicological evaluation of the aqueous leaf extract of *Moringa oleifera* Lam. (*Moringaceae*). **Journal of Ethnopharmacology**, 139, 330-336, 2012.

AYSSIWEDE, S.B. Effects of *Moringa oleifera* (Lam) leaves meal incorporation in diets on growth performances, carcass characteristics y economics results of growing indigenous Senegal chickens. **Pak. J. Nutr.**, pp. 1132–1145. 2011.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.

BANJO, O. S. Growth and performance as affected by inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal in broiler chicks diet. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 2, n. 9, p. 1-5, 2012.

BARBOSA, K.A. et al. Desempenho e características de carcaça de codornas de corte alimentadas com farelo de crame. **Rev. bras. Saúde prod. anim.**, Salvador, v. 18, n. 2, p. 282-292, June 2017.

BERTECHINI, Antônio Gilberto. Nutrição de Monogástrico. 2 ed. São Paulo: UFLA, 2013. 373 p.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. da. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 975-981, Out. 2003.

BORSA, A., KOHAYAGAWA, A., BORETTI, L.P., SAITO, M.E., KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.4, p.675-677, 2006.

BRASIL. CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Indicadores da Agropecuária/ Observatório Agrícola. Ano XXIX, n.1 v. 1, Janeiro 2020, p. 01-88. Brasília, DF. Disponível em: www.conab.gov.br/info-agro/precos/revista-indicadores-da-agropecuaria/item/download/30520_a10ce822fb579981fb25b4dd6498b994. Acesso em: 25 fev. 2020.

BRASIL. IBGE. Produção da pecuária municipal, volume 46, 2018. Disponível em: < biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf >. Acesso em: 04 out. 2019.

BURKHALTER, T. M.; MERCHEN, N. R.; BAUER, L. L.; MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; BRENT JUNIOR, J. L.; FAHEY JUNIOR, G. C. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affects ileal and total-tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. **The Journal of Nutrition, Bethesda**, v. 131, n. 7, p. 1978-1985, 2001.

CAMPBELL, T. W. Clinical Chemistry of Birds. In: THRALL, M.A. Veterinary Hematology and Clinical Chemistry. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins, 2004. p. 479-492.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, Texas, v. 16, n. 1, p. 71–120, 2013.

CASTILLO, L.R. et al. Inclusion of Moringa Leaf Powder (*Moringa oleifera*) in Fodder for Feeding Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, México, v. 20, n. 1, p.15-26, mar. 2018.

CHAU, C. F.; CHEN, C. H.; WANG, Y. T. Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. **Nutrition Research**, New York, v. 24, n. 5, p. 337-345, 2004.

CHUMARK, P., KHUNAWAT, P., SANVARINDA, Y., PHORNCHIRASILP, S., MORALES, N. P., PHIVTHONG-NGAM, L., RATANACHAMNONG, P., SRISAWAT, S. & KLAI-UPSORN, S. P. The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam. leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, 116, 439-446. 2008

COSTA, N. M. B., ROSA, C. de O. B. Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. 2 ed. Rio de Janeiro. Editora Rubio, 2016. 504p.

CUI, Y. M., WANG, J., LU, W., ZHANG, H. J., WU, S. G., QI, G. H. Effect of dietary supplementation with *Moringa oleifera* leaf on performance, meat quality and oxidative stability of meat in broilers. **Poultry Science**, 97, 2836–2844. 2018.

DENLI, M., BLANDON, J.C., GUYNOT, M.E., SALADO, S., PEREZ, J.F. Effects of dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes, y aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B-1. **Poultry Science** 88, 1444-1451, 2009.

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. **InfoStat versión 2019**. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponível em: < www.infostat.com.ar >. Acesso em: 04. out, 2019.

DRIVER, E. A. Hematological and blood chemical values of mallard (*Anas p. platyrhynchos*), drakes, before, during and after remige moult. **Journal of Wildlife Diseases**, Ames, v. 17, n. 3, p. 413-421, 1981.

DUARTE, C. R. DO A. et al. Casca de soja na alimentação de codornas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3057-3068, nov./dez. 2013.

ELKLOUB K, MOUSTAFA MEL, RIRY FH, MOUSA MAM, HANAN AH. Effect of using *Moringa oleifera* leaf meal on performance of Japanese quail. **Egyptian Poultry Science Journal** 35:1095-1108. 2015;

ERGUN, E., ERGUN, L., ESSIZ, D. Light y electron microscopic studies on liver histology in chicks fed aflatoxin. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, 113, 363-368. 2006.

