

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA- PPGZ**

HÉLIA SHARLANE DE HOLANDA OLIVEIRA

**Folhas de *Moringa oleifera* Lam. em dietas de aves de postura nas fases de
cria e recria**

**RECIFE- PE
2024**

HÉLIA SHARLANE DE HOLANDA OLIVEIRA

Folhas de *Moringa oleifera* Lam. em dietas de aves de postura nas fases de cria e recria

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello

Co-orientadores: Dr. Marcos José B. dos Santos
Profa. Dra. Bárbara Rodriguez

**RECIFE-PE
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

O48f Oliveira, Hélia Sharlane de Holanda.
Folhas de *Moringa oleifera* Lam. em dietas de aves de postura nas fases de cria e recria / Hélia Sharlane de Holanda Oliveira. - Recife, 2024.
119 f.; il.

Orientador(a): Carlos Bôa-Viagem Rabello.
Co-orientador(a): Marcos José B. dos Santos.
Co-orientador(a): Bárbara Rodriguez.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências.

1. Alimentos alternativos. 2. Compostos bioativos. 3. Nutrientes. 4. Fibras vegetais 5. Nutrição animal. I. Rabello, Carlos Bôa-Viagem, orient. II. Santos, Marcos José B. dos, coorient. III. Rodriguez, Bárbara, coorient. IV. Título

CDD 636

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA- PPGZ**

**Folhas de *Moringa oleifera* Lam. em dietas de aves de postura nas fases de
cria e recria**

Tese elaborada por:
HÉLIA SHARLANE DE HOLANDA OLIVEIRA

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia
(Orientador)

Prof. Dr. Alex Martins Varela de Arruda
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA
Departamento de Ciências Animais

Prof. Dr. Júlio César dos Santos Nascimento
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Profa. Dra. Lilian Francisco Arantes dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Prof. Dr. Marco Aurélio Carneiro de Holanda
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST/UFRPE
Departamento de Zootecnia

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS, a Nossa Senhora e ao meu anjo da guarda.

A minha mãe, Kátia e minha irmã, Shayane, por sempre me incentivarem a seguir em frente e nunca desistir, por serem exemplo de mulheres fortes e dedicadas. Ao meu irmão Tácio, por sempre me alegrar em todos os momentos e por todas as conversas de distração. Ao meu pai por todo carinho. A todo o restante da minha família por participarem desta caminhada e aos meus animais, pela companhia, alegrias e amor puro.

Ao professor Carlos pela orientação, apoio e palavras de incentivo.

A Lucas Ferreira, por estar comigo nos dias alegres e tristes, pela dedicação, carinho, apoio e atenção.

A Odrey Mesa pela condução do experimento, organização, dedicação e disponibilidade, sem você esse experimento não seria possível.

A Gabriel Miranda, pela dedicação e apoio no experimento, por ser um grande amigo e exemplo de profissional.

Agradeço a Vanessa e a Carlos, técnicos do LNA Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE, pela paciência, ensinamentos e companhia.

A Cynthia Marino, secretária do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela simpatia, disponibilidade e presteza.

Ao Sr. Pedro, pela força e braço forte sempre que precisei.

Aos meus amigos e colegas Carol, Dayane, Apolônio, Webert, Roberta, Bruna, Rhayane, Oziel, Heraldo, Delano, Almir, Luiz Wilker, Salmo, Izaac e Antônio por todo o apoio, conversas, trocas de experiências e conhecimentos. Ao grupo de avicultura por toda a ajuda e apoio.

A Marcos Santos e a profa. Lilian Arantes por todos os ensinamentos e palavras de incentivo.

A Matheus e profa. Dra. Patrícia pela disponibilidade em realizar as análises na UFPE.

A CAPES pela bolsa e auxílio na condução do experimento.

Por fim, agradeço aos meus colegas de curso e professores por partilharem seus conhecimentos.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição nutricional do farelo das folhas da *Moringa oleífera* e o seu potencial nutritivo na inclusão da dieta de aves de postura durante a fase de 1 a 8 semanas de idade e na fase de 9 a 16 semanas de idade, associado ou não à inclusão de fitase, sobre o desempenho, metabolizabilidade, rendimento dos órgãos, bioquímica sérica e parâmetros ósseos. Os experimentos foram realizados com aves poedeiras da Linhagem comercial Dekalb White na fase de 1 a 8 semanas de idade, foram utilizadas 1134 pintainhas, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com sete tratamentos e seis repetições, com 27 aves por unidade experimental. Foram utilizados níveis de inclusão de farelo de folhas de Moringa (FFM) na dieta com ou sem adição de fitase e os tratamentos consistiram em duas dietas com e sem inclusão de FFM e fitase e 5 dietas com inclusão de FFM com e sem fitase, sendo 2,5% sem fitase; 5% de FFM com fitase e 5% sem fitase, 10% de FFM sem fitase e 10% com fitase. Na fase de 9 a 16 semanas de idade, foram utilizadas 504 aves e distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições, com 14 aves por unidade experimental. Também foram utilizados níveis de inclusão de FFM na dieta com ou sem adição de fitase, além disso, as aves haviam recebido ou não Moringa em suas dietas na fase anterior (1 a 8 semanas). Com isso, os tratamentos consistiram em duas dietas sem inclusão de FFM com e sem fitase em ambas as fases e 4 dietas com inclusão de 20% FFM com e sem fitase, sendo um tratamento que recebeu dieta sem inclusão de FFM na fase anterior e veio a receber 20% sem fitase; outra com 5% de FFM com fitase na fase anterior e 20% de FFM com fitase, 10% de FFM sem fitase na fase anterior e 20% de FFM sem fitase; 10% de FFM na fase anterior com fitase e veio a receber 20% de FFM com fitase. A composição nutricional das folhas da Moringa apresentou 22,06% de proteína bruta, 8,22% de fibra bruta, 8,62% de extrato etéreo, 3948 kcal/kg de energia bruta, 39,93 e 19,40% de Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido, respectivamente, além de 18,21% de CNF. Também foram encontrados compostos antinutricionais em sua composição como inibidor de tripsina, saponinas, compostos fenólicos, tanino e fitato. Na primeira fase, a inclusão de até 5% de FFM na dieta de aves de postura com até 8 semanas de idade, não influenciou no desempenho, já nos níveis maiores houve maior consumo e pior conversão alimentar. Durante todo o período, a uniformidade foi acima de 80%. Na metabolizabilidade dos nutrientes e energia metabolizável, o tratamento de 10% de inclusão e sem fitase foi o que apresentou melhores resultados. A fitase auxiliou na maior resistência óssea no tratamento com maior inclusão de FFM. A Moringa tem capacidade de reduzir o colesterol sanguíneo e níveis de LDL, aumentar os valores de HDL. Na fase de 9 a 16 semanas de idade, no desempenho as aves que consumiram dieta com 5% de FFM e passaram a receber 20% ambas com fitase tiveram maior consumo de ração, ganho de peso e menor conversão alimentar já as aves que recebiam 10% com fitase e receberam 20% com fitase apresentaram melhor conversão alimentar e maior uniformidade. Na metabolizabilidade dos nutrientes, os mesmos tratamentos citados no desempenho também apresentaram destaque no aproveitamento dos nutrientes. Houve uma redução no colesterol sanguíneo e aumento dos níveis de HDL das aves que receberam FFM desde a fase anterior, além do aumento da glicose sanguínea. A moela foi mais pesada para as aves que receberam FFM assim como o tamanho dos cecos. Os ossos foram mais resistentes para as aves que receberam FFM desde o primeiro dia. Conclui-se que a Moringa apresenta capacidade nutricional para melhorar o desempenho das aves e prepará-las para a postura, com destaque nas quantidades de proteínas, energia, minerais, tipo de fibra e compostos bioativos. A inclusão de FFM desde o primeiro dia de idade das aves com a presença de fitase proporcionaram melhores resultados no desempenho, nos aproveitamentos energéticos e na metabolizabilidade dos nutrientes, também reduziram os níveis de LDL e aumentaram os de HDL nas aves além de ter proporcionado ossos mais resistentes nas aves.

Palavras-chave: alimento alternativo, compostos bioativos, fatores antinutricionais, fibra

ABSTRACT

The objective was to evaluate the nutritional composition of *Moringa oleifera* leaf meal and its nutritional potential when included in the diet of laying hens during the phase from 1 to 8 weeks of age and in the phase from 9 to 16 weeks of age, associated or no to the inclusion of phytase, on performance, metabolizability, organ yield, serum biochemistry and bone parameters. The experiments were carried out with laying hens from the Dekalb White commercial line from 1 to 8 weeks of age. 1134 chicks were used, distributed in a completely randomized experimental design with seven treatments and six replications, with 27 birds per experimental unit. Inclusion levels of Moringa leaf meal (MLM) were used in the diet with or without addition of phytase and the treatments consisted of two diets with and without inclusion of FFM and phytase and 5 diets with inclusion of FFM with and without phytase, being 2.5% phytase-free; 5% FFM with phytase and 5% without phytase, 10% MLM without phytase and 10% with phytase. In the phase from 9 to 16 weeks of age, 504 birds were used and distributed in a completely randomized experimental design with six treatments and six replications, with 14 birds per experimental unit. Inclusion levels of MLM in the diet were also used with or without the addition of phytase, in addition, the birds had or had not received Moringa in their diets in the previous phase (1 to 8 weeks). Therefore, the treatments consisted of two diets without the inclusion of MLM with and without phytase in both phases and 4 diets with the inclusion of 20% MLM with and without phytase, with one treatment receiving a diet without the inclusion of MLM in the previous phase and came to receive 20% without phytase; another with 5% MLM with phytase in the last phase and 20% MLM with phytase, 10% MLM without phytase in the previous phase and 20% MLM without phytase; 10% of MLM in the last phase with phytase and received 20% of MLM with phytase. The nutritional composition of Moringa leaves presented 22.06% of crude protein, 8.22% of crude fiber, 8.62% of ether extract, 3948 kcal/kg of gross energy, 39.93 and 19.40% of Fiber in Neutral Detergent and Fiber in Acid Detergent, respectively, in addition to 18.21% CNF. Antinutritional compounds were also found in its composition, such as trypsin inhibitors, saponins, phenolic compounds, tannins and phytate. In the first phase, the inclusion of up to 5% of MLM in the diet of laying hens up to 8 weeks of age did not influence performance, whereas at higher levels there was greater consumption and worse feed conversion. During the entire period, uniformity was above 80%. Regarding the metabolizability of nutrients and metabolizable energy, the treatment with 10% inclusion and without phytase was the one that showed the best results. Phytase helped to increase bone resistance in the treatment with greater inclusion of MLM. Moringa can reduce blood cholesterol and LDL levels and increase HDL values. In the phase from 9 to 16 weeks of age, in performance, the birds that consumed a diet with 5% MLM and started to receive 20% both with phytase had greater feed consumption, weight gain and lower feed conversion, whereas the birds that received 10% with phytase and received 20% with phytase showed better feed conversion and greater uniformity. In terms of nutrient metabolizability, the same treatments mentioned in performance also showed prominence in the use of nutrients. There was a reduction in blood cholesterol and an increase in HDL levels in birds that received MLM from the previous phase, in addition to an increase in blood glucose. The gizzard was heavier for birds that received MLM, as was the size of the caeca. Bones were stronger for birds that received MLM from day one. It is concluded that Moringa has the nutritional capacity to improve the performance of birds and prepare them for laying, with emphasis on the amounts of proteins, energy, minerals, type of fiber and bioactive compounds. The inclusion of MLM from the first day of age of birds with the presence of phytase provided better results in performance, energy use and nutrient metabolizability, also reduced LDL levels and increased HDL levels in birds in addition to providing bones more resistant in birds.

Keywords: alternative food, bioactive compounds, antinutritional factors, fiber

LISTA DE FIGURAS**CAPÍTULO 1**

Figura 1. Folhas, flores, frutos e sementes da Moringa..... 18

CAPÍTULO 2

Figura 2. Efeito da inclusão do FFM sobre os valores de HDL e LDL na fase inicial62

CAPÍTULO 3

Figura 3. Efeito da inclusão do FFM sobre os valores de HDL e LDL na fase de recria 99

Figura 4. Peso relativo da moela em função da inclusão de FFM na dieta 102

Figura 5. Influência da inclusão do FFM sobre a resistência óssea 104

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Composição do farelo de folha de <i>Moringa oleifera</i> em base de matéria seca (MS) | 21 |
| Tabela 2. Composição aminoacídica de folhas de <i>Moringa oleifera</i> relatados na literatura, com base da matéria seca..... | 24 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Tabela 3. Composição das dietas experimentais de acordo com a inclusão de farelo de folhas de <i>Moringa oleifera</i> (FFM) e fitase | 50 |
| Tabela 4. Composições nutricionais calculadas e determinadas das dietas experimentais..... | 51 |
| Tabela 5. Composição química, aminoacídica e energética do farelo de folhas de <i>Moringa oleifera</i> , com base na matéria seca e presença de compostos antinutricionais | 56 |
| Tabela 6. Efeito da inclusão do farelo de folhas de <i>Moringa oleifera</i> (FFM), com ou sem inclusão de fitase, sobre o peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e uniformidade de poedeiras leves nas fases de cria e recria | 58 |
| Tabela 7. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de aves de postura comercial | 60 |
| Tabela 8. Bioquímica sérica de aves postura comercial Dekalb White as 8 semanas de idade alimentadas com dietas com ou sem moringa e fitase..... | 61 |
| Tabela 9. Peso relativo dos órgãos (%) e comprimento do intestino em centímetros (cm) de aves postura comercial Dekalb White de 8 semanas alimentadas com dietas com ou sem moringa e fitase | 64 |
| Tabela 10. Parâmetros ósseos de aves postura comercial Dekalb White de 8 semanas alimentadas com dietas com ou sem moringa e fitase..... | 65 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Tabela 11. Tratamentos, dietas experimentais de 1 a 16 semanas de acordo com a fase de criação, nível de inclusão de FFM e fitase | 88 |
| Tabela 12. Composições nutricionais calculadas e determinadas das dietas experimentais para aves de postura de 9 a 12 semanas | 89 |
| Tabela 13. Composições nutricionais calculadas e determinadas das dietas experimentais para aves de postura de 13 a 16 semanas | 90 |
| Tabela 14. Composição química, aminoacídica e energética do farelo de folhas de <i>Moringa</i> | |

oleifera, com base na matéria seca e presença de compostos antinutricionais 91

Tabela 15. Efeito da inclusão do farelo de folhas de *Moringa oleifera* (FFM), com ou sem inclusão de fitase, sobre o peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e uniformidade de poedeiras leves (9 a 16 semanas) 95

Tabela 16. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de aves de postura comercial 96

Tabela 17. Bioquímica sérica de aves postura comercial Dekalb White de 16 semanas alimentadas com dietas contendo FFM com e sem fitase 98

Tabela 18. Peso relativo dos órgãos (%) e comprimento do intestino em centímetros (cm) de aves postura comercial Dekalb White de 16 semanas alimentadas com dietas contendo moringa com e sem fitase 101

Tabela 19. Parâmetros ósseos de aves postura comercial Dekalb White de 16 semanas alimentadas com dietas contendo FFM com e sem fitase 103

Sumário

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 15 |
| <i>Moringa oleifera</i> : características gerais e nutricionais, uso na alimentação de aves de produção | 15 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 2.1 Taxonomia, distribuição e características botânicas da <i>Moringa</i> | 17 |
| 2.2. Composição química e utilização da <i>Moringa</i> | 18 |
| 2.3. Composição nutricional das folhas da <i>Moringa</i> e aplicações na nutrição de aves | 20 |
| 2.4. Caracterização dos compostos antinutricionais presentes na <i>Moringa oleifera</i> | 27 |
| 2.4.1 Compostos fenólicos..... | 29 |
| 2.4.1.1 Taninos | 29 |
| 2.4.1.2 Lignina..... | 30 |
| 2.4.2 Saponinas..... | 32 |
| 2.4.3 Inibidores de Proteases | 33 |
| 2.4.4 Fitato..... | 33 |
| 2.4.4.1 Uso da fitase na alimentação de aves de postura..... | 35 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |
| CAPÍTULO 2 | 44 |
| Níveis de inclusão do farelo de folhas da <i>Moringa oleifera</i> na dieta de aves de postura nas fases iniciais de criação | 45 |
| RESUMO | 45 |
| ABSTRACT | 46 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 47 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 49 |
| 2.1 Local experimental, delineamento e manejo dos animais | 49 |
| 2.2 Preparação do farelo de folhas da moringa | 52 |
| 2.3 Parâmetros avaliados | 52 |
| 2.3.1 Desempenho zootécnico | 52 |
| 2.4 Metabolizabilidade | 52 |
| 2.5 Análises da composição química da <i>Moringa</i> e rações experimentais..... | 53 |
| 2.6 Coleta de sangue..... | 54 |
| 2.7 Análise de resistência óssea e Índice de Seedor | 54 |
| 2.8 Peso e comprimento dos órgãos | 54 |
| 2.8 Análises estatísticas | 55 |
| 3. RESULTADOS | 56 |
| 3.1 Composição bromatológica e compostos antinutricionais | 56 |
| 3.2 Desempenho produtivo..... | 57 |
| 3.3 Digestibilidade..... | 59 |
| 3.4 Bioquímica sérica | 60 |
| 3.5 Peso e comprimento dos órgãos | 63 |
| 3.6 Resistência óssea e Índice de Seedor..... | 65 |
| 4. DISCUSSÃO..... | 65 |

| | |
|--|-----------|
| 5. CONCLUSÃO..... | 73 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74 |
| CAPÍTULO 3 | 83 |
| Níveis de inclusão do farelo de folhas da <i>Moringa oleifera</i> na dieta de aves de postura de 9 a 16 semanas de idade | 84 |
| RESUMO | 84 |
| ABSTRACT | 85 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 86 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 87 |
| 2.1 Local experimental, delineamento e manejo dos animais | 87 |
| 2.2 Preparação do farelo de folhas da Moringa | 90 |
| 2.3 Parâmetros avaliados | 92 |
| 2.3.1 Desempenho zootécnico | 92 |
| 2.4 Metabolizabilidade | 92 |
| 2.5 Análises da composição química da Moringa e rações experimentais..... | 93 |
| 2.6 Coleta de sangue..... | 93 |
| 2.7 Análise de resistência óssea e Índice de Seedor | 94 |
| 2.8 Peso e comprimento dos órgãos | 94 |
| 2.9 Análises estatísticas | 95 |
| 3. RESULTADOS | 95 |
| 3.1 Desempenho produtivo..... | 95 |
| 3.2 Metabolizabilidade | 96 |
| 3.3 Variáveis sanguíneas | 97 |
| 3.4 Peso e comprimento dos órgãos | 100 |
| 3.5 Resistência óssea e Índice de Seedor..... | 103 |
| 4. DISCUSSÃO | 104 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 110 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 111 |

CAPÍTULO 1

***Moringa oleifera*: características gerais e nutricionais, uso na alimentação de**

aves de produção

Revisão de literatura

CAPÍTULO 1

Moringa oleifera: características gerais e nutricionais, uso na alimentação de aves de produção

Revisão de literatura

1. INTRODUÇÃO

O uso da *Moringa oleifera* vem sendo estudado como alimento alternativo considerando o seu alto conteúdo de proteína, aminoácidos, minerais e vitaminas que apresentam nas folhas, além de ser uma planta de fácil cultivo e adaptabilidade (Madalla; Agbo; Jauncey, 2013; Melo, 2012). A sua utilização pode ser economicamente viável quando comparada a outros suplementos tradicionais, devido a sua alta produtividade que contribuem para a redução dos custos de produção, tornando-a uma opção atrativa para pequenos e grandes produtores. Além disso, a moringa pode ser cultivada em diferentes condições climáticas, o que aumenta sua disponibilidade.