ESPARZA, M.K.F. Uso del pollo de engorda como modelo para evaluar el potencial nutricional, nutraceutico y toxicológico de la hoja de *Moringa oleifera*. Departamento de Clínica Veterinaria, Centro de Ciencias Agropecuarias. 2016, 125 f. Tese (Maestro en Ciencias Veterinarias) Universidade Autónoma de Águas Calientes. Jesús María, Aguascalientes, México, 2016.

FERREIRA, F.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B.; SILVA, M.A.; FELIPE, WENCESLAU, V.P.S. R.R.; FREITAS, L.S. SANTOS, G.G.; GODINHO, R.M.; CLIMACO, W.L.S.; DALSECCOL, S.; CARAMORI JÚNIOR, J.G. Características de carcaça de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de metionina+cistina total. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.66, n.6, p.1855-1864, 2014.

FERREIRA, P. M. P., FARIAS, D. F., OLIVEIRA, J.; CARVALHO, A. F. U. *Moringa oleifera*: compostos bioativos e potencialidade nutricional. **Revista de Nutrição**, 21, 431-437. 2008.

FOIDL, N. et al. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. En: Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica. (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143, p. 341. 1999.

FOIDL, N., MAKKAR, H. P. S., BECKER, K., The portencial of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Fuglie, Lowell J. (Ed.). The miracle thee: the multiple uses of Moringa, CTA, Wageningen, The Netherlands, p. 45-76, 2001.

FOIDL, N.; MAYORGA, L.; VÁSQUEZ, W. Utilización Del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Universidad Nacional Ingemería, Manágua, Nicaragua. (2003).

GAKUYA D W, MBUGUA P N, KAVOI B AND KIAMA S G. Effect of supplementation of *Moringa oleifera* leaf meal in broiler chicken feed. International Journal of Poultry Science 13(4), 208-213. 2014.

GANGULY, R., GUHA, D. Alteration of brain monoamines & EEG wave pattern in rat model of Alzheimer's disease & protection by *Moringa oleifera*. **Indian J. Med. Res.** 128,744–751, 2008.

GOMÉZ, A. V.; ÂNGULO, K.J.O. Revisión de las características y usos de la planta *Moringa oleifera*. **Investigación & Desarrollo**, v.22, n.2, pág. 309-330, 2014.

GRANJA FUJIKURA. Granja matrizeira e incubatório de codornas. Manual prático de criação de codorna japonesa e europeia. São Paulo, 2018. 2p.

GRUNKEMEYER, V. L. Advanced diagnostic approaches and current management of avian hepatic disorders. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, Texas, v. 13, n. 3, p. 413–427, 2010.

GÜÇLÜ, B.K.; UYANIK, F; İŞCAN, K.M. Effects of dietary oil sources on egg quality, fatty acid composition of eggs and blood lipids in laying quail. S. Afr. **J. Anim. Sci.**, v.38, p.91-100, 2008.

HANNAN, MD.A.; KANG, JI-Y.; MOHIBBULLAH, MD, HONG, Y-KI; LEE, H; CHOI, J.; CHOI, I.S.; MOON, I.S. *Moringa oleifera* with promising neuronal survival and neurite outgrowth promoting potentials. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 152, p. 142–150. 2014.

HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. Veterinary Clinical Pathology, Santa Barbara, v. 31, n. 3, p. 140–151, 2002.

HOCHLEITHNER, M. Biochemistries In: RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J.; HARRISON L. R. Avian medicine: principles and application. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994. p.176-198.

HUSSAIN, S; MALIK, F; MAHMOOD, S. An exposition of medicinal preponderance of *Moringa oleifera* (Lank.). Pak. J. Pharma. Sci. 27, 397-403. 2014.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE, CAMPUS IPANGUAÇU (Brasil). Setor de Avicultura: Aviário 3: Distrito Base Física. [Ipanguaçu]: IFRN, [2020]. 1 imagem de satélite, color, 2D. Airbus Maxar Technologies. Lat. 5°32'11,5" S, 36°52'32,5" W. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-5.5359998,-36.8744232,340m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 02 mai. 2020.

JIMÉNEZ-MORENO, E. et al. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poultry Science**, Mexico, p.2197-2212, jul. 2010.

JORDÃO FILHO, J. et al. Suplementação de prebiótico (mananoligossacarídeo) na dieta de dois genótipos de codornas em crescimento. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 20, n. 3, p. 135-141, jul./set. 2017.

KAKENGI, A., KAIJAGE, J. T., SARWATT, S. V., MUTAYOBA, S. K., SHEM, M. N. & FUJIHARA, T. "Effect of *Moringa oleifera* leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania". **Livestock Research for Rural Development**, 19(8), 2007. ISSN: 0121-3784, Disponível em: <www.lrrd.cipav.org.co/lrrd19/8/kake19120.htm>, Acesso: 14 fev 2017.

KHONGRUM, J.; WATTANATHORN, J.; MUCHIMAPURA, S.; THUKHUM-MEE, W.; THIPKAEW, C.; WANNANON, P.; TONG-UN, T. *Moringa oleifera* leaves extract attenuates neuropathic pain induced by chronic constriction injury. **Am. J. Appl. Sci.** 9, 1182–1187. 2012.

KUNYANGA CN, IMUNGI JK, OKOTH MW, BIESALSKI HK, VADIVEL V. Total phenolic content, antioxidant and antidiabetic properties of methanolic extract of raw and traditionally processed Kenyan indigenous food ingredients. **LWT-Food Sci Technol**, 45 (2012): 269–76.

LAGANA, C. et al. Níveis dietéticos de proteína e gordura e parâmetros bioquímicos, hematológicos e empenamento em frangos de corte estressados pelo calor. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1783-1790, Dec. 2007.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A. Abate humanitário de aves. WSPA Brasil, Rio de Janeiro, 2010.

LUMEIJ, J.T. Avian Clinical Biochemistry. In: Kaneko, J.J.; Harvey, J.W.; Bruss, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals 5th edition. San Diego, Academic Press, 1997. 932p

MACAMBIRA, G.M. et al. Caracterização nutricional das folhas de *Moringa oleifera* (MOL) para frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 70, n. 2, p. 570-578, mar. 2018.

MACCHI, B.M. Alterações hematológicas, bioquímicas e histopatológicas no modelo de malária aviária *Gallus gallus* por *Plasmodium gallinaceum*: papel do óxido nítrico. 2011, 117 f. Tese (Doutorado em Neurociências), Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém – PA. Brasil, 2011.

MAKKAR, H. S.; BECKER, K. Los nutrientes y anti-factores de calidad en diferentes partes morfológicas del árbol *Moringa oleifera*. **Revista de Ciencias Agrícolas (Cambridge)**, 128, 311-322. 1997.

MAS, H.A.R. et al. Energia metabolizável de alimentos protéicos para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2.; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2004, Lavras, MG. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. p.204

MBIKAY, M. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. **Frontiers in Pharmacology**, 3, 1-12, 2012.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P.R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 660-665, 2005.

MILLER, L.; QURESHI, M.A. Introduction of heat shock proteins and phagocytic function of chicken macrophage following in vitro heat exposure. **Veterinary Immunology Immunopathology**, v.37, n.1, p. 34-42, 1991.

MISHRA, G., SINGH, P., VERMA, R., KUMAR, S., SRIVASTAV, S., JHA, K.K., KHOSA, R.L. Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of *Moringa oleifera* plant: an over view. **Der Phamacia Lettre** 3,141–164. 2011.

MOYO B, MASIKA PJ, HUGO A, MUCHENJE V. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) leaves. **Afr J Biotech** 2011; 10(60): 12925-12933.

MUÑOZ, A.; Vargas, C. Jiménez, F. Suplementación con *Moringa oleifera* en una dieta tradicional de pollos de engorde. **Revista Innovando en la U**. Nº. 2. Año 2. 2011.

NKUKWANA, T. T., MUCHENJE, V., MASIKA, P. J., HOFFMAN, L. C., DZAMA, K. DESCALZO, A. M. Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal over a period of refrigeration. **Food Chemistry**, 142, 255-261, 2014a.

NKUKWANA, T. T., MUCHENJE, V., PIETERSE, E., MASIKA, P. J., MABUSELA, T. P., HOFFMAN, L. C., DZAMA, K. Effect on *Moringa oleifera* Leaf Meal on Growth Performace, Apparent Digestibility, Digestive Organ Size and Carcass Yield in Broiler Chickens. **Livestock Science**, v.161, p. 139-146, 2014b.

NORDI, W.M. et al. Diagnóstico de bem-estar de codornas japonesas utilizando a liberdade sanitária em dois sistemas de criação. Curitiba: Labea Publicações, UFPR, 2007. 6p.

NUNES, E. Geografia física do Rio Grande do Norte. 1ª. Natal: Ed. Natal, 2006.73 p.

OBANDO, W.I.; OJEDA, M.E.O. Evaluación de producción primaria de la moringa (*moringa oleifera* lamark) en la estación experimental "MUTILE". **Investigación y Saberes**, Vol. V No. 2 (2016): 84-91.