Vários autores relataram a viabilidade da utilização das folhas de moringa nas dietas de aves (Ahmed; Smithard; Ellis, 1991; Kakengi et al., 2007; Macambira et al., 2018; Olugbemi; Mutayoba; Lekule, 2010). No entanto, é importante considerar a capacidade de aproveitamento das aves em relação à fibra presente na Moringa, que depende da solubilidade da fração fibrosa e da idade dos animais. Aves mais velhas, com maior capacidade de fermentação cecal e tamanho do intestino, apresentam maior digestibilidade aparente da fração solúvel da fibra (Carre; Gomez; Chagneau, 1995). Essa característica proporciona às aves de postura maior tolerância às concentrações de fibra na dieta à medida que a sua idade aumenta (Pinheiro et al., 2013). Esses aspectos são particularmente relevantes nas fases iniciais de aves de postura, onde as exigências nutricionais tem grande importância para garantir um desenvolvimento adequado e uma alta produtividade na fase de produção. Devido a isso, o estudo da composição nutricional da Moringa e o nível a ser incluso na dieta de aves devem ser avaliados cuidadosamente, pois a composição nutricional interfere no nível de inclusão.

Outros fatores limitantes do consumo encontrados na Moringa são os compostos antinutricionais, que apesar de serem encontrados em pequenas quantidades nas folhas, devem ser considerados. Entre esses compostos estão os compostos fenólicos, flavonóides, taninos, lignina, saponinas, fitato, inibidores de proteases, oxalatos, glicosídeos cianogênicos (Foidl; Makkar; Becker, 2001; Leone et al., 2015; Moyo et al., 2012; Nouman et al., 2014; Ogbe;

Affiku, 2012; Richter; Siddhuraju; Becker, 2003; Valdivié-Navarro et al., 2020; Vanderjagt et al., 2000). No entanto, a depender da quantidade de alguns compostos encontrados nos alimentos, como compostos fenólicos, flavonóides e saponinas, estes podem oferecer benefícios nutricionais, atuando como antioxidantes, melhorando a saúde geral e contribuindo na melhoria do desempenho das aves (Ghasi; Nwobodo; Ofili, 2000; Hassan et al., 2016; Mbikay, 2012; Tete et al., 2016).

Nesse contexto, o uso de enzimas exógenas em rações contendo alimentos alternativos vem sendo difundido na alimentação de aves e segue objetivos distintos de remover ou diminuir a atuação dos fatores antinutricionais, melhorar a digestibilidade dos nutrientes, aproveitamento dos Polissacarídeos Não Amiláceos (PNA's) e suplementação de enzimas endógenas. Assim, as enzimas exógenas, podem beneficiar o uso desses ingredientes alternativos na alimentação animal, potencializando as suas características químicas e a ação das enzimas endógenas sobre os substratos específicos (Ribeiro et al., 2011; Sousa et al., 2019).

Entre as enzimas exógenas utilizadas na alimentação de aves, a fitase vem sendo bastante utilizada principalmente devido ao fato das dietas serem compostas de cerca de 90% de ingredientes de origem vegetal, onde parte do fósforo está complexada e indisponível devido à ausência da enzima no trato digestivo das aves (Fukayama et al., 2008). Além disso, no uso de alimentos alternativos que possuam a presença do fitato além de se complexar com o fósforo e outros minerais importantes, pode se complexar as proteínas, aminoácidos, amido e enzimas, o uso da fitase é recomendado para que o alimento seja melhor aproveitado.

Devido a presença de fitato nas folhas da *Moringa* e dos relatos na literatura, a decisão de utilizar a fitase exógena nesta pesquisa, se baseou nas limitações das aves em hidrolisar o fitato, com a expectativa de que a fitase exógena potencialize o aproveitamento mineral e nutricional, melhore o desempenho zootécnico e reduza os custos com suplementação mineral inorgânica (Bernal et al., 2006; Ferreira; Lopes, 2012).

Considerando a escassez de trabalhos avaliando as folhas de *Moringa oleífera* como ingrediente em dietas de aves de postura nas fases iniciais e considerando que essas folhas possuem componentes nutricionais associados a compostos químicos bioativos importantes para o desempenho, bem-estar e saúde destas aves, pode-se hipotetizar que a utilização deste ingrediente possa trazer benefícios para estes animais durante estas fases de criação associados ou não com a inclusão de fitase nestas dietas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Taxonomia, distribuição e características botânicas da *Moringa*

De origem indiana, a *Moringa oleífera* Lamarck, pode ser encontrada em vários países de clima tropical e subtropical. Pertence à Família Moringaceae da Ordem Papaverales (Anwar et al., 2007), dentre as 14 espécies descritas esta é a mais utilizada (Barreto et al., 2009). A *Moringa*, é popularmente conhecida por vários nomes: árvore baqueta devido ao formato de seus frutos se assemelharem a um bastão, bastante utilizado como alimento básico na Índia e na África, em outros países por ter efeito no aumento da produção de leite em mulheres lactantes é chamada como “melhor amiga da mãe”, outras denominações são lírio-branco devido a sua flor e quiabo de quina e árvore da vida (Estrella et al., 2000; Anwar et al., 2007; Rangel, 2020).

Devido ao seu alto valor nutricional, fácil cultivo e adaptabilidade, vem sendo amplamente cultivada em países da Ásia, África, América Central e do Sul (Melo, 2012). Inicialmente, foi introduzida no Brasil como planta ornamental, por volta de 1950, atualmente pode ser encontrada na região Nordeste, com destaque para os estados do Maranhão, Piauí e Ceará (Silva; Nascimento; Bento, 2021), devido a capacidade de propagação e adaptação as condições edafoclimáticas dessas regiões como períodos de estiagem, baixas pluviosidades, altas temperaturas e radiação solar (Anwar et al., 2007; Su; Chen, 2020).

Considerada uma planta rústica, possui rápido crescimento (porte arbóreo) chegando a atingir de 7 a 12 metros de altura, podendo alcançar ponto de corte com seis meses após o plantio, pode atingir 15 toneladas de matéria seca por hectare/ano. Além disso, tem grande potencial de propagação, podendo se reproduzir tanto de forma assexuada (por meio de estacas) quanto sexuadamente (através de sementes) (Karadi et al., 2006; Anwar et al., 2007). Pode ser cultivada até 1.400 metros de altitude, em quase todos os tipos de solos, exceto naqueles com possibilidade de alagamentos, também são encontradas tanto em regiões áridas e semiáridas e toleram temperaturas desde -1 a 48 °C (Mahmood; Mugal; Haq, 2010; Jesus et al., 2013).

Sabendo de sua rusticidade, é uma planta vantajosa e promissora na região nordeste, principalmente, em regiões muito secas, uma vez que suas folhas podem ser colhidas quando nenhum outro vegetal verde apresenta-se disponível, sendo uma excelente alternativa na estiagem, é considerada um dos melhores vegetais perenes (Alikwe; Omotosho, 2013).

Suas folhas são bipenadas com sete pequenos folíolos em cada pina (Souza; Lorenzi, 2012); e as flores são agrupadas em inflorescências terminais do tipo cimosas, de coloração amarelo-pálidas (Kiill; Martins; Lima, 2012).

O fruto é seco do tipo cápsula loculicida, com três valvas de cor castanho-médio (Ramos et al., 2010). Suas sementes são globóides e aladas, castanho-médio, com alas de coloração castanho-claro, em seu interior contém uma massa branca e oleosa (Gualberto et al., 2014) o núcleo é encoberto por conchas trialadas e oleaginosas, medindo em torno de 1 cm de diâmetro (Lorenzi; Matos, 2002).

Na Figura 1 estão apresentadas as folhas, frutos, flores e sementes da *Moringa oleifera*.



Figura 1. Folhas, flores, frutos e sementes da *Moringa*
Fonte: arquivo pessoal

2.2. Composição química e utilização da *Moringa*

A *Moringa* é bastante valorizada devido a sua composição nutricional e presença de compostos bioativos, possuindo diversos usos e benefícios farmacológicos para consumo humano e como medicamentos alternativos, como: combate de avitaminoses A e C, nos tratamentos de reumatismo e controle de hiperuricemia, cicatrização de feridas, efeitos antimicrobianos, terapêuticos e antioxidantes (Makker; Becker, 1997; Moyo et al., 2011; Mbikay, 2012), anti-inflamatório, analgésico, antiasmático, antianêmico, ativador do metabolismo, purificador de água, hepatoprotetor, hipotensivo, anti-espasmódico, promotor de crescimento, fortalecedor de músculos e ossos, mobilizador de líquidos do corpo (osmorregulação), inibidor do edema e diurético (Cáceres et al., 1991) e ainda como agente hipocolesterolêmico em pacientes com dislipidemia (Ghasi; Nwobodo; Ofili, 2000).

Sua valorização e utilização se dá pelas suas características e potenciais nutricionais. É considerada uma importante fonte de compostos bioativos e carotenoides com atividade antioxidante e de redução da pressão arterial (Gómez;Angulo, 2014). A *Moringa* é fonte compostos com atividade antioxidante, tais como ácido ascórbico, alfa-tocoferol, flavonoides,

polifenóis, beta caroteno, glicosídeos, tiocarbonados e compostos fenólicos (Anwar; Ashraf; Bhanger, 2005; Hassan et al., 2016; Makkar; Becker, 1996).

Em um levantamento comparativo entre folhas frescas e secas com outros alimentos, Mahmood; Mugal; Haq (2010) relatam que as folhas frescas podem apresentar sete vezes mais vitamina C que as laranjas, quatro vezes mais a vitamina A que a cenoura, quatro vezes o cálcio do leite e quatro vezes o potássio da banana. Já nas folhas secas essas quantidades de cálcio, potássio e carotenoides aumentam, 15 vezes mais potássio que a banana, 17 vezes mais cálcio que o leite e dez vezes mais vitamina A que a cenoura, neste relato apenas a vitamina C diminuiu e caiu pela metade.

Há relatos antigos do uso da moringa na Índia, pelos guerreiros denominados Maurianos que utilizavam o extrato das folhas durante a guerra para disponibilizar energia e diminuição do estresse e dor durante a guerra (Mahmood; Mugal; Haq, 2010). Outros relatos é que os antigos reis e rainhas utilizavam folhas e frutos da Moringa em sua dieta para manter a mente alerta e a pele saudável. Segundo (Anwar et al., 2007) a planta possui essa capacidade de ativador do alerta mental, da memória e da capacidade de aprendizagem e devido a sua capacidade antioxidante (Cáceres et al., 1991) além de diversas outras características, a moringa também ajuda a manter a pele saudável.

Cerca de 35 a 40 % de óleo são extraídos das sementes (Oliveira et al., 2012) chamado comercialmente de “óleo ben” ou “óleo behen”, além de bom perfil lipídico, possui elevado teor de tocoferóis como o α , γ e δ , ácidos graxos monoinsaturados, oléico, palmítico e bezênico, proporcionando ao óleo da Moringa boa estabilidade oxidativa (Anwar; Ashraf; Bhanger, 2005; Passos et al., 2013). Ainda possui compostos com atividade antimicrobiana o que incentiva a sua utilização tanto na alimentação como na indústria de cosméticos, bem como na preparação de pomadas antibióticas. A extração do óleo era bastante valorizada pelos romanos, gregos e egípcios para a fabricação de perfumes e loções (Jesus et al., 2013). Na Índia, o óleo já é utilizado para a produção de biodiesel. No Brasil, investigações laboratoriais foram realizadas pela Petrobrás, evidenciando potencialidade da planta como uma importante alternativa para produção de biodiesel (Lalas; Tsaknis, 2002; Passos et al., 2012).

Após a extração do óleo, obtêm-se a torta, que pode ser utilizado na alimentação animal ou como fertilizante (Anwar; Ashraf; Bhanger, 2005; Anwar; Bhanger, 2003; Rangel, 2020) que por sua vez possui teor proteico de 29 a 34% de proteína bruta, porém, é necessário a desintoxicação de compostos como as saponinas hemolíticas para que possa ser utilizada na alimentação animal (Anwar; Ashraf; Bhanger, 2005; Anwar; Bhanger, 2003).

As sementes também podem ser utilizadas para purificar a água e torná-la apropriada para o consumo devido à sua capacidade floculante e sedimentar (Barreto et al., 2009; Madrona, 2010).

2.3. Composição nutricional das folhas da Moringa e aplicações na nutrição de aves

A Moringa é mundialmente reconhecida pelo seu valor nutricional e medicinal, apresentando em sua composição valores consideráveis de minerais, vitaminas e aminoácidos essenciais (Qwele et al., 2013).

Devido ao fato desta planta ser encontrada em diversas regiões, conforme Pérez et al. (2010) e MOYO et al. (2011) afirmaram que a composição bromatológica das folhas da Moringa varia em função do cultivar, tipo de solo, adubação, disponibilidade de água e intervalo de corte, observa-se que, à medida em que a planta cresce, aumenta-se a espessura da parede celular, bem como a quantidade de lignina presente na mesma (Carvalho; Pires, 2008).

Com isso, são diversos os trabalhos relatando as variações na composição da folha da moringa conforme apresentado na Tabela 1, que apresenta os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), material mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), energia bruta (EB) e energia metabolizável (EM).

Tabela 1. Composição do farelo de folha de Moringa oleifera em base de matéria seca (MS)

| Autor(es) | Material | Nutrientes (%) | | | | | | | | | |
|--|----------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|------------------|
| | | MS | PB | FB | FDN | FDA | EE | MM | EB kcal/kg | EM kcal/kg | Aves** |
| Kakengi et al. (2007) | Folhas | 86,00 | 29,70 | – | – | – | 4,70 | 5,17 | – | 1879* | – |
| Olugbemi et al. (2010a) | Folhas | 93,70 | 27,44 | 6,30 | – | – | 9,13 | 11,42 | – | 2978* | Frangos |
| Olugbemi et al. (2010b) | Folhas | 94,60 | 28,00 | 7,10 | – | – | 5,90 | 12,2 | – | 2054* | Postura |
| Sánchez-Machado et al. (2010) | Folhas | – | 22,42 | – | – | – | 4,96 | 14,6 | – | – | – |
| Moyo et al. (2011) | Folhas | 90,47 | 30,29 | – | 11,40 | 8,49 | 6,50 | 7,64 | – | – | – |
| Melesse et al. (2011) | Folhas | – | 28,90 | 8,51 | 16,70 | 12,10 | 6,73 | 13,20 | 4013* | – | – |
| Ayssidwede et al. (2011) | Folhas | 92,3 | 28,50 | 11,70 | 15,10 | – | 9,80 | 13,60 | 4569* | 2889* | Nativa da África |
| Abou-Ellez et al. (2011) | Folhas | 91,22 | 19,76 | – | – | 27,11 | – | 9,61 | 4452 | – | – |
| Ogbe et al. (2011) | Folhas | 96,79 | 17,01 | 7,09 | – | – | 2,11 | 7,93 | – | – | – |
| Sharma et al. (2012) | Folhas | – | 20,51 | – | – | – | 2,63 | 5,13 | – | – | – |
| Passos et al. (2012) | Folhas | 90,00 | 22,85 | 6,83 | – | – | 6,87 | 9,92 | – | – | – |
| Mohammed et al. (2012) | Folhas | – | 22,73 | – | 27,63 | – | – | – | – | – | – |
| Alikwe et al. (2013) | Folhas | 90,67 | 18,29 | – | – | – | 7,65 | 13,63 | – | – | – |
| Valdez- et al. (2015) (L) ¹ | Folhas | 91,66 | 10,74 | 7,29 | – | – | 10,31 | 10,71 | – | – | – |
| Valdez- et al. (2015) (SnP) ² | Folhas | 96,94 | 11,48 | 9,46 | – | – | 10,21 | 11,18 | – | – | – |
| Nkukwana et al. (2015) | Folhas | 92,17 | 29,03 | – | 21,78 | 14,96 | 6,11 | 11,73 | – | 2954* | Frangos |
| Isitua et al. (2015) | Folhas | 93,88 | 24,31 | 10,28 | – | – | 9,22 | 11,50 | – | – | – |

Adaptado de Macambira (2021). ¹Valores determinados no experimento I do referido autor para galinhas poedeiras da linhagem Dekalb Withe; ²Moringa provenientes de dois locais diferentes; ³Moringa cultivada em Carpina/Pernambuco com 45 dias de rebrota; ⁴Moringa cultivada em Serra Talhada/Pernambuco com 4 meses de rebrota; ⁵Moringa cultivada em Aracajú/Sergipe, idade não informada. *Autores utilizaram equações para determinar valores; **Categoria animal para determinar a EM

Continuação Tabela 1. Composição do farelo de folha de *Moringa oleifera* em base de matéria seca (MS)

| Autor(es) | Material | MS | PB | FB | FDN | FDA | EE | MM | EB kcal/kg | EM kcal/kg | Aves** |
|----------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------------|------------|----------------------|
| Liaqat et al. (2016) | Folhas | 89,90 | 29,00 | 9,31 | – | – | 1,70 | – | – | – | – |
| Lu et al. (2016) | Folhas | 86,73 | 21,95 | – | – | – | 9,42 | 13,70 | – | 2032* | – |
| Lima (2016) | Folhas e talos | 87,87 | 18,17 | – | 43,72 | 30,14 | 3,95 | 11,39 | 4410 | – | – |
| Marinho (2016) | Folhas | 92,81 | 30,93 | – | 17,72 | 14,30 | 8,94 | 7,90 | 4544 | – | – |
| Silva Junior (2017) | Folhas | 90,00 | 18,03 | – | 47,50 | 26,23 | 4,02 | 10,66 | 3.967 | – | Postura |
| Sá (2018) | Folhas | 88,16 | 21,78 | – | 35,95 | 22,91 | 6,08 | 10,13 | 4632 | – | – |
| Macambira et al. (2018) | Folhas | 90,17 | 20,31 | – | 46,57 | 24,45 | 9,59 | 12,39 | 5022 | 3155 | Frangos |
| Ahmad et al. (2018) | Folhas | 92,40 | 26,93 | – | – | – | 6,84 | 11,11 | – | – | – |
| Oliveira (2019) (C) ³ | Folhas e talos** | 87,37 | 23,80 | 8,22 | 37,87 | 17,60 | 8,67 | 11,18 | 3366 | – | – |
| Oliveira (2019) (S) ⁴ | Folhas e talos** | 86,30 | 21,76 | 8,68 | 30,20 | 15,21 | 8,50 | 15,94 | 3415 | – | – |
| Oliveira (2019) (A) ⁵ | Folhas e talos** | 84,44 | 17,36 | 9,54 | 40,53 | 19,20 | 8,45 | 16,10 | 4281 | – | – |
| Cruz et al. (2020) | Folhas | 87,77 | 20,24 | – | 50,37 | – | – | 14,16 | – | 1791* | Frangos |
| Macambira (2021) | Folhas | 89,95 | 22,49 | – | 44,20 | 21,24 | 9,37 | 13,39 | 5139 | – | – |
| Vásquez (2021) | Folhas | 92,47 | 18,20 | – | 46,09 | – | – | 8,25 | 4811 | 2334 | Frangos ⁶ |
| Cattan et al. (2022) | Folhas | – | 27,40 | – | – | – | 5,60 | – | – | – | – |
| Gêmero et al. (2022) | Folhas | 94,56 | 17,67 | 10,77 | – | – | 6,36 | 11,64 | – | – | – |
| Total | – | 90,76 | 22,67 | 8,60 | 33,33 | 19,53 | 6,91 | 11,24 | 4367 | 2744 | – |

Adaptado de Macambira (2021).

¹Valores determinados no experimento I do referido autor para galinhas poedeiras da linhagem Dekalb Withe; ²Moringa provenientes de dois locais diferentes; ³Moringa cultivada em Carpina/Pernambuco com 45 dias de rebrota; ⁴Moringa cultivada em Serra Talhada/Pernambuco com 4 meses de rebrota; ⁵Moringa cultivada em Aracajú/Sergipe, idade não informada; ⁶Frangos de crescimento lento. *Autores utilizaram equações para determinar valores; **Categoria animal para determinar a EM

Com relação ao teor proteico identificado nas folhas da *Moringa*, são observadas variações entre 10,74% (Valdez-Solana et al., 2015) a 30,9% (Marinho, 2016). Além disso, segundo Kakengi et al. (2005), as folhas da *Moringa* possuem altos teores de proteína solúvel total, determinados através de incubação, o que torna as folhas adequadas para animais monogástricos.

Na literatura são descritos valores de energia metabolizável da *Moringa oleífera* para frango de corte, aves de postura, aves nativas da África e frangos de crescimento lento, através de equações (Ayssiwede et al., 2011; Cruz; Pérez; Cuttis, 2020; Nkukwana et al., 2015; Olugbemi; Mutayoba; Lekule, 2010). Já Macambira et al. (2018) e Vásquez (2021), utilizando animais, determinaram valores de energia metabolizável utilizando frangos de corte de 3155 e 2334 kcal/kg, respectivamente.

Esses teores de energia metabolizável relatados para as folhas da *Moringa* para aves de corte e postura, quando comparados a outros ingredientes utilizados em rações, podem ser considerados satisfatórios, tais como: farelo de algodão (39% PB), casca de soja e farelo de trigo, os quais apresentam teores de energia metabolizável de 1951, 841 e 1810 kcal/kg, respectivamente (Rostagno et al., 2017).

Em relação a composição aminoacídica foram identificados de 16 a 19 dos principais aminoácidos (Makkar e Becker, 1997). Dentre esses aminoácidos, encontram-se aqueles essenciais para aves, observados na Tabela 2; são eles: lisina, metionina, triptofano, treonina, arginina, isoleucina, histidina, fenilalanina e valina.

Tabela 2. Composição aminoacídica de folhas de *Moringa oleifera*, com base da matéria seca

| Aminoácidos | Machado et al. (2010) | Moyo et al. (2011) | Mutayoba (2011) | Melesse et al. (2011) | Okereke et al. (2013) | Marinelli (2016) | Lima (2016) | Lu et al. (2016) | Silva Junior (2017) | Macambira et al. (2018) | Oliveira (2019)* | Oliveira (2019)* | Cattan et al. (2022) |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| % | | | | | | | | | | | | | |
| Lisina | 1,53 | 1,63 | 1,40 | 1,32 | 3,60 | 1,63 | 0,36 | 1,07 | 0,89 | 0,93 | 1,21 | 0,79 | 0,96 |
| Metionina | 0,14 | 0,30 | 0,42 | 0,42 | 0,95 | 0,31 | 0,13 | 0,10 | 0,30 | 0,31 | 0,39 | 0,25 | 0,28 |
| Triptofano | – | 0,49 | 0,44 | – | – | 0,52 | – | – | – | 0,37 | – | – | – |
| Treonina | 0,79 | 1,25 | 1,02 | 1,30 | 4,38 | 1,09 | 0,34 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 1,15 | 0,77 | 0,81 |
| Arginina | 1,22 | 1,78 | 1,62 | 1,51 | 1,88 | 2,48 | 0,39 | 1,13 | 0,92 | 0,99 | 1,51 | 1,28 | 1,01 |
| Isoleucina | 0,89 | 1,17 | 1,09 | 1,09 | 2,33 | 1,18 | 0,34 | 0,75 | 0,76 | 0,77 | 1,17 | 0,75 | 0,76 |
| Histidina | 0,70 | 0,72 | 0,60 | – | – | 0,73 | 0,32 | – | 0,36 | 0,38 | 0,59 | 0,43 | 0,38 |
| Leucina | 1,75 | 1,96 | 2,01 | 2,14 | 5,22 | 2,05 | 0,63 | 1,54 | 1,43 | 1,49 | 2,09 | 1,30 | 1,50 |
| Fenilalanina | 0,89 | 1,64 | 1,62 | 1,64 | 4,26 | 1,73 | 0,47 | 1,12 | 1,07 | 0,93 | 1,62 | 1,07 | 1,20 |
| Valina | 1,13 | 1,41 | 1,40 | 1,40 | 3,36 | 1,26 | 0,25 | 0,97 | 0,92 | 0,96 | 1,46 | 0,98 | 0,93 |
| Cistina | – | – | 0,33 | 0,36 | – | 0,15 | – | 0,24 | – | 0,21 | 0,72 | 0,24 | – |
| Tirosina | 0,48 | 2,65 | 0,88 | – | 2,20 | 1,12 | – | 0,54 | – | – | – | – | 0,55 |
| Glicina | 1,03 | 1,53 | 1,19 | – | 5,15 | 0,96 | 0,41 | 0,94 | 0,94 | 0,89 | 1,23 | 0,84 | 0,80 |
| Prolina | 1,24 | 1,20 | 1,19 | – | – | 0,94 | 0,38 | 0,75 | 0,79 | 0,86 | 1,19 | 0,82 | 0,86 |
| Alanina | 1,25 | 3,03 | 1,48 | – | 3,43 | 1,39 | 0,46 | 1,15 | 1,02 | 1,08 | 1,44 | 1,01 | 1,09 |
| Serina | 0,94 | 1,09 | – | – | 4,20 | 1,10 | 0,35 | 0,89 | 0,79 | 0,74 | 1,21 | 0,89 | 0,75 |
| Ácido glutâmico | – | – | – | – | 2,53 | 3,81 | – | – | 1,92 | 2,02 | 3,72 | 2,72 | 2,07 |
| Ácido aspártico | – | – | 2,98 | – | 1,43 | 1,29 | 0,70 | – | 1,59 | 1,53 | 2,54 | 1,82 | 1,59 |
| HO-Prolina | 1,24 | – | – | – | 0,09 | – | – | – | – | – | – | – | 0,86 |
| Glutamato | 1,71 | 15,14 | – | – | – | – | – | 2,60 | – | – | – | – | – |
| Aspartato | 1,58 | 6,86 | – | – | – | – | – | 1,91 | – | – | – | – | – |

**Moringa oleifera* de duas localidades distintas

Ao considerar a concentração dos aminoácidos essenciais nas diferentes partes da *Moringa oleifera* (folhas, vagens e flores) observa-se que 44% destes estão nas folhas, 30% nas vagens imaturas e 31% nas flores (Sánchez-Machado et al., 2010).

Mesmo possuindo um bom perfil aminoacídico, por se tratar de um alimento de origem vegetal, a disponibilidade destes nutrientes das folhas da Moringa, irá depender a biodisponibilidade do mesmo após a digestão das proteínas, já que a disponibilidade de proteínas de origem vegetal é inferior as de origem animal (Teixeira et al., 2014; Silva Junior, 2017).

Macambira et al. (2018) verificaram que a principal constituição da fração fibrosa encontrada nas folhas da Moringa refere-se à porção solúvel deste nutriente. No referido trabalho os autores encontraram valores de 41,99% de fibra em detergente neutro e 23,46% de fibra em detergente ácido. Além disso, a Moringa é considerada um dos vegetais com maior concentração de carboidratos solúveis (Pérez et al., 2010).

Sendo assim, a solubilidade da fração fibrosa e a idade das aves vai interferir na capacidade de aproveitamento das aves, devido a maior capacidade de fermentação cecal, aves adultas apresentam maior digestibilidade aparente da fração solúvel da fibra devido apresentar tamanho intestinal maior e mais desenvolvido e com isso, maior capacidade de fermentação quando comparado com aves mais jovens (Carre; Gomez; Chagneau, 1995). Por essas características que as aves de postura possuem maior tolerância às concentrações de fibra na dieta quando comparadas aos frangos de corte (Pinheiro et al., 2013).

Outros compostos de importância nutricional encontrados nas folhas da Moringa são os ácidos graxos, são relatados que pelo menos 14 destes compostos estão presentes e dentre eles estão o α -linolênico e o palmítico, assim como pequenas concentrações os ácidos caprílico, láurico e araquidônico (Moyo et al., 2011). Sánchez-Machado et al. (2010) descrevem que todas as partes da Moringa contêm ácidos linoleico e linolênico, ácidos graxos essenciais para mamíferos e aves.

A presença de vitaminas importantes para produção animal também são relatadas, segundo Moyo et al. (2012) as folhas da Moringa apresentam vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), quanto hidrossolúveis, tais como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), piridoxina (B6), biotina (B7), ácido ascórbico (C). Ahmed et al. (2016), também verificaram quantidades de vitamina C nas folhas da Moringa de seis amostras diferentes, encontrando valores entre 51,226 a 150,157 mg/100g.

Em relação ao conteúdo mineral, Siguemoto, (2013), determinou valores médios de composição de Cálcio (1933,4 mg/100g), Fósforo (450,1 mg/100g), Potássio (1764,9

mg/100g), Sódio (4,7 mg/100g), Magnésio (505,5 mg/100g), Manganês (4,0 mg/100g), Ferro (13,30 mg/100g), Zinco (2,50 mg/100g) e Cobre (1,00 mg/100g). Méndez et al. (2018) avaliaram a composição mineral das folhas da Moringa em diferentes estágios de crescimento (60, 90, 120, 150 e 180 dias), estes autores verificaram que as concentrações dos minerais analisados tendem a aumentar com o envelhecimento da planta. Estes estudos demonstram o potencial nutritivo da moringa como fonte rica nos principais minerais de interesse zootécnico.

São diversos os trabalhos que demonstram a utilização das folhas da *Moringa oleífera* na alimentação das aves. Kakengi et al. (2007) utilizando folhas de moringa em níveis de 5% de inclusão, relatam que não houve influência nos parâmetros de desempenho de galinhas poedeiras Leghorn da 20^a a 33^a semana de idade. Voemesse et al. (2019) utilizando níveis de 0%; 1% e 3% em aves de postura relataram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar com a inclusão de 3% de folhas de Moringa na fase de 8 a 20 semanas de idade. Ebenebe et al. (2013) também trabalharam com a inclusão do farelo de folhas de moringa para aves de postura, utilizaram aves da linhagem Isa Brown da 16^a a 24^a semana de idade e verificaram aumento no peso médio dos ovos quando utilizaram nível de inclusão de 2,5% na dieta das aves. Resultado semelhante foi observado por Tesfaye et al. (2013) com utilização 5% de inclusão de moringa na dieta de aves de reprodutoras da 22^a a 34^a semana de idade.

Gadzirayi et al. (2012) observando o desempenho de frango de corte, descrevem que os níveis de 0 e 25% não influenciaram no consumo de ração e média de peso, os níveis de fibra não alteraram na resposta das aves. Nkukwana et al. (2015) a utilização das folhas da Moringa na alimentação de frangos de corte dos 7 aos 21 dias, proporcionou aumento no ganho de peso e baixa taxa de mortalidade, recomendando a inclusão entre 1 a 25 g/kg da folha na dieta para melhorar a eficiência de utilização e deposição de tecidos nos frangos de corte, aumentando o potencial genético das aves para o crescimento.

Zanu; Peter (2012) utilizando níveis de inclusão de 5%, 10% e 15%, sugerem comprometimento nos parâmetros de desempenho de frangos de corte, como redução no peso corporal final, ganho de peso e piora na eficiência de conversão alimentar a medida em que os níveis de moringa aumentam devido ao teor de fibra da ração também aumentar.

Banjo (2012) trabalhou com as folhas de moringa na alimentação de frangos de corte, utilizando níveis de inclusão, de 0%, 1%, 2%, 3% e 4%, verificou-se que animais alimentados com níveis acima de 3% apresentaram maior ganho de peso, a partir deste ponto esse parâmetro tendeu a diminuir. Este autor atribuiu para este comportamento, o alto teor de fibra

presente no material que, em rações em níveis maiores comprometeu o aproveitamento da ração por parte dos animais.

Diferentes níveis de inclusão de moringa são relatados na literatura compondo a dieta de aves de corte e de postura, porém, quando se trata da inclusão nas fases iniciais de criação de aves de postura os resultados são escassos. Além de investigar o melhor nível a ser inserido na alimentação das aves nessa fase inicial de criação, também é de extrema importância a avaliação da composição do alimento a ser incluído na ração, como visto por alguns autores, à medida que se vai aumentando os níveis de moringa a eficiência da ave em digerir a fibra diminui.

2.4. Caracterização dos compostos antinutricionais presentes na *Moringa oleifera*

Mesmo a *Moringa* sendo bastante atrativa devido ao seu valor nutricional e sua facilidade de crescimento e produção em diversas regiões, a presença de fatores antinutricionais que são compostos secundários de plantas que, quando ingeridos em grandes quantidades pelo animal, podem ser tóxicos, reduzir o valor nutricional dos alimentos interferindo na biodisponibilidade e digestibilidade de alguns nutrientes (Del-Vechio et al., 2005).

Os fatores antinutricionais podem ser divididos de acordo com o princípio da ação, em quatro tipos de substâncias: as que inibem a digestão e utilização de proteínas, as que inibem a utilização de energia, as que aumentam as necessidades vitamínicos dos animais e as substâncias que alteram o sistema imunológico. Dentre essas substâncias, os inibidores de protease, ácido fítico, polifenóis e lectinas vegetais são responsáveis por apresentarem os principais efeitos antinutricionais nos animais (Su; Chen, 2020).

A quantidade de fatores antinutricionais presentes nas folhas da *Moringa* são variáveis por vários motivos, tais como, estágio de crescimento da planta, genética, maturidade da planta, condições edafoclimáticas, desafios referentes a pragas e doenças, assim como também variações quanto aos procedimentos de secagem, processamento, amostragem e efeitos dos métodos de análise empregados em laboratórios diferentes (Förster et al., 2015; Leone et al., 2015).

Na literatura são relatadas a presença desses fatores antinutricionais nas folhas: compostos fenólicos, taninos, lignina, saponinas, fitato, inibidores de proteases, oxalatos e glicosídeos cianogênicos (Foidl; Makkar; Becker, 2001; Leone et al., 2015; Moyo et al., 2012; Nouman et al., 2014; Ogbe; Affiku, 2012; Richter; Siddhuraju; Becker, 2003; Valdivié-Navarro et al., 2020; Vanderjagt et al., 2000). Porém, a depender da quantidade de alguns

compostos encontrados nos alimentos, como compostos fenólicos, flavonóides e saponinas, estes podem ser benéfico para as aves (Ghasi; Nwobodo; Ofili, 2000; Hassan et al., 2016; Mbikay, 2012; Tete et al., 2016).