OCHI, Erneo et al. Effect of *Moringa (Moringa oleifera* Lam) Seeds on the Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chickens. **Journal Of Natural Sciences Research**, Sudão, v. 5, n. 8, p.1-9, ago. 2015.

OGBE, A.O.; AFFIKU, J.P. Proximate study, mineral y anti-nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves harvested from Lafia, Nigeria: potential benefits in poultry nutrition y health. **The Journal of Microbiology, Biotechnology y Food Sciences** 1, 296. 2011.

OLIVEIRA, L.M.F. de et al. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 823-831, dez. 2006.b

OLIVEIRA, N.T.E. de et al. Triglicerídeos sanguíneos e composição química da carne de codornas alimentadas com bixina e niacina suplementar. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1227-1233, ago. 2006.

OLIVEIRA, Will. Pesquisa desenvolvida no IFF Bom Jesus produz ovos enriquecidos com Ômega 3, 2018. Disponível em: www.portal1.iff.edu.br/nossos-campi/bom-jesus-do-itabapoana/noticias/pesquisa-desenvolvida-no-iff-bom-jesus-produz-ovos-enriquecidos-com-omega-3. Acesso em: 14 dez. 2018.

OLSON, M. E.; FAHEY, J. W. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, 82, 1071-1082, 2011.

OLUGBEMI, T.S., S.K. MUTAYOBA AND F.P. LEKULE. Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) inclusion in cassava based diets fed to broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.*, 9: 363-367, 2010.

ONBASILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Elsevier, v.95, p.255-263, 2005.

PARI, L., KUMAR, N.A. Hepatoprotective Activity of *Moringa oleifera* on Antitubercular Drug-Induced Liver Damage in Rats. **Journal of Medicinal Food** 5, 171-177, 2002.

PASTORE, S.M. et al. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica Nutritime**, v.9, n.6, p.2041-2049, 2012. Disponível em <<http://www.nutritime.com.br>>. Acesso em 14 maio, 2012.

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PÉREZ, T.S.A.; NAYDA ARMENGOL; REYES, F. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. **Pastos y Forrajes**, Vol. 33, No. 4, 2010.

RAJMAN, M.; JURÁNI, M.; LAMOSOVA, D.; MACAJOVA, M.; SEDLACKOVA, M.; KOSTAL, L.; JEZOVA, D.; VYBOH, P. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, n. 145, p. 363-371, 2006.

REVIDATTI, F.A.; FERNANDEZ, R.J.; TERRAES, J.C. et al. Modificaciones del peso corporal y indicadores de estrés en pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo. **Revista Veterinaria Argentina**, v.12, n.1, p.11-14, 2002.

RIVAS, V. M., LÓPEZ, P.J., MIRANDA, B. A.; SANDOVAL, M. Sustitución parcial de harina de sardina con *Moringa oleifera* en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. **Biotechnia / XIV** (2), p.3-10. 2012.

ROSA, G. do A. da et al. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1605-1610, Sept. 2011.

ROSALES, A.G.; VILLEGAS, P.; LUKERT, P.D. et al. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of infectious Bursal virus. **Avian Disease**, v.33, n.1, p.35-41, 1989.

ROSTAGNO, H.S. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3 ed. Viçosa: Universidade Federal, 2011.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283 p., 2007.

SANTOS, M. DO S.V. DOS; ESPÍNDOLA, G.B.; KHAN, A.S.; CARVALHO, L.E. DE; LOUREIRO, J.P.B. DE. Análise econômica da produção de poedeiras comerciais submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais. **Informações Econômicas**, SP, v. 41, n. 7, p. 54 - 59, 2011.

SARIKHAN, M.; SHAHRYAR, H. A.; NAZER-ADL, K.; GHOLIZADEH, B.; BEHESHT, B. Effects of insoluble fiber on serum biochemical characteristics in broiler. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 11, n. 1, p. 73-76, 2009.

SCHMIDT, E; LOCATELLI -DITTRICH, R; SANTIN, E; PAULILLO, A. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v 12, n.3. 2007. p.9-20.

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos; IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Perfil do Seu Município: Ipanguaçu. 2008. Disponível em: < <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000015019.PDF> >. Acesso em: 22 fev. 2020.

SILVA, A.F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C.H.F.; GARCIA R.G. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.70, n3, p.913-920, 2018.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, J. E. S.; MOURA, A. M. A.; NOGUEIRA, R. A. Efeito dos ácidos graxos essenciais sobre lipidemia e vascularização da membrana vitelina de codornas japonesas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 6, p. 1603-1612, 2012.

SILVA, J.H.V. et al. Exigências nutricionais de codornas. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.3, p.775-790 jul. /set., 2012a.