Segundo Makker; Becker (1997) as folhas da moringa não contêm fatores antinutricionais como: lectinas ou inibidores de tripsina, também foi relatado que a maior concentração destes compostos encontram-se nas sementes, porém Ogbe; Affiku (2012) e Vanderjagt et al. (2000) encontraram pequenas quantidade de inibidores de tripsina nas folhas. Nas sementes são encontrados saponinas, lignina, alcalóides, taninos, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos e oxalatos (Abbas, 2013; Idris et al., 2016; Igwilo et al., 2017; Khalaf et al., 2018; Stevens et al., 2015). No óleo da moringa são encontrados fitatos, saponinas e taninos, porém ainda são poucos os trabalhos relacionados ao assunto (Dinesha et al., 2018). Com isso, percebe-se uma variação na presença desses fatores antinutricionais presentes na *Moringa oleífera*, isso devido essas pesquisas terem sido realizadas em diferentes partes do mundo e com diferentes métodos.

A secagem das folhas da Moringa para serem fornecidas aos animais ajuda na remoção ou redução desses compostos como o tanino e saponina (Mbah; Eme; Paul, 2012) para o tanino há uma redução de 15 a 30% em relação a folhas frescas (VITTI et al., 2005).

A depender da quantidade de alguns compostos encontrados nos alimentos, como compostos fenólicos, flavonóides e saponinas, tanino consensado estes podem ser benéfico para as aves e ter ação antimicrobiana (Ghasi; Nwobodo; Ofili, 2000; Hassan et al., 2016; Mbikay, 2012; Su; Chen, 2020; Tete et al., 2016).

Sendo assim, é de primordial importância o conhecimento das características bromatológicas destes alimentos alternativos, bem como suas limitações nutricionais, tais como presença de fatores antinutricionais, para que se possa ter um conhecimento adequado de seus limites de inclusão nas dietas dos animais (Barbosa; Gattás, 2004). Porém, apesar da importância da presença desses compostos na planta, ainda são poucos os trabalhos relacionados aos fatores antinutricionais presentes na Moringa e seus efeitos na dieta de aves.

Portanto, serão assim descritos os principais fatores antinutricionais encontrados na Moringa de acordo com a quantidade de trabalhos encontrados.

2.4.1 Compostos fenólicos

Valdivié-Navarro et al. (2020) relatam que as concentrações de polifenóis nas folhas de Moringa estão em média de 2,89%. Foidl; Makkar; Becker (2001) e Moyo et al. (2011), detectaram concentrações de 3,4% e 2,02%, respectivamente, de polifenóis totais. Os polifenóis são compostos fenólicos em que suas moléculas são caracterizadas por apresentarem pelo menos uma unidade fenol que é um grupamento hidroxila ligado a um hidrocarboneto aromático (Souza et al., 2019). Estes podem ser classificados como simples ou polifenóis, dependendo da quantidade de fenóis presentes na molécula (Mueller-Harvey, 2006).

Makkar; Becker (1999), observaram que a concentração de fenóis totais nas sementes descascadas e farelo de sementes desengordurado de moringa estavam em 0,02% e 0,04%, respectivamente. Olagbemide; Alikwe (2014) verificaram que a maior parte dos fenóis totais eram retirados no processo de extração do óleo do farelo de sementes, visto que as porcentagens desses compostos reduziram de 0,13% no farelo não desengordurado para 0,03% no desengordurado. Exemplos de compostos fenólicos são os taninos, lignina e flavonóides.

2.4.1.1 Taninos

Os taninos possuem a capacidade de formar complexos insolúveis com macromoléculas como proteínas, polissacarídeos, vitaminas, lipídios e minerais, aumentando a quantidade desses nutrientes nas fezes principalmente de aminoácidos, afetando de forma negativa o aproveitamento nutricional de alimentos que contém esse composto em grandes quantidades, podendo diminuir o consumo de ração, ganho de peso e peso dos ovos das aves. São característicos por apresentarem sabor adstringente levando a diminuição da atratividade e comprometimento na ingestão de fontes alimentares ao qual estão presentes, além de inibir a atividade de várias enzimas digestivas e provocar erosões das células epiteliais (Aguilar et al., 2013; Arbenz; Avérous, 2015; Bele; Jadhav; Kadam, 2010).

Estes compostos secundários são o quarto constituinte mais abundante nas plantas, após celulose, hemicelulose e lignina e estão envolvidos na defesa vegetal contra patógenos e animais herbívoros, protegem os cloroplastos contra fotodegradação e tem, nas sementes, funções de atração de agentes polinizados e dispersores (Aerts; Barry; McNabb, 1999; Singh; Negi; Radha, 2013; Souza et al., 2019).

De modo geral, segundo Naumann et al. (2017), os taninos podem ser classificados em dois tipos: hidrossolúveis (não condensados) e condensados, possuindo estruturas químicas

diferentes. Os taninos hidrossolúveis ou não condensados, quando submetidos a hidrólise ácida, liberam um açúcar e ácidos fenólicos, tais como o ácido gálico e o cefálico. Já os taninos condensados são grandes moléculas (polímeros) de flavanóides e, apesar de estarem em maior quantidades nas plantas, constituem as estruturas lenhosas dos vegetais, estando também envolvidos nos processos de cicatrização dos mesmos (Silva; Silva, 1999).

Concentrações de tanino de 2,12% (Ogbe; Affiku, 2012); 3,12% de taninos condensados Moyo et al. (2011) e FOIDL; MAKKAR; BECKER (2001) relataram 1,4% e taninos condensados não foram detectados nas folhas de *Moringa oleifera*.

Alguns trabalhos determinaram as concentrações de taninos nas sementes desta planta e encontraram valores de 0,04% (Igwilo et al., 2017) e 1,89% (Stevens et al., 2015), já Makker; Becker (1997) não detectaram a presença de tanino no grão nem no grão desengordurado. No óleo da semente da moringa foram encontrados valores de 9,10; 9,12 e 6,12% de taninos, a depender do método de extração utilizado metanol, Soxhlet e SC-CO², respectivamente (Dinesha et al., 2018). Vale salientar que os efeitos negativos quanto a presença dos taninos está relacionada a ingestão de fontes alimentares que contenham altas doses desses polifenóis.

2.4.1.2 Lignina

A lignina é outro composto fenólico além do tanino que está presente nas folhas da *Moringa*. Tem função de bloqueio enzimático além de proporcionar rigidez a parede celular vegetal e proteger os tecidos contra o ataque de microrganismos, tem um importante papel no transporte de água, nutrientes e metabólitos sendo o terceiro componente mais abundante nas plantas, atrás apenas da celulose e hemicelulose (Silva et al., 2012; Souza et al., 2019). A molécula de lignina é formada por percussores de compostos fenólicos e constitui importante obstáculo para a digestão da fibra, visto que se liga quimicamente aos carboidratos da parede celular (Maeda et al., 2012; Souza et al., 2019).

Dentre os componentes da fibra, a lignina se encontra na fração insolúvel. A primeira fração determinada constitui na extração em solução de detergente neutro, é composta pela celulose, hemicelulose e lignina, obtendo o FDN (Fibra em Detergente Neutro) e a segunda, extraída em uma solução detergente ácida, pela celulose e lignina, obtendo a FDA (Fibra em Detergente Ácido), haverá na fração solúvel polissacarídeos não amiláceos (PNA), substâncias pécnicas e hemiceluloses e na fração insolúvel a lignina, celulose, hemiceluloses insolúveis, taninos, cutinas e compostos minoritários (Rufino et al., 2017).

Com isso, a fibra insolúvel tem um destaque na alimentação de aves pois geralmente corresponde aos componentes da parede celular dos vegetais, e pode ser caracterizada como carboidratos que são resistentes a digestão por enzimas endógenas em animais não ruminantes e que podem ser fermentadas completa ou parcialmente no intestino grosso. Como as aves não possuem o ceco funcional, a porção insolúvel passa mais rápido pelo intestino podendo diminuir a digestão do alimento passando a ser o principal substrato para fermentação microbiana no intestino grosso servindo de fonte energética para os microorganismos do cólon (Montagne; Pluske; Hampson, 2003; Rebello; o'neil; Greenway, 2016).

Já a porção solúvel forma um gel viscoso reduzindo a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestório das aves, aumentando a viscosidade da digesta podendo dificultar a ação das enzimas digestivas ao substrato a ser digerido e aumentar a ação de microrganismos já que o alimento irá passar mais tempo no trato digestório (Montagne; Pluske; Hampson, 2003; Rebello; O'neil; Greenway, 2016).

De acordo com Macambira et al. (2018) a principal constituição da fração fibrosa encontrada na farinha de folhas de moringa refere-se à porção solúvel deste nutriente. No referido trabalho foram encontrados valores de 41,99% de fibra em detergente neutro e 23,46% de fibra em detergente ácido, representando, assim, um dos vegetais com maior concentração de carboidratos solúveis. Segundo Makkar; Becker (1996) e Pérez-Vendrell et al. (2001), determinaram a composição química das folhas da *Moringa oleifera* e encontraram valores de lignina de 22g/kg com base na matéria seca. Valdivié-Navarro et al. (2020), em seu levantamento, relatam que as quantidades de lignina, assim como outros componentes da fibra (fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e hemicelulose), são relativamente altos nas folhas desta planta, variando de 5,43 a 13,66%, Padilla et al. (2014) avaliando o efeito da altura de corte da moringa nos indicadores de produção encontraram valores entre 9,71 a 11,87% de lignina para as alturas de cortes de 10, 20 e 30 cm. Abbas (2013), em sua revisão sobre uso da moringa na dieta de aves, cita que os valores de lignina, para sementes desta planta, estão em média em 14g/kg, enquanto Khalaf et al. (2018) encontraram porcentagem de 2,27% de lignina, respectivamente, para o farelo de sementes desengordurado de *Moringa oleifera*.

Com isso, altos teores de lignina podem ser evitados nas folhas da Moringa com a redução da idade de corte e colheita das folhas mais jovens. Segundo Melo, (2012) a medida em que a planta vai ficando mais velha seu valor nutritivo vai diminuindo e a fibra aumentando, o autor relata que o feno da Moringa apresentou melhor valor nutritivo com 28 dias de idade de corte.

A utilização de enzimas exógenas como as xilanases, celulases e carboidrases também seriam outras opções para um maior aproveitamento da fração fibrosa da Moringa para aves, já que os (PNAs) estão na maioria das vezes associados à lignina e formam um complexo de fibra e essas enzimas são suplementadas nas dietas com o intuito de reduzir os efeitos negativos dos inibidores de crescimento presentes nos ingredientes, auxiliando as enzimas endógenas nos processos digestivos e incrementando, assim, a digestibilidade dos alimentos utilizados nas formulações das rações (Ferreira et al., 2015).

2.4.2 Saponinas

As saponinas são glicosídeos amplamente distribuídos nas plantas e podem ser divididos em três grupos, dependendo da estrutura da aglicona: triterpenóides, esteróides e glicoalcalóides (Stangarlin et al., 2011). São substâncias do metabolismo secundário e estão relacionadas principalmente ao sistema de defesa das plantas, indicadas como “fitoprotetoras”, são encontradas nos tecidos que são mais vulneráveis ao ataque fúngico, bacteriano ou predatório dos insetos (Souza et al., 2019). Altas concentrações de saponina na ração, pode interferir na redução do consumo e crescimento de aves e outros animais não ruminantes devido ao sabor picante e irritante, além disso, ela tem capacidade hipocolesterolêmica e hipoglicêmica, também possui atividade hemolítica (Dei; Rose; Mackenzie, 2007; Souza et al., 2019; Tanwar; Modgil; Goyal, 2018).

Porém segundo Foidl; Makkar; Becker, (2001) e Richter; Siddhuraju; Becker, (2003) as saponinas que estão presentes nas folhas da Moringa parecem ser inofensivas devido as pequenas quantidades encontradas além de não apresentaram atividade hemolítica. Foram descritas concentrações de saponinas nas folhas de: 1,6%, 5% e 6,38% (Richter; Siddhuraju; Becker, 2003; Foidl; Makkar; Becker, 2001; Ogbe; Affiku, 2012). Em investigação, STEVENS et al. (2015) encontraram 3,89% de saponinas, em média, quando caracterizou o perfil químico e antinutricional das sementes de *Moringa oleifera* originada de diferentes locais da Nigéria, ao passo que Olagbemide; Alikwe (2014) verificaram porcentagens de 0,03% e 0,01% para o farelo de sementes não desengordurado e desengordurado, respectivamente. Foidl; Makkar; Becker (2001) relatam valores de 1,1 e 1,4% para as sementes e as sementes desengorduradas, respectivamente, e ressalta que apenas a saponina presente nas sementes descascadas apresentou atividade hemolítica. No óleo as concentrações de saponinas encontradas por Dinesha et al. (2018) foram de 0,32; 0,35 e 0,26% que avaliou diferentes métodos de extração usando metanol, Soxhlet e SC-CO₂, respectivamente.

2.4.3 Inibidores de Proteases

Os inibidores de enzimas proteolíticas, tal como a tripsina e quimotripsina, são a classe de inibidores enzimáticos mais importantes nos alimentos de origem vegetal, devido sua capacidade de inibir a atividade dessas moléculas e comprometer, conseqüentemente, a digestibilidade e aproveitamento das proteínas (Benevides et al., 2011). Segundo Stangarlin et al. (2011), os inibidores de proteases têm o efeito de reduzir ou impedir completamente a ação de enzimas proteolíticas de animais e micro-organismos, mas não de plantas, sendo estocadas em sementes e tubérculos desses organismos como meio de proteção contra a predação.

As quantidades desses inibidores são relativamente baixas nas folhas de Moringa, estando, nestas estruturas, em torno de 3,00% segundo Ogbe; Affiku (2012). Vanderjagt et al. (2000) estudando as concentrações de inibidores de tripsina antes e depois da fervura por cinco minutos de mais de 60 plantas naturalmente utilizadas na alimentação no Níger localizado na África ocidental, encontraram baixas concentrações desses inibidores (0,06µg/mg de peso seco da folha) e que estas quantidades diminuíram ainda mais (<0,02 µg/mg) quando as folhas passaram pelo tratamento térmico. Nas sementes, Radha; Ogunsina; Hebina (2015) relataram que não foram encontradas atividades de inibição da protease.

É de primordial importância o conhecimento das características bromatológicas destes alimentos alternativos, bem como suas limitações nutricionais, tais como presença de fatores antinutricionais, para que se possa ter um conhecimento adequado de seus limites de inclusão nas dietas dos animais (Barbosa; Gattás, 2004). Porém, apesar das folhas possuírem poucas quantidades desses fatores podendo não prejudicar o desempenho das aves, ainda são poucos os trabalhos relacionados aos fatores antinutricionais presentes na moringa e seus efeitos na dieta de aves, principalmente nas fases iniciais de produção.

2.4.4 Fitato

O fitato, ou ácido fítico, é um composto secundário presente no organismo vegetal com função de armazenamento de nutrientes, não possuindo funções específicas de proteção, mesmo sendo um componente natural presente nestes organismos (Stech; Carneiro; Carvalho, 2010). Formado durante os processos naturais de maturação das plantas, o ácido fítico tem a capacidade de se complexar e, conseqüentemente, imobilizar diversos minerais, principalmente cátions bivalentes, tais como: fósforo, cálcio, magnésio, ferro e zinco, tendo também capacidade de se ligar a proteínas, fibras e outros nutrientes, formando a molécula de fitato (Stech; Carneiro; Carvalho, 2010; Zhang et al., 2010). Em ingredientes de origem

vegetal grande parte do fósforo (cerca de 2/3) está ligado com a molécula do fitato (Dilelis et al., 2020).

Esta complexação torna estes nutrientes parcialmente indisponíveis para a utilização pelos animais não ruminantes, o intestino delgado desses animais possui uma capacidade limitada em hidrolisar o fitato, devido à falta de atividade significativa da fitase endógena e de baixa da população microbiana no início do trato digestivo, necessária para o desdobramento do fitato, tendo como consequências o aumento da excreção de minerais e nitrogênio, com seus respectivos efeitos ambientais (Bernal et al., 2006; Ferreira; Lopes, 2012).

O conteúdo médio de fitato presente nas folhas de *Moringa oleifera* encontram-se em torno de 2,56%, segundo Valdivié-Navarro et al. (2020). No entanto, existe variação quanto ao teor desse elemento nas folhas da planta, Makkar; Becker (1996) encontraram valores em torno de 3,1%, (Ogbe; Affiku, 2012), trabalhando com material proveniente da Nicarágua, encontraram porcentagens de 2,59% para o fitato. Já Leone et al. (2015) determinaram a concentração química e de compostos fenólicos das folhas de *Moringa* provenientes de três localidades distintas e verificaram valores de fitato de 2,95%, 3,03% e 2,55%. Olagbemide; Alikwe (2014), estudando a composição química, mineral e de fatores antinutricionais do farelo de sementes de *Moringa* cru e desengordurado, estabeleceram porcentagens de ácido fítico de 0,17% e 0,13%, respectivamente. Os estudos de Igwilo et al. (2017) e Stevens et al. (2015), pesquisando a composição química das diferentes partes da planta, verificaram quantidades deste composto de 0,435mg/100g e 2,57% nas sementes, respectivamente. A farinha de sementes inteiras de *Moringa oleifera* tem maior teor de fitato (10,18 mg / 100 g) quando comparado com outros ingredientes de ração vegetal (Anhwange; Ajibola; Oniye, 2004; Foidl; Makkar; Becker, 2001). Segundo Dinesha et al. (2018) a quantidade de fitato encontrada no óleo foram de 11,36; 11,49 e 3,09% para os diferentes métodos de extração usando metanol, Soxhlet e SC-CO₂, respectivamente.

Com isso, devido a presença de ácido fítico na *Moringa oleifera*, o uso da fitase exógena em dietas de monogástricos que contenham a planta, irá potencializar o aproveitamento mineral e nutricional presente no ingrediente, melhorar o desempenho zootécnico e diminuir os custos com suplementação mineral inorgânica (Bernal et al., 2006; El-Hack et al., 2018; Plumstead et al., 2007).