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

SILVA, P. C. G.; MOURA, G. S. B. M.; KIILL L. T. T.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, T. J. F.; FILHO, C. G. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Editores técnicos). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina/PE: Embrapa Semiárido, 2010, p. 19-48.

SILVA, P.L.A.P.A.; NASCIMENTO, M.R.B DE M., LITZ, F.H.; BUENO, J.P.R, FERNANDES, E. DE A. Peso relativo do fígado, pâncreas e baço em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 1475, 2014.

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras, MG. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.

SOUSA, M.S. et al. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Rev. bras. Saúde prod. anim.**, Salvador, v. 15, n. 2, p. 350-360, June 2014.

TAKAHASHI, L.S.; BILLER, J.D.; TAKAHASHI, K.M. **Bioclimatologia zootécnica**. 1ª Edição. Jaboticabal, 91 p., 2009.

TALREJA, T. Screening of crude extract of flavonoids of *Moringa oleifera* against bacteria and fungal pathogen. **Journal of Phytology**, 2, 31-35. 2010.

TENNANT BC. Hepatic Function. In: Kaneko JJ; Harvey JW; Bruss ML. Clinical Biochemistry of Domestic Animals 5th edition. San Diego, Academic Press, 1997.

TETEH, A., LAWSON, E., TONA, K., DECUYPERE, E., GBEASSOR, M. *Moringa oleifera* leaves: Hydro-alcoholic extract and effects on growth performance of broilers. **International Journal of Poultry Science**, 12, 401–405. 2013.

THAXTON, J.P.; SIEGEL, H.S. Immunodepression in young chickens by high environmental temperature. **Poultry Science**, v.42, n.1, p.202-205, 1982.

THOM, E.C., 1959. The discomfort index Weatherwise. 60:12-57.

THRALL M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W. et al. Veterinary Hematology and Clinical Chemistry. Lippincott: Williams & Wilkins, 2004. 618p.

THRALL M.A. et al. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. 2ª ed. Roca, São Paulo, 2015. 678p.

THRALL MA, BAKER DC, CAMPBELL TW, DENICOLA D, FETTMAN MJ, LASSEN ED, REBAR A, WAISER G. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2007. 582p.

VALDIVIÉ, M.; MESA. O.; RODRÍGUEZ, B. Utilización de dietas con harina de *Moringa oleifera* (tallos + hojas) en gallinas ponedoras. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 50, n. 3, 2016.

VIEIRA, A. M. S.; VIEIRA, M. F.; SILVA, G. F.; ARAÚJO, Á. A.; FAGUNDES-KLEN, M. R.; VEIT, M. T.; BERGAMASCO, R. Use of *Moringa oleifera* seed as a natural adsorbent for wastewater treatment. **Water, Air, and Soil Pollution**, 206, 273-281, 2010.

ZANU, H. K., ASIEDU, P., TAMPUORI, M., ABADA, M., ASANTE, I. Possibilities of Using *Moringa (Moringa oleifera)* Leaf Meal as a Partial Substitute for Fishmeal in Broiler Chickens Diets. **Online Journal of Animal and Feed Research**, v. 2, p.70-75, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Descrição orçamentária do projeto.

Descrição	Unidade	Quantidade	(R\$) Valor Unitário	(R\$) Valor Total
Rações	Kg	400	2,00	800,00
Equipamentos (bebedouros)	Unid.	30	8,00	240,00
Seringas, agulhas, entre outros materiais para coleta de sangue e órgãos				120,00
Anestesia e relaxante muscular				240,00
Aquisição de aves	Unid.	360	1,00	360,00
Farinha de folha de moringa	Kg	60	2,00	120,00
Análise de sangue*	Unid.	630	2,00	1.260,00
Publicação de resultados	Unid.	02	2.000,00	4.000,00
			Total	7.140,00

* Doação do Laboratório de Neurociências do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA).

APÊNDICE B – Efeito de diferentes níveis de proteína bruta de folha de Moringa oleifera (FMO%) na ração sobre rendimento relativo (%) de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa e vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) de codornas europeias abatidas aos 28, 35 e 42 dias de idade.