2.4.4.1 Uso da fitase na alimentação de aves de postura

A fitase vem sendo bastante utilizada na alimentação de aves, principalmente por sua dieta ser composta basicamente de 90% de ingredientes origem vegetal e parte do fósforo presente nos alimentos estão complexados e indisponíveis para aves devido à ausência da enzima fitase em seu trato digestivo (Fukayama et al., 2008).

No uso de alimentos alternativos que possuam a presença do fitato, além desse composto se complexar com o fósforo e outros minerais importantes, pode se complexar as proteínas, aminoácidos, amido e enzimas, com isso, o uso da fitase exógena é recomendado para que o alimento seja melhor aproveitado. Nesse sentido, a presença desta enzima na dieta de não ruminantes irá hidrolisar o fitato, reduzir o efeito antinutricional do fitato ajudando na disponibilidade do cálcio, magnésio, manganês e cobre, assim como dos aminoácidos e energia (Walters et al., 2019).

As fitases, são fosfatases que atuam hidrolisando o fitato e possuem a capacidade de liberar pelo menos um grupo fosfato, diminuindo a concentração de inositol fosfato e potenciais minerais quelatados. Essas fitases são descritas como mioinositol (1,2,3,4,5,6) hexaquisfosfato fosfohidrolase (Boyce; Walsh, 2006). Podem ser classificadas de acordo com a posição do grupo fosfato no anel do mioinositol, a primeira é a 3-fitase que hidrolisa o grupo fosfato da posição 3. A segunda é a 6 fitase, que atua primeiro na posição do carbono 6. Podem ser isoladas de fontes vegetais, bacterianas e fúngicas (Shanmugam, 2018). A atividade dessa enzima pode ser expressa em unidade de fitase (FTU), ou unidade de fitase por quilo (FTU/kg) ou simplesmente U/kg, descrita como quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fósforo inorgânico em um minuto, sendo o fitato de sódio como substrato (Conte et al., 2003).

Com isso, o fósforo e o cálcio, assim como, outros minerais e aminoácidos são liberados, os quais não seriam disponibilizados para absorção, melhorando a disponibilidade destes nutrientes e promovendo maior aproveitamento da energia, a atividade das enzimas endógenas (Bernardes et al., 2022). Sendo assim, a adição desta enzima pode melhorar o desempenho dos animais e reduzir os custos, devido a melhor utilização dos nutrientes nos ingredientes e redução da quantidade de fontes de minerais inorgânicos a serem adicionadas nas dietas de aves.

Marounek et al. (2008) em pesquisa com aves de postura com 20 e 47 semanas da linhagem ISA Brown, viram que as mais velhas excretaram menos fósforo fítico quando comparadas com as mais jovens, que apresentaram menos disponibilidade do fósforo e maior excreção deste. Segundo os autores, isso ocorre porque aves mais velhas conseguem

hidrolisar o fitato de forma mais eficiente devido à maior maturação do trato gastrointestinal e pela baixa atividade da fitase de origem microbiana e dietética, que muitas vezes é desconsiderada.

Em revisão feita por Abd El-Hack et al. (2018) os autores relatam que a suplementação de fitase traz efeitos positivos na melhoria do desempenho e produção de aves de postura, parâmetros ósseos e níveis de fósforo no sangue, devido a biodisponibilidade deste mineral. Ainda segundo discussão desses pesquisadores, devido aos tipos de enzimas encontradas comercialmente as quantidades dos nutrientes disponibilizados vai variar de acordo com os níveis de fitase inclusos, visto que cada uma delas possui características específicas que influenciam a eficiência de liberação de fósforo ao longo do trato gastrointestinal.

Por fim, é visível a importância da inclusão de fitase em dietas de aves de postura devido ao aumento da disponibilidade de minerais e outros nutrientes importantes para o desenvolvimento das aves.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, T. E. The use of *Moringa oleifera* in poultry diets. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 37, n. 5, p. 492–496, 2013.
- ABD EL-HACK, M. E. et al. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition – a review. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 3, p. 639–658, 2018.
- ABOUELEZZ, K. et al. Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 45, n. 2, p. 163–169, 2011.
- AERTS, R. J.; BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. Polyphenols and agriculture: Beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 75, n. 1–2, p. 1–12, 1999.
- AGUILAR, Y. M. et al. Effect of dietary supplementation with *Anacardium occidentale* on growth performance and immune and visceral organ weights in replacement laying pullets. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 11, n. 3–4, p. 1352–1357, 2013.
- AHMAD, S. A. et al. Influence of *Moringa oleifera* leaf meal used as phytogenic feed additive on the serum metabolites and egg bioactive compounds in commercial layers. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 20, n. 2, p. 325–332, 2018.
- AHMED, A. E.; SMITHARD, R.; ELLIS, M. Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. **British Journal of Nutrition**, v. 65, n. 2, p. 189–197, 1991.
- AHMED, K. et al. Vitamin C (L-ascorbic Acid) Content in Different Parts of *Moringa oleifera* Grown in Bangladesh. **American Chemical Science Journal**, v. 11, n. 1, p. 1–6, 2016.
- AHMED, W.; EL-RAYES, T. K. Effect of Using *Moringa oleifera* Leaves on Productive Performance and Some Physiological Parameters of Japanese Quail. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 39, n. 1, p. 193–205, 2019.

- ALIKWE, P.; OMOTOSHO, M. S. AN. Evaluation of the proximate and phytochemical composition of *Moringa oleifera* leaf meal as potential feedstuff for non ruminant livestock. **agrosearch**, v. 13, n. 1, p. 17–27, 2013.
- ANWAR, F. et al. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 4, p. 17–25, 2007.
- ANWAR, F.; ASHRAF, M.; BHANGER, M. I. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. **JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 82, n. 1, p. 45–51, 2005.
- ANWAR, F.; BHANGER, M. I. Analytical Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Grown in Temperate Regions of Pakistan. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 22, p. 6558–6563, 2003.
- ARBENZ, A.; AVÉROUS, L. Chemical modification of tannins to elaborate aromatic biobased macromolecular architectures. **Green Chemistry**, v. 17, n. 5, p. 2626–2646, 2015.
- AYSSIWEDE, S. B. et al. Nutrient composition of some unconventional and local feed resources available in Senegal and recoverable in indigenous chickens or animal feeding. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 10, n. 8, p. 707–717, 2011.
- BANJO, O. S. Growth and Performance as affected by inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal in Broiler chicks diet. v. 2, n. 9, 2012.
- BARBOSA, F. F.; GATTÁS, G. Farelo de Algodão na Alimentação de Suínos e Aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 147–156, 2004.
- BARRETO, M. B. et al. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 4, p. 893–897, 2009.
- BELE, A. A.; JADHAV, V. M.; KADAM, V. Potential of Tannins. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 4, p. 209–214, 2010.
- BENEVIDES, C. M. DE J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão Antinutritional factors in foods : a review. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 71, p. 67–79, 2011.
- BERNAL, H. et al. Sustitución de fosfato monocalcico por la enzima fitasa en dietas para cerdos de ceiba. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 40, n. 2, p. 193–200, 2006.
- BERNARDES, R. D. et al. Effect of phytase and protease combination on performance, metabolizable energy, and amino acid digestibility of broilers fed nutrient-restricted diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, 2022.
- BOYCE, A.; WALSH, G. Comparison of selected physicochemical characteristics of commercial phytases relevant to their application in phosphate pollution abatement. **Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering**, v. 41, n. 5, p. 789–798, 2006.
- CÁCERES, A. et al. Preliminary screening for antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 33, p. 213–216, 1991.
- CARRE, B.; GOMEZ, J.; CHAGNEAU, A. M. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolisable energy values in broiler chickens and adult cockerels. **British Poultry Science**, v. 36, n. 4, p. 611–629, 1995.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes forage plants tissue organization and its implications in ruminant. **Arch. Zootec**, v. 57, p. 13–28, 2008.
- CATTAN, Y. et al. Characterization of *Moringa oleifera* leaf and seed protein extract functionality in emulsion model system. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 75, 2022.
- CONTE, A. J. et al. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1147–1156, 2003.

- CRUZ, M. A. S.; PÉREZ, M. M.; CUTTIS, L. E. D. Blood indicators of colostomized broilers, which intake *Moringa oleifera* forage meal. Technical note Indicadores sanguíneos de pollos de ceba colostomizados, que consumieron harina de forraje de *Moringa oleifera*. Nota técnica. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 54, n. 1, 2020.
- DEI, H. K.; ROSE, S. P.; MACKENZIE, A. M. Shea nut (*Vitellaria paradoxa*) meal as a feed ingredient for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 4, p. 611–624, 2007.
- DEL-VECHIO, G. et al. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 369–376, 2005.
- DILELIS, F. et al. Fósforo digestível de ingredientes para aves: metodologias e atualidades Digestible. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. 1–30, 2020.
- DINESHA, B. L. et al. Effect of extraction methods on physicochemical, nutritional, antinutritional, antioxidant and antimicrobial activity of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* seed kernel oil. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 10, n. 1, p. 287–295, 2018.
- EBENEBE, C. et al. Effect of various levels of *Moringa Leaf Meal* on the Egg Quality of Isa Brown Breed of Layers. **Advances in Life Science and Technology**, v. 14, 2013.
- EL-HACK, M. E. A. et al. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition - A review. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 3, p. 639–658, 2018.
- ESTRELLA, M. C. P. et al. A double-blind, randomized controlled trial on the use of malunggay (*Moringa oleifera*) for augmentation of the volume of breastmilk among non-nursing mothers of preterm infants. **The Philippine Journal of Pediatrics**, v. 49, n. 1, p. 3–7, 2000.
- FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B. Uso da fitase na alimentação de frangos de corte- Revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 4, p. 1854–1860, 2012.
- FERREIRA, C. B. et al. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 249–254, 2015.
- FOIDL, N.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. **The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses.**
- FÖRSTER, N. et al. Ecotype Variability in Growth and Secondary Metabolite Profile in *Moringa oleifera*: Impact of Sulfur and Water Availability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 11, p. 1–34, 2015.
- FUKAYAMA, E. H. et al. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 629–635, 2008.
- GADZIRAYI, C. T. et al. Performance of broiler chickens fed on mature *Moringa oleifera* leaf meal as a protein supplement to soyabean meal. **International Journal of Poultry Science**, v. 11, n. 1, p. 5–10, 2012.
- GHASI, S.; NWOBODO, E.; OFILI, J. O. Hypcholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed wistar rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 69, n. 1, p. 21–25, 2000.
- GIORDANO GÊMERO, C. et al. Composição química de plantas visando a produção de ração alternativa para galinhas poedeiras. **Agricultura familiar: pesquisa, formação e desenvolvimento**, v. 16, n. 1–2, p. 73–90, 2022.
- GÓMEZ, A. V.; ANGULO, K. J. O. Revisión las características y usos de la planta *Moringa oleifera*. **Investigación & desarrollo**, v. 22, n. 2, p. 309–330, 2014.
- GUALBERTO, A. F. et al. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 9, p. 19–25, 2014.
- HASSAN, H. M. A. et al. Effect of different levels of *Moringa oleifera* leaves meal on productive performance, carcass characteristics and some blood parameters of broiler chicks

- reared under heat stress conditions. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 11, n. 1, p. 60–66, 2016.
- IDRIS, M. et al. *Moringa oleifera* Seed Extract: A Review on Its Environmental Applications. **International Journal of Applied Environmental Sciences**, v. 11, n. 6, p. 1469–1486, 2016.
- IGWILO, I. O. et al. Comparative studies on the nutrient composition and anti-nutritional factors in different parts of *Moringa oleifera* plant found in Awka, Nigeria. **The Bioscientist**, v. 5, n. 1, p. 1–12, 2017.
- ISITUA, C. C. Phytochemical and nutritional properties of dried leaf powder of *Moringa oleifera* Lam. from Machala El Oro Province of Ecuador. **Asian J. Plant Sci. Res**, v. 5, n. 2, p. 8–16, 2015.
- JESUS, A. R. DE et al. Cultivo da *Moringa oleifera*. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**, p. 23, 2013.
- KAKENGI, A. M. V et al. Can *Moringa oleifera* Be Used as a Protein Supplement for Ruminants? **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 18, n. 1, p. 42–47, 2005.
- KAKENGI, A. M. V et al. 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**, v. 19, 2007.
- KARADI, R. V. et al. Effect of *Moringa oleifera* Lam. root-wood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, n. 1–2, p. 306–311, 2006.
- KHALAF, A. R., et al. Evaluation of Wheat Flour Blended with Different ratios of *Moringa oleifera* leaves and seeds. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**, v. 26, n. 5, p. 1895–1906, 2018.
- KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V. D.; LIMA, P. C. F. *Moringa oleifera*: Registro dos Visitantes Florais e Potencial Apícola para a Região de Petrolina, PE. **Embrapa Semiárido**, p. 1–13, 2012.
- LALAS, S.; TSAKNIS, J. Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Variety “Periyakulam 1”. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, n. 1, p. 65–77, 2002.
- LEONE, A. et al. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 6, p. 12791–12835, 2015.
- LIAQAT, S. et al. Replacement of canola meal with *Moringa oleifera* leaf powder affects performance and immune response in broilers. 2016.
- LIMA, T. S. Utilização do feno de moringa (*Moringa oleifera* Lam) na alimentação de suínos em crescimento e terminação. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia)—[s.l.] Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará., 2016.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. [s.l.] Nova Odessa. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.
- MACAMBIRA, G. M. et al. Caracterização nutricional das folhas de *Moringa oleifera* (MOL) para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 570–578, 2018.
- MADALLA, N.; AGBO, N. W.; JAUNCEY, K. Evaluation of Aqueous Extracted Moringa Leaf Meal as a Protein Source for Nile Tilapia Juveniles. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 1, p. 53–64, 2013.
- MADRONA, G. S. **Extração/purificação do composto ativo da semente da *Moringa oleifera* Lam. e sua utilização no tratamento de água**. [s.l.] Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, 2010.
- MAEDA, E. M. et al. Intake, digestibility, rumen characteristics and microbial protein synthesis efficiency in bovine and bubaline fed sugar cane silage with additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 707–716, 2012.

- MAHMOOD, K. T.; MUGAL, T.; HAQ, I. U. *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 2, n. 11, p. 775–781, 2010.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 63, n. 1–4, p. 211–228, 1996.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Plant Toxins and Detoxification Methods to Improve Feed Quality of Tropical Seeds. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 1999.
- MAKKER, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. **Journal of Agricultural Science**, v. 128, p. 311–322, 1997.
- MARINHO, J. B. M. **Avaliação nutricional das folhas de *Moringa oleifera* para aves**. Dissertação—Mossoró - RN: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2016.
- MAROUNEK, M. et al. Availability of phytate phosphorus and endogenous phytase activity in the digestive tract of laying hens 20 and 47 weeks old. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 3–4, p. 353–359, 2008.
- MBAH, B. O.; EME, P. E.; PAUL, A. E. Effect of drying techniques on the proximate and other nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves from two areas in Eastern Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, n. 11, p. 1044–1048, 2012.
- MBIKAY, M. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: A review. **Frontiers in Pharmacology**, v. 3, 2012.
- MELESSE, A. Comparative assessment on chemical compositions and feeding values of leaves of *Moringa stenopetala* and *Moringa oleifera* using in vitro gas production method. **Ethiopian Journal of Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 31–41, 2011.
- MELO, S. S. N. S. **Valor nutritivo de fenos de moringa (*Moringa oleifera* Lam) com diferentes idades de corte**. Tese—Macaíba-RN: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2012.
- MÉNDEZ, Y. et al. Bromatological characterization of *Moringa oleifera* foliage in different development stages Caracterización bromatológica del follaje de *Moringa oleifera* en diferentes estadios de desarrollo. **Cuban Journal of Agricultural Science**.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1–4, p. 95–117, 2003.
- MOYO, B. et al. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) leaves. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 60, p. 12925–12933, 2011.
- MOYO, B. et al. Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 441–447, 2012.
- MUELLER-HARVEY, I. Review Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 86, p. 2010–2037, 2006.
- MUTAYOBA, S. K. et al. Determination of chemical composition and ant-nutritive components for tanzanian locally available poultry feed ingredients. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 5, p. 350–357, 2011.
- NAUMANN, H. D. et al. The role of condensed tannins in ruminant animal production: Advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 12, p. 929–949, 2017.
- NKUKWANA, T. T. et al. Intestinal morphology, digestive organ size and digesta pH of broiler chickens fed diets supplemented with or without *Moringa oleifera* leaf meal. **South African Journal of Animal Science**, v. 45, n. 4, p. 362–370, 2015.

- NOUMAN, W. et al. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: A review. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 38, n. 1, p. 1–14, 2014.
- OGBE, A. O.; AFFIKU, J. P. Proximate Study, Mineral and Anti-Nutrient Composition of *Moringa oleifera* Leaves Harvested From Lafia, Nigeria: Potential Benefits in Poultry Nutrition and Health. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 3, n. 1, p. 296–308, 2012.
- OLAGBEMIDE, P. T.; ALIKWE, P. C. N. Proximate Analysis and Chemical Composition of Raw and Defatted *Moringa oleifera* Kernel. **Advances in Life Science and Technology**, v. 24, p. 92–100, 2014.
- OLIVEIRA, D. S. et al. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam. **Holos**, v. 1, p. 49, 2012.
- OLUGBEMI, T.; MUTAYOBA, S.; LEKULE, F. *Moringa oleifera* leaf meal as a hypocholesterolemic agent in laying hen diets. **Livestock Research for Rural Development**, v. 22, n. 4, p. 1–7, 2010.
- PADILLA, C. et al. Effect of cut height on indicators of forage production of *Moringa oleifera* cv. Plain. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 48, n. 4, p. 405–409, 2014.
- PASSOS, R. M. et al. Qualidade Pós-Colheita Da Moringa (*Moringa oleifera* Lam) Utilizada Na Forma in Natura E Seca. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, p. 113–120, 2012.
- PASSOS, R. M. et al. Qualidade Pós-Colheita Da Moringa (*Moringa oleifera* Lam) Utilizada Na Forma in Natura E Seca. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 113–120, 2013.
- PÉREZ, A. et al. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. **Pastos y Forrajes**, v. 33, n. 4, 2010.
- PÉREZ-VENDRELL, A. M. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v. 80, n. 3, p. 320–326, 2001.
- PINHEIRO, J. W. et al. Torta de girassol na alimentação de poedeiras semipesadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3959–3970, 2013.
- PLUMSTEAD, P. W. et al. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v. 86, n. 2, p. 225–231, 2007.
- QWELE, K. et al. Effect of dietary mixtures of moringa (*Moringa oleifera*) leaves, broiler finisher and crushed maize on anti-oxidative potential and physico-chemical characteristics of breast meat from broilers. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 3, p. 290–298, 2013.
- RADHA, C.; OGUNSINA, B. S.; HEBINA, B. K. T. Some quality and micro-structural characteristics of soup enriched with debittered *Moringa oleifera* seeds Flour. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 6, p. 145–149, 2015.
- RAMOS, L. M. et al. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 156–160, 2010.
- RANGEL, M. S. *Moringa oleifera: Um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil*. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/a10moringa.htm>>. Acesso em: 21 maio. 2022.
- REBELLO, C. J.; O'NEIL, C. E.; GREENWAY, F. L. Dietary fiber and satiety: The effects of oats on satiety. **Nutrition Reviews**, v. 74, n. 2, p. 131–147, 2016.
- SÁ, K. A. L. *Digestibilidade Nutricional E Energética Do Resíduo De Goiaba E Do Feno De Moringa oleifera Para Suínos Em Crescimento*. Tese—Recife: Universidade Federal Rural De Pernambuco, 2018.

- RIBEIRO, T. et al. Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. **Poultry Science**, v. 90, n. 6, p. 1245–1256, 2011.
- RICHTER, N.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v. 217, n. 1–4, p. 599–611, 2003.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos [composição dos alimentos e exigências nutricionais]**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2017.
- RUFINO, J. P. F. et al. Fibra alimentar em dietas para aves – Uma revisão. **Revista Científica de avicultura e suinocultura**, v. 3, n. 2, p. 33–42, 2017.
- SÁNCHEZ-MACHADO, D. I. et al. Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. **Food Analytical Methods**, v. 3, n. 3, p. 175–180, 2010.
- SHANMUGAM, G. Characteristics of Phytase Enzyme and its Role in Animal Nutrition. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 03, p. 1006–1013, 2018.
- SHARMA, N.; GUPTA, P. C.; RAO, CH. V. Nutrient Content, Mineral Content and Antioxidant Activity of *Amaranthus viridis* and *Moringa oleifera* Leaves. **Research Journal of Medicinal Plants**, v. 6, n. 3, p. 253–259, 2012.
- SIGUEMOTO, É. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)**. Dissertação de Mestrado—São Paulo: Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Saúde Pública (FSP/CIR), 2013.
- SILVA JUNIOR, R. V. DA. **Uso da *Moringa oleifera* na alimentação de galinhas poedeiras**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. DA. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 21–32, 1999.
- SILVA, N. D. S. et al. Fatores antinutricionais em plantas forrageiras. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 01–07, 2012.
- SILVA, R. C.; NASCIMENTO, G. R.; BENTO, C. DOS S. MORFOLOGIA E COLETA DE GENÓTIPOS DE MORINGA. **Revista IfesCiência**, v. 7, n. 3, p. 1–9, 2021.
- SINGH, R. S. G.; NEGI, P. S.; RADHA, C. Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed flour. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1883–1891, 2013.
- SOUSA, L. S. et al. Fiber source and xylanase on performance, egg quality, and gastrointestinal tract of laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, p. 1–10, 2019.
- SOUZA, C. G. DE et al. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **Pubvet**, v. 13, n. 5, p. 1–19, 2019.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**. Nova Odessa, 2012.
- STANGARLIN, J. R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18–46, 2011.
- STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 255–262, 2010.
- STEVENS, C. et al. Proximate and anti-nutritional composition of leaves and seeds of *Moringa oleifera* in Nigeria: a comparative study. **Agro-Science Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension**, v. 14, n. 2, p. 9–17, 2015.
- SU, B.; CHEN, X. **Current Status and Potential of *Moringa oleifera* Leaf as an Alternative Protein Source for Animal Feeds**. *Frontiers in Veterinary Science* Frontiers Media S.A., 2020.

- TANWAR, B.; MODGIL, R.; GOYAL, A. Antinutritional factors and hypocholesterolemic effect of wild apricot kernel (*Prunus armeniaca* L.) as affected by detoxification. **Food and Function**, v. 9, n. 4, p. 2121–2135, 2018.
- TEIXEIRA, E. M. B. et al. Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. **Food Chemistry**, v. 147, p. 51–54, 2014.
- TESFAYE, E. B. et al. Cassava root chips and *Moringa oleifera* leaf meal as alternative feed ingredients in the layer ration1. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 5, p. 298–306, 2013.
- TETEH, A. et al. Effects of *Moringa oleifera* Leaf on Laying Rate, Egg Quality and Blood Parameters. **International Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 7, p. 277–282, 2016.
- VALDEZ-SOLANA, M. A. et al. Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of *Moringa oleifera* grown in Mexico. **Journal of Chemistry**, v. 2015, 2015.
- VALDIVIÉ-NAVARRO, M. et al. Review of *Moringa oleifera* as forage meal (leaves plus stems) intended for the feeding of non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 260, n. 1, p. 114338, 2020.
- VANDERJAGT, D. J. et al. The trypsin inhibitor content of 61 wild edible plant foods of Niger. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 55, p. 335–346, 2000.
- VÁSQUEZ, J. V. A. **Utilização da folha de moringa (*Moringa oleifera*) na alimentação de frangos de crescimento lento**. Tese—ARAGUAÍNA - TO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL, 2021.
- VITTI, D. M. S. S. et al. **The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons**. Animal Feed Science and Technology. **Anais...**, 2005.
- VOEMESSE, K. et al. Effects of *Moringa oleifera* leave meal in the diet on layer performance, haematological and serum biochemical values. **European Poultry Science**, v. 83, 2019.
- WALTERS, H. G. et al. Effects of Increasing Phytase Inclusion Levels on Broiler Performance, Nutrient Digestibility, and Bone Mineralization in Low-Phosphorus Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 28, n. 4, p. 1210–1225, 2019.
- ZANU, H. K.; PETER, A. 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, n. 1, p. 70–75, 2012.
- ZHANG, G. Q. et al. Purification, characterization, and cloning of a novel phytase with low pH optimum and strong proteolysis resistance from *Aspergillus ficuum* NTG-23. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 11, p. 4125–4131, 2010.

CAPÍTULO 2

Níveis de inclusão do farelo de folhas da *Moringa oleifera* na dieta de aves de postura nas fases iniciais de criação

Níveis de inclusão do farelo de folhas da *Moringa oleifera* na dieta de aves de postura nas fases iniciais de criação

RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição nutricional do farelo das folhas da *Moringa oleifera* e o seu potencial nutritivo sobre o efeito da inclusão na dieta de aves de postura de 1 a 8 semanas de idade, associado ou não à inclusão de fitase, sobre o desempenho, digestibilidade, rendimento dos órgãos, bioquímica sérica e parâmetros ósseos. Foram utilizadas 1134 pedreiras de um dia, da linhagem Dekalb White, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com sete tratamentos e seis repetições, com 27 aves por unidade experimental. Foram utilizados níveis de inclusões de farelo de folhas de Moringa (FFM) na dieta com ou sem adição de fitase e os tratamentos consistiram em duas dietas sem inclusão de FFM e fitase e 5 dietas com inclusão de FFM com e sem fitase, sendo 2,5% sem fitase; 5% com fitase e 5% de FFM sem fitase, 10% sem fitase e 10% de FFM com fitase. A composição nutricional das folhas da moringa apresentou 22,06% de proteína bruta, 8,22% de fibra bruta, 8,62% de extrato etéreo, 3948 kcal/kg de energia bruta, 39,93 e 19,40% de Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido, respectivamente, além de 18,21% de carboidratos não fibrosos. Também foram encontrados compostos antinutricionais em sua composição, 0,22% de inibidor de tripsina; 2,39 % de saponinas; 1,57% de compostos fenólicos totais; 0,45% de tanino e 1,8% de fitato. A inclusão de até 5% de FFM na dieta de aves de postura com até 8 semanas de idade, não influenciou no desempenho, nos níveis maiores de inclusão a presença de flavonóides, possivelmente, estimularam o consumo no que resultou em maiores conversões alimentares. A utilização de fitase beneficiou a uniformidade corporal das aves quando a inclusão de FFM foi de 10%. Na metabolizabilidade dos nutrientes e energia metabolizável, o tratamento de 10% de inclusão foi o que apresentou melhores resultados. A presença de fibra nos maiores níveis de inclusão proporcionou moelas maiores. O tratamento com 10% de FFM e fitase apresentou aves com maior resistência óssea. A Moringa reduziu o colesterol sanguíneo e níveis de LDL, aumentou o HDL. Conclui-se que a utilização de até 10% de FFM não causa prejuízos as aves de 1 a 8 semanas de idade.

Palavras-chave: alimento alternativo, fase inicial, fase de desenvolvimento, fibra

ABSTRACT

The objective was to evaluate the nutritional composition of *Moringa oleifera* leaf meal and its nutritional potential on the effect of inclusion in the diet of laying hens from 1 to 8 weeks of age, associated or not with the inclusion of phytase, on performance, digestibility, organ yield, serum biochemistry and bone parameters. 1134 one-day-old chickens of the Dekalb White lineage were used, distributed in a completely randomized experimental design with seven treatments and six replications, with 27 birds per experimental unit. Levels of Moringa leaf meal (MLM) inclusions were used in the diet with or without the addition of phytase and the treatments consisted of two diets without inclusion of MLM and phytase and 5 diets with inclusion of MLM with and without phytase, 2 of which were 5% phytase-free; 5% with phytase and 5% MLM without phytase, 10% without phytase and 10% MLM with phytase. The nutritional composition of moringa leaves presented 22.06% crude protein, 8.22% crude fiber, 8.62% ether extract, 3948 kcal/kg of gross energy, 39.93 and 19.40% fiber in Neutral Detergent and Fiber in Acid Detergent, respectively, in addition to 18.21% of non-fibrous carbohydrates. Antinutritional compounds were also found in its composition, 0.22% trypsin inhibitor; 2.39% saponins; 1.57% total phenolic compounds; 0.45% tannin and 1.8% phytate. The inclusion of up to 5% of MLM in the diet of laying hens up to 8 weeks of age did not influence performance; at higher levels of inclusion, the presence of flavonoids possibly stimulated consumption, resulting in greater feed conversions. The use of phytase benefited the body uniformity of the birds when the inclusion of MLM was 10%. In terms of nutrient metabolizability and metabolizable energy, the 10% inclusion treatment showed the best results. The presence of fiber at the highest levels of inclusion provided larger gizzards. Treatment with 10% MLM and phytase showed birds with greater bone strength. Moringa reduced blood cholesterol and LDL levels, increased HDL. It is concluded that the use of up to 10% MLM does not cause harm to birds from 1 to 8 weeks of age.

Keywords: alternative food, initial phase, development phase, fiber

1. INTRODUÇÃO

O milho e o farelo de soja são a base da nutrição na produção avícola, porém, a alimentação é um dos fatores que mais onera os custos de produção e está relacionada à variação na disponibilidade desses ingredientes utilizados nas rações. Com isso, a busca por alimentos alternativos de qualidade, que não comprometam o desempenho animal e que possam ser inclusos nas rações, são importantes para a otimização da produção de alimentos de alto valor biológico, diversificação das fontes de nutrientes para as aves, redução dos custos e aumento dos lucros.

Nesse contexto, a *Moringa oleifera* é uma planta de grande potencial nutricional e alta aplicabilidade na alimentação animal e se destaca dentre os alimentos alternativos existentes no Brasil (Oliveira, 2019). De origem asiática, a Moringa hoje está amplamente distribuída por todo o mundo, principalmente em regiões tropicais, por apresentar vários usos, seja na alimentação humana ou animal, assim como por sua alta adaptabilidade às regiões semiáridas, alto potencial de produção de massa verde, fácil cultivo e colheita (Anwar et al., 2007). A sua composição nutricional tem despertado interesse na produção animal, devido ao seu teor nutricional, aliado à facilidade de cultivo, propagação e manejo, pois não necessita de maiores cuidados como outras culturas forrageiras, sendo uma boa alternativa para incluir parcialmente nas rações de aves.

Em seu perfil nutricional, a *M. oleifera* possui altos níveis de compostos importantes para a produção avícola tais como o teor proteico de suas folhas que pode variar de 18 a 30% (Alikwe; Omotosho, 2013; Macambira et al., 2018; Moyo et al., 2011), sendo estas ricas em aminoácidos essenciais (Macambira et al., 2018; Makkar; Becker, 1996; Moyo et al., 2011). De acordo com Pérez et al. (2010); Moyo et al. (2011) e Oliveira (2019) a composição bromatológica da folha da Moringa varia em função da idade da planta, cultivar, tipo de solo, adubação, disponibilidade de água e intervalo de corte.

Por ser um alimento que contém fibra, a capacidade de aproveitamento da Moringa na dieta de aves dependerá da solubilidade da fração fibrosa e da idade das aves, devido a maior tamanho de intestino e capacidade de fermentação cecal, uma vez que aves mais velhas apresentam maior digestibilidade aparente da fração solúvel da fibra (Carré; Gomez; Chagneau, 1995). Essa característica proporciona às aves de postura maior tolerância às concentrações de fibra na dieta à medida que a sua idade aumenta (Pinheiro et al., 2013).

Para aves mais jovens, na fase inicial tem-se recomendado rações com pouca fibra para aumentar o consumo e melhorar o desempenho (Braz et al., 2011). Entretanto a inclusão de

alimentos alternativos fontes de fibra na alimentação de aves jovens podem auxiliar no desenvolvimento de órgãos importantes, como moela e intestino, e auxiliar na disponibilidade de nutrientes, melhorando seu desenvolvimento e saúde das aves. Essa introdução precoce pode ser estratégica para maximizar os benefícios nutricionais e adaptativos da moringa, preparando as aves para uma melhor digestão e absorção dos nutrientes ao longo de suas vidas produtivas.

Outros limitantes do consumo encontrados na Moringa são os fatores antinutricionais, que apesar de serem encontrados em pequenas quantidades nas folhas, devem ser levados em consideração. Na literatura são relatadas a presença desses fatores antinutricionais nas folhas como compostos fenólicos, taninos, lignina, saponinas, fitato, inibidores de proteases, oxalatos, glicosídeos cianogênicos (Foidl; Makkar; Becker, 2001; Leone et al., 2015; Moyo et al., 2012; Nouman et al., 2014; Ogbe; Affiku, 2012; Richter; Siddhuraju; Becker, 2003; Valdivié-Navarro et al., 2020; Vanderjagt et al., 2000). Porém, a depender da quantidade de alguns compostos encontrados nos alimentos, como compostos fenólicos, flavonoides e saponinas, estes podem ser benéfico para as aves (Ghasi; Nwobodo; ofili, 2000; Hassan et al., 2016; Mbikay, 2012; Tete et al., 2016).

Diferentes níveis de inclusão de Moringa são relatados na literatura compondo a dieta de aves de corte e de postura, porém na fase inicial de aves de postura são poucos os trabalhos relacionados ao assunto. Com isso, a avaliação da composição do alimento com o objetivo de identificar o nível de inclusão nas dietas de aves jovens justifica a realização de estudos com alimentos alternativos a ser incluído na ração de aves nas fases iniciais.

Portando, objetivou-se avaliar a composição nutricional do farelo das folhas da *Moringa oleifera* e o seu potencial nutritivo sobre o desempenho, digestibilidade, rendimento dos órgãos, bioquímica sérica e parâmetros ósseos de aves de postura comercial, associado ou não à inclusão de fitase às dietas. Com isso, a hipótese deste artigo é que a utilização do farelo de folhas de *Moringa oleifera* (FFM) na dieta, associada ou não à inclusão de fitase, pode potencializar a inclusão do FFM.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso Animal local (número da licença: 21/2018).

2.1 Local experimental, delineamento e manejo dos animais

O experimento foi realizado com aves poedeiras da linhagem comercial Dekalb White nas fases inicial e crescimento (1 a 8 semanas de idade) e conduzido no Laboratório de Pesquisa com aves (LAPAVE) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil, situado a 4,5 m de altitude em relação ao nível do mar e coordenadas geográficas 8°3'14'' de latitude S e 34°52'52'' de longitude W.

Foram utilizadas 1134 pintainhas com um dia de idade e peso médio inicial de 34,79 g, alojadas em galpão de alvenaria contendo gaiolas metálicas (100 x 80 x 50 cm) equipadas com dois bebedouros tipo copo e um comedouro tipo calha, o galpão também possuía sistemas de cortinas, ventiladores e iluminação com timer. As aves foram pesadas no início do período experimental para a obtenção da uniformidade entre as parcelas experimentais, em seguida, foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 6 repetições, com 27 aves por unidade experimental.

Aos 7 dias de idade as aves foram debicadas. O programa de luz consistiu em 24 horas luz na primeira semana, logo, reduziu-se uma hora por semana até não receberem mais luz artificial, recebendo apenas luz natural (12 horas). As aves foram vacinadas de acordo com os desafios da região contra doenças de Marek HVT, Bouda Aviária, Salmonela, Bronquite Infecciosa, doença de Newcastle (1ª semana de vida), Gumboro (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª semana), Bronquite Infecciosa, Newcastle (4ª semana), Coriza, Salmonella (5ª semana), Bouda, Encefalomielite, Bronquite Infecciosa e Newcastle (8ª semana), por meio das vias intramuscular, subcutânea, água de bebida, ocular e membrana da asa.