FMO (%)	Carcaça eviscerada (%)			Peito (%)			Coxa e sobrecoxa (%)			Vísceras comestíveis (%)		
	28	35	42	28	35	42	28	35	42	28	35	42
0	72,32	69,74	65,68	27,46	28,78	26,69	17,47	15,60	15,27	5,43	6,04	5,21
1	72,86	71,93	65,29	29,09	29,00	26,06	18,03	17,18	14,61	5,24	5,83	5,83
2	72,34	66,64	67,82	28,11	25,50	27,46	17,29	15,73	15,45	5,71	6,17	5,84
3	72,04	69,21	68,04	27,82	28,90	27,14	18,29	16,23	15,64	5,56	6,10	5,69
4	70,86	70,26	66,09	27,77	26,67	24,72	17,74	16,74	15,42	6,03	5,84	5,40
Média	72,10	69,57	66,69	28,05	27,83	26,48	17,73	16,26	15,34	5,60	6,00	5,56
CV ¹	2,60	3,58	6,51	5,13	7,67	16,57	5,29	5,74	7,38	7,55	8,99	13,48
Regressão												
						P-valor						
L ²	0,125	0,726	0,498	0,729	0,244	0,583	0,517	0,352	0,445	0,004	0,878	0,536
Q ³	0,163	0,608	0,494	0,479	0,475	0,563	0,807	0,645	0,751	0,010	0,921	0,151
0	73,46	74,14	72,29	28,85	30,15	30,05	17,48	17,31	16,69	5,16	4,53	4,65
1	72,92	72,24	75,85	28,41	29,37	31,07	17,73	16,85	17,48	5,20	5,22	5,34
2	72,11	71,36	70,29	27,06	28,32	28,71	17,68	17,17	16,00	5,32	5,45	4,71
3	71,67	71,54	73,12	28,37	29,39	29,85	17,56	16,52	18,09	5,77	5,50	5,05
4	72,02	71,61	70,64	28,66	29,71	29,17	17,42	16,97	16,34	6,04	5,75	5,61
Média	72,46	72,13	72,91	28,36	29,37	29,93	17,57	16,96	16,94	5,51	5,31	5,12
CV ¹	2,19	2,38	8,18	5,69	6,36	9,86	4,00	4,43	9,80	11,11	11,26	19,52
Regressão												
						P-valor						
L ²	0,042	0,002	0,325	0,846	0,729	0,391	0,758	0,226	0,698	0,002	<0,0001	0,457
Q ³	0,089	<0,0001	0,604	0,386	0,179	0,697	0,720	0,325	0,890	0,006	<0,0001	0,719
0	72,89	72,68	67,34	28,15	29,69	27,53	17,47	16,74	15,62	5,30	5,04	5,07
1	72,89	72,16	72,33	28,75	29,28	29,40	17,88	16,94	16,52	5,22	5,37	5,50
2	72,26	70,18	68,85	27,76	27,61	27,98	17,42	16,81	15,68	5,58	5,63	5,37
3	71,85	70,96	69,43	28,09	29,27	27,88	17,93	16,45	16,31	5,66	5,65	5,52
4	71,44	71,27	67,75	28,21	28,95	26,34	17,58	16,91	15,75	6,03	5,78	5,48
Média	72,27	71,45	69,16	28,19	28,96	27,85	17,66	16,77	15,98	5,56	5,49	5,38
CV ¹	2,41	3,14	8,48	5,38	7,05	15,13	4,72	5,09	9,79	9,31	11,94	16,26
Regressão												
						P-valor						
L ²	0,012	0,049	0,724	0,702	0,429	0,336	0,739	0,843	0,969	<0,0001	0,003	0,308
Q ³	0,042	0,025	0,331	0,908	0,207	0,312	0,792	0,930	0,721	<0,0001	0,007	0,472

¹CV - Coeficiente de variação (%); ²L (regressão linear) e ³Q (regressão quadrática) quando P<0,05.

APÊNDICE C – Custo por quilograma de ração com diferentes níveis de proteína de folha de Moringa oleifera (FMO) referente a dezembro/2019.

		Nível de proteína bruta de FMO na ração (%)									
Ração fase 1 a 21 dias	R\$/kg	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
		Ingrediente (Kg)					Total (R\$/Kg)				
Milho	1,00*	45,52	42,91	40,29	37,67	35,00	45,52	42,91	40,29	37,67	35,00
Farelo de soja	1,80*	47,19	45,69	44,18	42,68	41,19	84,93	82,23	79,52	76,82	74,13
FMO	0,00	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	4,40*	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	3,39	3,48	3,56	3,66	3,74
Calcário calcítico	0,34*	1,55	1,55	1,56	1,56	1,55	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Óleo de soja	4,00**	3,29	3,37	3,47	3,56	3,59	13,16	13,50	13,87	14,22	14,36
L-Lisina HCL	13,03***	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59
DL- Metionina	29,05****	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	8,39	8,60	8,80	9,01	9,30
Cloreto de sódio	0,60**	0,39	0,40	0,40	0,40	0,39	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23
Premix vit, mineral	6,96*	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96
Total (Kg)\$/kg		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	1,63	1,58	1,54	1,49	1,46
						%+/-	100%	97%	94%	91%	89%
Ração fase 22 a 42 dias	R\$/kg	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
		Ingrediente (Kg)					Total (R\$/Kg)				
Milho	1,00	53,10	50,31	47,32	44,34	41,35	53,10	50,31	47,32	44,34	41,35
Farelo de soja	1,80	39,40	37,53	35,82	34,12	32,41	70,92	67,55	64,48	61,41	58,34
FMO	0,00	0,00	4,55	9,09	13,64	18,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato monocalcico	4,40	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	3,11	3,23	3,35	3,45	3,57
Calcário calcítico	0,34	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Óleo de soja	4,00	4,07	4,15	4,26	4,37	4,48	16,28	16,58	17,04	17,47	17,92
L-Lisina HCL	13,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DL- Metionina	29,05	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	5,43	5,61	5,78	5,93	6,07
Cloreto de sódio	0,60	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Premix Vit, mineral	6,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96
Total (Kg)		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	1,56	1,51	1,46	1,40	1,35
						%+/-	100%	96%	93%	90%	86%

* Rancho Alegre Comercio e Representações de Produtos Agropecuários Ltda. CNPJ: 06.098.753/0002-49

** Consulta de preço em mercado local.

*** AB Araujo Produtos Veterinários. CNPJ: CNPJ: 81.061.061/0001-60. Disponível no link: < www.abaraujo.com/lisina-l-lysine-25kg >

**** Evonik Degussa Brasil Ltda. CNPJ: 62.695.036/0001-94. Dezembro/2019: US\$ 7,00/kg. Dólar considerado a R\$ 4,15/US\$ 1,00.

ANEXO A – Árvore, inflorescência e vagem de *Moringa oleifera* localizada no Setor de Avicultura do IFRN – *Campus Ipanguaçu*.



Fonte: autoria própria.

ANEXO B - Área de plantio de *Moringa oleifera* no IFRN – *Campus Ipanguaçu*.



Fonte: autoria própria.

ANEXO C – Ramos da Moringa oleifera coletados em 15 de agosto de 2017, no IFRN
– *Campus Ipanguaçu*.



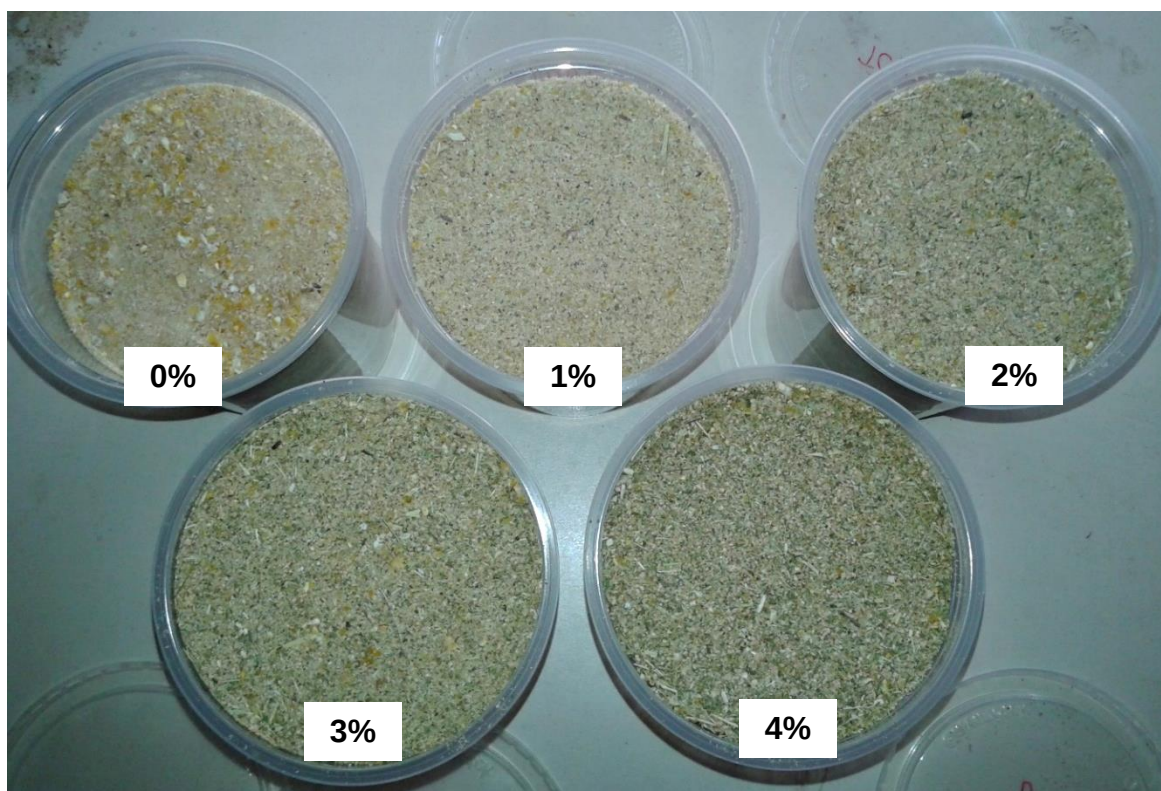
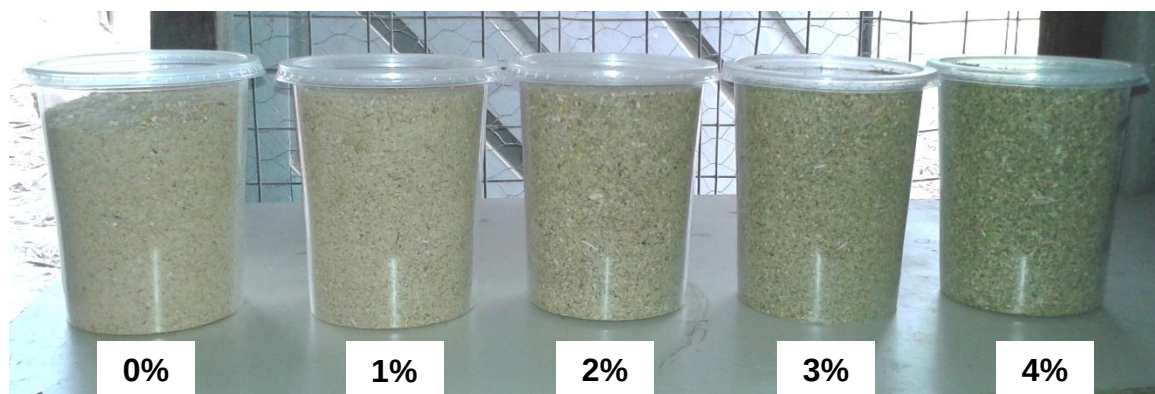
Fonte: Wigna Macêdo.