O fornecimento de água foi *ad libitum*, enquanto o de ração foi ajustado semanalmente. Os tratamentos consistiram em dietas formuladas a base de milho e farelo de soja com inclusão de farelo de folhas de Moringa com e sem fitase de acordo com a Tabela 3. As dietas foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais de Rostagno et al. (2017) e suas composições nutricionais calculadas estão na Tabela 4. O experimento teve duração de 56 dias que compreende o período de cria e parte da recria das aves.

Tabela 3. Composição das dietas experimentais de acordo com a inclusão de farelo de folhas de Moringa oleífera (FFM) e fitase

| Dietas experimentais | FFM (%) | Fitase |
|-----------------------------|----------------|---------------|
| RR ¹ | 0 | Sem |
| RRF ² | 0 | Com |
| FFM2,5 ³ | 2,5 | Sem |
| FFM5 ⁴ | 5,0 | Sem |
| FFM5F ⁵ | 5,0 | Com |
| FFM10 ⁶ | 10,0 | Sem |
| FFM10F ⁷ | 10,0 | Com |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 2,5% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM sem fitase; ⁵dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase

Tabela 4. Composições nutricionais calculadas e determinadas das dietas experimentais para aves de postura comercial de 1 a 8 semanas de idade

| Ingredientes | Dietas experimentais | | | | | | |
|---|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | RR | RRF | FFM2,5 | FFM5 | FFM5F | FFM10 | FFM10F |
| Milho | 59,798 | 61,074 | 57,345 | 54,891 | 56,164 | 49,986 | 51,259 |
| Farelo de soja | 35,112 | 34,887 | 34,554 | 33,993 | 33,764 | 32,875 | 32,645 |
| Moringa | - | - | 2,500 | 5,000 | 5,000 | 10,000 | 10,000 |
| Óleo de Soja | 0,815 | 0,387 | 1,399 | 1,982 | 1,552 | 3,151 | 2,720 |
| Fosfato Bicálcico | 2,040 | 1,497 | 2,036 | 2,032 | 1,489 | 2,023 | 1,481 |
| Calcário | 1,096 | 1,011 | 0,997 | 0,898 | 0,814 | 0,701 | 0,617 |
| Sal comum | 0,245 | 0,245 | 0,248 | 0,254 | 0,251 | 0,256 | 0,256 |
| Bicarbonato de sódio | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| DL-Metionina 99% | 0,266 | 0,265 | 0,270 | 0,274 | 0,274 | 0,287 | 0,286 |
| L-Lisina HCl 78,8% | 0,143 | 0,148 | 0,157 | 0,172 | 0,178 | 0,202 | 0,207 |
| L-Treonina 98,5% | 0,085 | 0,086 | 0,094 | 0,104 | 0,104 | 0,119 | 0,119 |
| Premix Mineral ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix Vitamínico ² | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| Fitase ³ | - | 0,010 | - | - | 0,010 | - | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Composição nutricional calculada (%) | | | | | | | |
| EM (kcal/kg) | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 |
| Proteína bruta | 21,000 | 21,000 | 21,000 | 21,000 | 21,000 | 21,000 | 21,000 |
| Fibra Bruta | 3,245 | 3,255 | 3,557 | 3,869 | 3,881 | 4,492 | 4,504 |
| Potássio | 0,825 | 0,825 | 0,807 | 0,790 | 0,789 | 0,754 | 0,754 |
| Cloro | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,181 | 0,181 | 0,181 | 0,182 |
| Sódio | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 |
| Cálcio | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 |
| Fósforo disponível | 0,480 | 0,480 | 0,480 | 0,480 | 0,480 | 0,480 | 0,480 |
| Aminoácidos digestíveis (%) | | | | | | | |
| Lisina | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 |
| Triptofano | 0,243 | 0,242 | 0,238 | 0,233 | 0,233 | 0,223 | 0,223 |
| Treonina | 0,750 | 0,750 | 0,750 | 0,750 | 0,750 | 0,750 | 0,750 |
| Metionina + Cistina | 0,830 | 0,830 | 0,830 | 0,830 | 0,830 | 0,830 | 0,830 |
| Metionina | 0,546 | 0,545 | 0,548 | 0,551 | 0,550 | 0,554 | 0,554 |
| Composição nutricional analisada (%) ⁴ | | | | | | | |
| Matéria seca | 93,792 | 90,045 | 89,905 | 90,621 | 91,289 | 91,703 | 91,560 |
| Proteína bruta | 23,734 | 22,35 | 23,476 | 23,831 | 23,548 | 23,932 | 24,377 |
| Energia Bruta, kcal/kg | 4142 | 4128 | 4384 | 4480 | 4460 | 4462 | 4452 |
| Fibra Bruta | 3,324 | 3,468 | 3,635 | 3,897 | 3,921 | 4,536 | 4,735 |

¹Premix Mineral (fornece por quilograma do produto): Cobre, 4.400,000 mg; Ferro, 33.000,000 mg; Manganês, 66.000,000 mg; Iodo, 900,000 mg; Zinco, 66.000,000 mg; Selênio, 300,000 mg; Biotina, 55,000 mg. ²Premix Vitamínico (fornece por quilograma do produto): vit. A, 7.700,000 KUI; vit. D3, 3.300,000 KUI; vit. E, 6.600,000 UI; vit. K3 (Menadiona) 550,000 mg; vit. B2 (Riboflavina) 4.400,000 mg; Niacina (Ac. Nicotínico) 22.000,000 mg; Ac. Pantotênico, 5.500,000 mg; Ac. Fólico, 110,000 mg; Cantaxantina, 1.000,000 mg; Biotina, 55,000 mg. ³Fitase: 10,000 FTU/kg. ⁴Valores com base na matéria seca analisados no Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE

2.2 Preparação do farelo de folhas da moringa

Foram utilizadas neste experimento folhas e talos jovens da *Moringa oleifera* com 35 dias de rebrota, cultivadas na cidade de Carpina no estado de Pernambuco. O material foi triturado na forrageira e seco à sombra, após isso, foi moído em moinho tipo vertical para obtenção do farelo de folhas da Moringa (FFM).

2.3 Parâmetros avaliados

2.3.1 Desempenho zootécnico

Foram coletados e calculados os seguintes dados de desempenho das aves: peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e uniformidade.

O consumo de ração foi calculado pela diferença da quantidade de ração fornecida na semana pelo peso das sobras e dividindo-se pelo número de aves alojadas por unidade experimental (g/ave/dia). Além da ração, as aves foram pesadas semanalmente, para avaliação do ganho de peso e uniformidade. A uniformidade foi calculada através da porcentagem de aves que estavam na faixa de $\pm 10\%$ do peso médio do lote. Para efeito de correção da conversão alimentar, as aves mortas foram pesadas, assim como, a parcela experimental e as sobras de ração, conforme metodologia descrita por (Sakomura; Rostagno, 2016). A conversão alimentar foi calculada considerando o consumo de ração dividido pelo ganho de peso das aves no mesmo período.

2.4 Metabolizabilidade

Na última semana experimental, foi realizada a coleta parcial das excretas de todas as parcelas experimentais. Quatro dias antes da coleta de excretas, foram incluídas às rações o indicador indigestível Celite[®] e em seguida as excretas foram coletadas durante o período da manhã e a tarde de todas as parcelas experimentais.

As amostras foram identificadas e armazenadas em freezer e posteriormente descongeladas e homogeneizadas pré-secas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 55°C por 72 horas, moídas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE para análises no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para análise dos teores de matéria seca e proteína bruta (AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2000), energia bruta em bomba calorimétrica modelo IKA C-200 e cinzas insolúvel em ácido (CIA) pelo método de Van Keulen; Young (1977). E assim, calculados os

valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) propostos por Matterson (1965) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB) e energia bruta (CMAPB) de acordo com Sakomura & Rostagno (2016).

2.5 Análises da composição química da Moringa e rações experimentais

As análises bromatológicas das amostras do FFM e rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) (Sohxlet) e cinzas de acordo com as metodologias descritas pela (AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2000). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina do FFM foram determinadas segundo a metodologia de VAN SOEST (1994), com adição de enzima α -amilase termoestável (Mertens et al., 2002).

As frações de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) foram estimadas pelas equações: $HEM = FDN - FDA$ e $CEL = FDA - Lignina$, respectivamente. Para estimar a lignina, as amostras foram imersas em ácido sulfúrico a 72%, visando a solubilidade da celulose (VAN SOEST, 1963, 1994). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica modelo IKA C-200. Amostras das folhas da Moringa foram encaminhadas ao laboratório da empresa EVONIK® para análise de aminoácidos pelo método de hidrólise proteica seguida de leitura em HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

Amostras das folhas também foram encaminhadas para o laboratório de bioquímica de proteínas da Universidade Federal de Pernambuco para avaliação da presença de compostos antinutricionais. O material foi homogeneizado em água destilada por 6 horas a 25°C. A mistura filtrada correspondeu ao extrato aquoso, o qual foi submetido à liofilização e armazenado em freezer até a realização dos ensaios. Foram avaliados os seguintes compostos antinutricionais: lectinas, inibidor de tripsina, saponinas hemolíticas, fitato, compostos fenólicos totais e tanino. Os dados foram representados pela média. As curvas de calibração foram produzidas utilizando o software Microsoft Office Excel (2016). Os dados do potencial hemolítico foram tratados utilizando o Software Prism Graphpad 7.0.

2.6 Coleta de sangue

A coleta de sangue foi realizada nas aves com 8 semanas de idade, retirou-se 2 ml de sangue via veia ulnar de uma ave por repetição, as amostras foram então encaminhadas para centrifugação a 3000rpm para a separação do soro no Laboratório de Biologia Molecular Aplicada à Produção Animal (BIOPA) do Departamento de Zootecnia da UFRPE e posteriormente armazenados em tubos Eppendorf, previamente identificados, a -4°C até a execução das análises. Posteriormente as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Patologia Clínica Veterinária (LPCV) do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram submetidas a análise de Colesterol Total (Colesterol), Lipoproteínas de Alta Densidade (HDL), Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL), Alanina Aminotransferase (ALT), Triglicérides Totais (TG), Albumina (ALB), Ácido Úrico (AU), Proteínas Totais (PT), Glicose (GLI), Globulina (GLO), gamaglutamiltransferase (GGT) e Fosfatase Alcalina (FAL), por meio de kits comerciais da Bioclin® e analisador bioquímico automático (BIOCLIN 1000) previamente calibrado com calibradores e controles da mesma marca, conforme metodologia descrita pelo fabricante.

2.7 Peso e comprimento dos órgãos

Após a eutanásia das aves, por deslocamento cervical, realizou-se a coleta e pesagem em balança semi-analítica ($\pm 0,01g$) dos órgãos do sistema imunológico (baço, timo, Bursa de Fabrício), digestório (intestino delgado e grosso, fígado, moela) e a gordura abdominal. Também foi realizada a mensuração do comprimento dos intestinos (delgado e cecos) usando uma fita métrica (cm). Os resultados de peso foram expressos em peso relativo (%) que é calculado de acordo com a relação do peso do órgão e peso vivo do animal.

2.8 Análise de resistência óssea e Índice de Seedor

As tíbias (direitas e esquerdas) coletadas foram acondicionadas em tubos falcon identificados e congeladas em freezer a -20°C para avaliações posteriores dos parâmetros ósseos. As tíbias foram então descongeladas em temperatura ambiente e descarnadas sem provocar injúrias na estrutura óssea.

Em seguida, as tíbias esquerdas foram pesadas em balança semi-analítica ($\pm 0,01g$) e seu comprimento medido com auxílio de um paquímetro digital (capacidade de 0 a 150 mm e precisão de 0,01 mm). Posteriormente, as tíbias foram levadas a mufla para obtenção da matéria mineral (550°C; 4h) (n° 942.05) (AOAC, 2001). Após a pesagem das cinzas e

medição do comprimento das tíbias, foi calculado o Índice de Seedor (Seedor; Quartuccio; Thompson, 1991), dividindo-se o peso das cinzas do osso (mg) pelo seu comprimento (mm).

As tíbias direitas foram destinadas para a avaliação da resistência óssea no Laboratório de Ensaio Mecânicos da Universidade Federal de Pernambuco (INTM/UFPE) utilizando um texturômetro de ensaios universais com capacidade de 100kN (EMIC, modelo DL-10000), com o auxílio do software Tesc EMIC, que registrou a força (kgf) necessária para ocorrer a quebra total do osso. A distância entre os apoios foi de 40 mm e a velocidade de deslocamento empregada pela célula de carga de 50 kg a uma velocidade de 2 mm/min.

2.8 Análises estatísticas

Os dados foram analisados para testar os pressupostos de normalidade de erros e homocedasticidade das variâncias posteriormente submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados utilizando o Teste de Tukey ($p < 0,05$). Utilizou-se o pacote computacional estatístico SAS 9.4 (Statistical Analysis System Institute Inc., 2012).

3. RESULTADOS

3.1 Composição bromatológica e compostos antinutricionais

A composição bromatológica e aminoacídica, assim como os compostos antinutricionais do FFM encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Composição química, aminoacídica e energética do farelo de folhas de *Moringa oleifera*, com base na matéria seca e presença de compostos antinutricionais

| Nutrientes, % | |
|--|-----------------|
| Matéria Seca | 88,77 |
| Proteína Bruta | 22,06 |
| Fibra Bruta | 8,22 |
| Extrato Etéreo | 8,62 |
| Energia Bruta, kcal/kg | 3948 |
| Fibra em Detergente Neutro | 39,93 |
| Fibra em Detergente Ácido | 20,53 |
| Hemicelulose* | 19,40 |
| Lignina | 9,60 |
| Celulose* | 10,93 |
| Carboidratos Não Fibrosos ¹ | 18,21 |
| Matéria Mineral | 11,18 |
| Aminoácidos Totais, % | |
| Metionina | 0,37 |
| Cistina | 0,28 |
| Metionina+Cistina | 0,65 |
| Lisina | 1,12 |
| Treonina | 1,02 |
| Arginina | 1,31 |
| Isoleucina | 1,01 |
| Leucina | 1,87 |
| Valina | 1,26 |
| Histidina | 0,51 |
| Fenilalanina | 1,33 |
| Glicina | 1,11 |
| Serina | 1,02 |
| Prolina | 1,07 |
| Alanina | 1,32 |
| Ác. Aspártico | 2,12 |
| Ác. Glutâmico | 2,98 |
| Compostos antinutricionais, % | |
| Lectinas | NI ² |
| Inibidor de Tripsina | 0,22 |
| Saponinas | 2,39 |
| Compostos Fenólicos Totais | 3,01 |
| Tanino | 0,16 |
| Fitato | 1,86 |

¹Carboidratos não fibrosos (CNF) calculados (Mertens, 1997); ²Não Identificado; *Estimado

O FFM da presente pesquisa, apresentou bons níveis nutricionais quando comparados a outros ingredientes utilizados na ração animal, principalmente no que se trata dos aminoácidos essenciais para aves como metionina, lisina, treonina, triptofano, além dos valores de proteína bruta de 22,06% e energia bruta de 3948 kcal/kg.

A constituição da fração fibrosa do FFM apresentou diferenças entre os constituintes das frações solúveis (FDN) e insolúveis (FDA), dentro dos constituintes do FDN estão os componentes da hemicelulose com 19,40%, enquanto os constituintes da FDA com 9,60% de lignina e 10,93% de celulose. Os CNF apresentaram valores de com 18,21%. Valores estes importantes quando se trata de alimentos alternativos para aves.

Também foram encontrados 3,01% de compostos fenólicos totais e dentre eles 0,16% de taninos. Além desses compostos, também foi encontrada a presença de saponinas, um total de 2,39%, em comparação a dose de saponina (controle positivo) que foi de 10,07%. Esses resultados mostram que as folhas de *M. oleífera* não são fontes de saponinas hemolíticas, as quais podem prejudicar o desempenho dos animais.

Não foram identificadas lectinas na preparação a partir do ensaio de hemaglutinação. A preparação apresentou atividade inibitória de tripsina específica de 0,22%. E a quantidade de fitato encontrada foi de 1,86%.

3.2 Desempenho produtivo

Na Tabela 6 estão os valores de desempenho referentes aos períodos de 1 a 5 semanas, 6 a 8 semanas e de 1 a 8 semanas de idade, correspondendo as fases de cria e parte da recria das aves. Nas primeiras semanas (1 a 5 semanas), houve efeito significativo ($p < 0,05$), apenas para uniformidade do peso corporal. Assim, menores inclusões de Moringa (2,5% e 5%), sem inclusão de fitase, resultaram em aves mais uniformes em comparação aos demais tratamentos e os tratamentos com maiores inclusões de Moringa resultaram em aves mais desuniformes, embora a inclusão da fitase tenha amenizado esse efeito quando a inclusão de moringa foi de 10%.

De 6 a 8 semanas houve efeito significativo para CR, CA e para a Uniformidade. No CR, as aves do tratamento com maior inclusão de Moringa (10%) sem a fitase foram as que consumiram mais ração, conseqüentemente, foi o tratamento que obteve a pior CA, quando comparado ao tratamento RR. Os tratamentos com as menores inclusões de Moringa (2,5% e 5%) tiveram melhor CA. As aves mais uniformes, foram aquelas alimentadas com dietas contendo menor inclusão de Moringa (2,5%), as demais tiveram aves mais desuniformes independentemente da inclusão de fitase na ração.