ANEXO D – Secagem ao sol de folhas e ramos de Moringa oleifera em IFRN –
Campus Ipanguaçu.



Fonte: Wigna Macêdo.

ANEXO E – Ração elaborada com diferentes níveis de inclusão de Moringa oleifera em IFRN – *Campus Ipanguaçu*.



Fonte: autoria própria.

ANEXO F – Boxes experimentais instalados no aviário do IFRN – *Campus Ipanguaçu*.



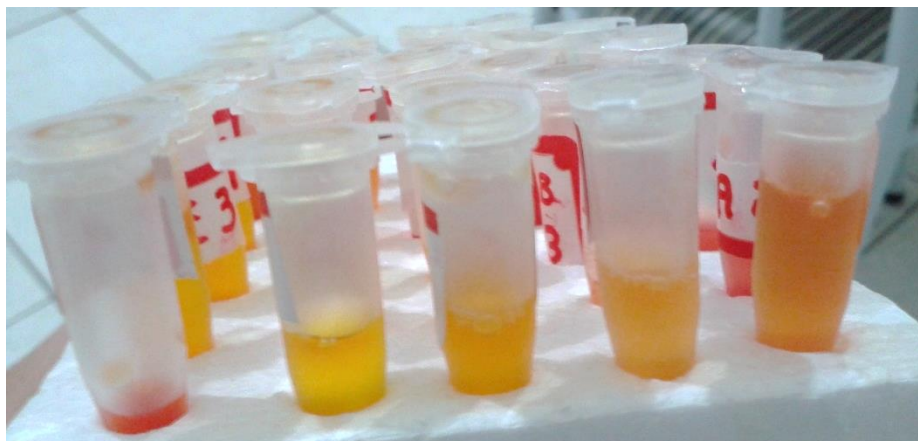
Fonte: autoria própria.

ANEXO G – Suporte para pendura e sangria das aves após insensibilização.



Fonte: autoria própria.

ANEXO I – Soro sanguíneo de codornas para provas bioquímicas após centrifugação.



Fonte: autoria própria.

ANEXO H – Peito com pele, peito sem pele e coxa com sobrecoxas de codornas europeias abatidas aos 28 dias de idade conforme nível de inclusão de proteína (%) de folha de Moringa oleifera.

0%



1%



2%



3%



4%



Fonte: autoria própria.