Tabela 6. Efeito da inclusão do farelo de folhas de *Moringa oleifera* (FFM), com ou sem inclusão de fitase, sobre o peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e uniformidade de poedeiras leves nas fases de cria e recria, com base na matéria seca

| Tratamentos | Parâmetros avaliados | | | | |
|----------------------------|----------------------|----------------------|--------|--------------------|---------------------|
| | PC | CR | GP | CA | Uniformidade |
| | g | | | g:g | % |
| 1 a 5 semanas | | | | | |
| RR ¹ | 392,14 | 828,40 | 357,39 | 2,32 | 88,50 ^b |
| RRF ² | 390,14 | 854,33 | 355,45 | 2,40 | 90,03 ^{ab} |
| FFM2,5 ³ | 389,32 | 848,68 | 354,40 | 2,39 | 90,55 ^a |
| FFM5 ⁴ | 388,43 | 843,34 | 353,64 | 2,38 | 90,16 ^a |
| FFM5F ⁵ | 387,15 | 848,62 | 352,42 | 2,41 | 87,95 ^{bc} |
| FFM10 ⁶ | 381,48 | 837,12 | 346,67 | 2,42 | 82,58 ^d |
| FFM10F ⁷ | 381,97 | 844,35 | 349,87 | 2,41 | 87,08 ^c |
| Média | 387,76 | 843,71 | 352,98 | 2,39 | 88,17 |
| EPM ⁸ | 1,14 | 3,65 | 1,15 | 0,01 | 0,44 |
| <i>p</i> -valor | NS | NS | NS | NS | <0,0001 |
| 6 a 8 semanas | | | | | |
| RR ¹ | 679,89 | 961,84 ^b | 287,75 | 3,34 ^b | 89,87 ^b |
| RRF ² | 678,23 | 978,31 ^{ab} | 288,08 | 3,39 ^{ab} | 89,97 ^b |
| FFM2,5 ³ | 678,17 | 967,60 ^{ab} | 288,85 | 3,35 ^b | 90,80 ^a |
| FFM5 ⁴ | 676,18 | 967,37 ^{ab} | 287,74 | 3,36 ^b | 90,07 ^b |
| FFM5F ⁵ | 672,20 | 977,92 ^{ab} | 285,05 | 3,43 ^{ab} | 88,29 ^c |
| FFM10 ⁶ | 669,88 | 1008,23 ^a | 289,33 | 3,48 ^a | 84,74 ^d |
| FFM10F ⁷ | 670,45 | 988,61 ^{ab} | 285,77 | 3,46 ^{ab} | 85,86 ^d |
| Média | 675,12 | 978,55 | 287,51 | 3,40 | 88,29 |
| EPM ⁸ | 1,37 | 4,08 | 0,81 | 0,01 | 0,40 |
| <i>p</i> -valor | NS | 0,0301 | NS | 0,0034 | <0,0001 |
| 1 a 8 semanas | | | | | |
| RR ¹ | 679,89 | 1790,25 | 645,14 | 2,77 ^b | 89,56 ^{bc} |
| RRF ² | 678,23 | 1832,64 | 643,53 | 2,85 ^{ab} | 89,65 ^{bc} |
| FFM2,5 ³ | 678,17 | 1816,28 | 643,25 | 2,82 ^{ab} | 91,18 ^a |
| FFM5 ⁴ | 676,18 | 1810,70 | 641,38 | 2,82 ^{ab} | 90,06 ^b |
| FFM5F ⁵ | 672,20 | 1826,54 | 637,47 | 2,86 ^a | 87,91 ^c |
| FFM10 ⁶ | 669,88 | 1832,72 | 635,07 | 2,89 ^a | 85,49 ^d |
| FFM10F ⁷ | 670,45 | 1832,96 | 635,64 | 2,89 ^a | 85,86 ^d |
| Média | 675,12 | 1819,99 | 640,34 | 2,84 | 88,22 |
| EPM ⁸ | 1,37 | 5,91 | 1,38 | 0,01 | 0,46 |
| <i>p</i> -valor | NS | NS | NS | 0,0041 | <0,0001 |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 2,5% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM sem fitase; ⁵dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; ⁸erro padrão da média. ^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). NS: não significativo ($p > 0,05$)

No período total (1 a 8 semanas), houve diferença significativa para a CA e Uniformidade. Das dietas com inclusão de FFM, os tratamentos com inclusão de 5% de FFM com fitase, 10 % de FFM e 10% de FFM com fitase, apresentaram piores CA, bem como menores valores de Uniformidade, quando comparados ao tratamento sem inclusão de FFM. Assim, mesmo com a inclusão de fitase as aves não tiveram respostas diferentes, as aves que

receberam menor inclusão de Moringa em sua dieta (2,5%) foram as que apresentaram melhores resultados de uniformidade quando avaliado o período total do experimento. Sendo assim, independentemente da fase avaliada, a ração com 2,5% de FFM melhorou a uniformidade das aves.

3.3 Metabolizabilidade

Na Tabela 7 estão dispostos os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), bem como os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB). Observou-se, diferenças significativas para estas variáveis ($p < 0,05$).

O tratamento com maior inclusão, 10% de FFM sem fitase, apresentou melhores valores de EMA e EMAn seguido pelos tratamentos com inclusão de 10% de FFM com fitase, RR e do tratamento com menor inclusão de FFM (2,5%), sendo assim, esses foram os tratamentos que proporcionaram maior aproveitamento da energia das dietas.

Das dietas que receberam FFM, a que recebeu o menor nível de Moringa apresentou melhor metabolizabilidade da matéria seca. Assim como ocorreu na energia metabolizável, a dieta com maior nível de moringa (10%) sem fitase foi mais eficaz no CMAPB seguido da dieta com menor inclusão de FFM (2,5%) e da dieta com (10%) com a adição de fitase.

No CMAEB, as dietas com menor inclusão de moringa (2,5%) e a com maior inclusão e sem fitase (10%) foram as mais eficazes no aproveitamento da energia e não diferiram do tratamento RR.

Tabela 7. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de aves de postura comercial, com base na matéria seca

| Tratamentos | EMA | EMAn | CMAMS | CMAPB | CMAEB |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | kcal/kg | | % | | |
| RR ¹ | 3211,79 ^{ab} | 3040,40 ^{ab} | 72,81 ^a | 90,72 ^a | 77,54 ^a |
| RRF ² | 2927,40 ^c | 2776,83 ^c | 65,49 ^{bc} | 87,59 ^b | 70,91 ^{bc} |
| FFM2,5 ³ | 3256,63 ^{ab} | 3002,83 ^{ab} | 69,48 ^{ab} | 88,40 ^{ab} | 74,27 ^{ab} |
| FFM5 ⁴ | 3182,71 ^b | 2886,30 ^{bc} | 63,91 ^c | 87,69 ^b | 71,03 ^{bc} |
| FFM5F ⁵ | 3066,40 ^{bc} | 2892,22 ^{bc} | 61,99 ^d | 86,71 ^c | 68,74 ^c |
| FFM10 ⁶ | 3292,41 ^a | 3109,64 ^a | 67,93 ^{bc} | 91,18 ^a | 73,78 ^{ab} |
| FFM10F ⁷ | 3208,44 ^{ab} | 3042,04 ^{ab} | 65,41 ^c | 89,07 ^{ab} | 72,07 ^{bc} |
| Média | 3163,68 | 2964,32 | 66,68 | 88,76 | 72,62 |
| EPM ⁸ | 23,81 | 22,55 | 0,63 | 0,34 | 0,54 |
| <i>p</i> -valor | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 2,5% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM sem fitase; ⁵dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; ⁸erro padrão da média. ^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). NS: não significativo ($p > 0,05$)

3.4 Bioquímica sérica

No perfil bioquímico analisado (Tabela 8), houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os seguintes parâmetros: Fosfatase Alcalina (FAL), Glicose (GLI), Colesterol, Lipoproteínas de Alta Densidade (HDL), Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL), Triglicérides Totais (TG) e Ácido Úrico (AU).

Tabela 8. Bioquímica sérica de aves postura comercial Dekalb White as 8 semanas de idade alimentadas com dietas com ou sem moringa e fitase

| Tratamento | ALT ¹ | FAL ² | GAMA GT ³ | PT ⁴ | ALB ⁵ | GLO ⁶ | GLI ⁷ | Colesterol ⁸ | HDL ⁹ | LDL ¹⁰ | TG ¹¹ | AU ¹² |
|----------------------------|------------------|----------------------|----------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | (UI/L) | (UI/L) | (UI/L) | (g/L) | (g/L) | (g/L) | (mg/dL) | (mg/dL) | (mg/dL) | (mg/dL) | (mg/dL) | (mg/dL) |
| RR¹³ | 22,96 | 981,14 ^b | 15,75 | 4,16 | 2,05 | 2,11 | 231,98 ^a | 135,48 ^{ab} | 59,22 ^c | 35,89 ^a | 135,17 ^{ab} | 6,19 ^a |
| RRF¹⁴ | 22,10 | 1518,84 ^a | 13,86 | 3,97 | 2,03 | 1,94 | 226,50 ^a | 133,37 ^{ab} | 46,79 ^d | 38,11 ^a | 149,80 ^{ab} | 4,94 ^b |
| FFM2,5¹⁵ | 21,46 | 1519,42 ^a | 14,29 | 4,08 | 2,07 | 2,01 | 221,35 ^{ab} | 127,11 ^b | 71,63 ^a | 25,73 ^b | 149,08 ^{ab} | 6,81 ^a |
| FFM5¹⁶ | 24,95 | 682,88 ^b | 15,46 | 3,72 | 1,99 | 1,73 | 226,12 ^a | 114,69 ^c | 65,87 ^b | 26,41 ^b | 121,62 ^b | 5,53 ^{ab} |
| FFM5F¹⁷ | 25,71 | 841,96 ^b | 14,97 | 4,07 | 2,02 | 2,05 | 232,14 ^a | 146,60 ^a | 77,16 ^a | 33,82 ^a | 151,53 ^{ab} | 6,48 ^a |
| FFM10¹⁸ | 22,38 | 739,76 ^b | 14,40 | 3,81 | 2,06 | 1,75 | 208,15 ^b | 129,52 ^b | 70,03 ^b | 32,30 ^a | 149,84 ^{ab} | 5,47 ^{ab} |
| FFM10F¹⁹ | 27,78 | 968,06 ^b | 14,85 | 3,84 | 2,06 | 1,78 | 226,20 ^a | 123,13 ^b | 66,06 ^b | 28,49 ^b | 159,72 ^a | 4,91 ^b |
| Média | 24,08 | 990,94 | 14,83 | 3,95 | 2,04 | 1,9 | 225,07 | 130,49 | 65,36 | 33,14 | 145,77 | 5,71 |
| EPM | 0,93 | 63,78 | 0,25 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 1,63 | 2,33 | 1,86 | 1,87 | 3,43 | 0,18 |
| <i>p</i> -valor | NS | <0,0001 | NS | NS | NS | NS | 0,0002 | 0,0016 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0354 | 0,0312 |

¹Alanina Aminotransferase; ²Fosfatase Alcalina; ³Gamaglutamiltransferase; ⁴Proteínas Totais; ⁵Albumina; ⁶Globulina; ⁷Glicose; ⁸Colesterol total; ⁹Lipoproteínas de Alta Densidade; ¹⁰Lipoproteínas de Baixa Densidade; ¹¹Triglicérides Totais; ¹²Ácido Úrico; ¹³dieta sem inclusão de FFM e fitase; ¹⁴dieta sem inclusão de FFM com fitase; ¹⁵dieta com inclusão de 2,5% de FFM sem fitase; ¹⁶dieta com inclusão de 5% de FFM sem fitase; ¹⁷dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ¹⁸dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ¹⁹dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; EPM: erro padrão da média. ^a ^bMédias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). NS: não significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

O tratamento com menor inclusão de Moringa (2,5%) apresentou maior FAL apresentando comportamento similar ao daquelas aves que consumiram a dieta RRF, os demais tratamentos não diferiram do controle e apresentaram menores valores. Para o parâmetro GLI as aves que consumiram a dieta com 10% apresentaram menor valor quando comparada àquelas alimentadas com as demais dietas, porém não diferindo daquelas aves que consumiram a dieta com 2,5% de FFM.

Os tratamentos com inclusão de 5% de FFM com fitase apresentou aves com menor valor de colesterol e TG. Quando comparados os valores de TG das aves que receberam dieta com 5% de FFM sem fitase com as que receberam a dieta com 10% de FFM com fitase, este apresentou maior valor.

As aves que receberam FFM na dieta apresentaram maiores valores de HDL quando comparado com as aves que não receberam FFM. Já para o LDL, os tratamentos com FFM2,5; FFM5 e FFM10F apresentaram menores valores e diferiram dos demais tratamentos. No HDL, os maiores valores foram para os tratamentos FFM5F e FFM2,5. A influência do FFM sobre os valores de HDL e LDL estão na Figura 1.

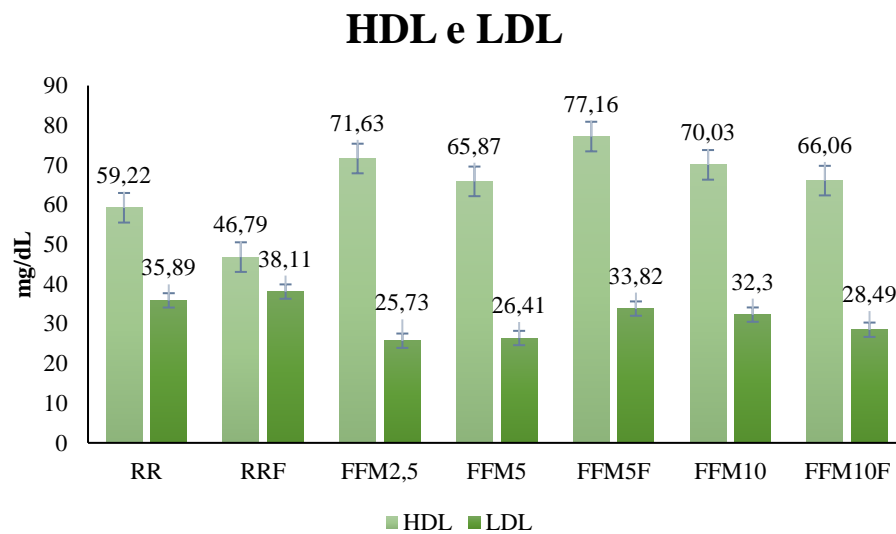


Figura 2. Efeito da inclusão do FFM sobre os valores de HDL e LDL na fase inicial

Para o AU, os tratamentos FFM2,5; FFM5F e RR apresentaram maiores valores quando comparados aos demais tratamentos.

3.5 Peso e comprimento dos órgãos

Na Tabela 9 estão os dados apresentados referentes ao peso vivo e dos órgãos como baço, bursa de Fabricius, fígado, gordura abdominal, moela, peso do intestino, timo e comprimento do intestino. No entanto, apenas o peso vivo, fígado, baço e bursa não apresentaram diferenças significativa ($p > 0,05$).

Houve influência ($p < 0,05$) da inclusão de Moringa sobre o peso da moela, as aves que consumiram as dietas com maiores inclusões de FFM apresentaram o peso da moela maior. Aquelas alimentadas com a dieta RR apresentaram maiores quantidades de gordura abdominal, porém as aves que tiveram maiores inclusões de moringa as quantidades de gordura foram menores, bem como aquelas alimentadas com a dieta RRF. As aves que receberam as dietas com maiores inclusões de moringa (FFM5; FFM5F; FFM10 e FFM10F) e RR apresentaram menor peso do timo.

As aves do tratamento FFM5 apresentaram maiores pesos do intestino, comprimento do intestino delgado e cecos, enquanto os tratamentos FFM2,5 e FFM5F apresentaram aves com menores pesos de intestino, já no comprimento do intestino delgado e cecos, as aves que receberam a dieta FFM10F apresentaram menores valores.

Tabela 9. Peso relativo dos órgãos (%) e comprimento do intestino em centímetros (cm) de aves postura comercial Dekalb White de 8 semanas alimentadas com dietas com ou sem moringa e fitase

| TRAT | PV ¹ | Fígado | Moela | GA ² | Baço | Timo | Bursa | Intestino ³ | ID ⁴ | Cecos |
|----------------------------|-----------------|--------|--------------------|--------------------|------|--------------------|-------|------------------------|---------------------|-------------------|
| | (%) | | | | | | | | (cm) | |
| RR⁵ | 652,17 | 2,18 | 2,61 ^{bc} | 1,02 ^a | 0,26 | 0,52 ^c | 0,37 | 3,61 ^{ab} | 97,80 ^{ab} | 8,78 ^c |
| RRF⁶ | 655,67 | 2,03 | 2,46 ^c | 0,49 ^b | 0,27 | 0,73 ^a | 0,42 | 3,75 ^a | 97,60 ^{ab} | 8,77 ^c |
| FFM2,5⁷ | 664,80 | 2,33 | 2,81 ^b | 0,84 ^{ab} | 0,30 | 0,71 ^{ab} | 0,45 | 3,42 ^b | 97,92 ^{ab} | 9,07 ^b |
| FFM5⁸ | 655,33 | 2,21 | 2,74 ^c | 0,71 ^{ab} | 0,29 | 0,47 ^c | 0,51 | 3,75 ^a | 104,75 ^a | 9,59 ^a |
| FFM5F⁹ | 664,00 | 2,21 | 2,88 ^b | 0,66 ^b | 0,28 | 0,59 ^{bc} | 0,37 | 3,36 ^b | 97,00 ^{ab} | 9,16 ^b |
| FFM10¹⁰ | 654,50 | 2,03 | 3,47 ^a | 0,55 ^b | 0,25 | 0,59 ^{bc} | 0,41 | 3,58 ^{ab} | 97,25 ^{ab} | 9,17 ^b |
| FFM10F¹¹ | 657,33 | 2,06 | 3,41 ^a | 0,68 ^b | 0,26 | 0,51 ^c | 0,43 | 3,55 ^{ab} | 88,83 ^b | 8,56 ^c |
| Média | 657,67 | 2,15 | 2,88 | 0,67 | 0,28 | 0,59 | 0,42 | 3,59 | 97,29 | 9,06 |
| EPM | 2,08 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 1,07 | 0,05 |
| <i>p</i> -valor | NS | NS | <0,0001 | 0,0034 | NS | <0,0001 | NS | 0,0018 | 0,0039 | 0,0001 |

TRAT: tratamento; ¹Peso vivo; ²Gordura abdominal; ³Peso do intestino delgado e grosso; ⁴Intestino delgado; ⁵dieta sem inclusão de FFM e fitase; ⁶dieta sem inclusão de FFM com fitase; ⁷dieta com inclusão de 2,5% de FFM sem fitase; ⁸dieta com inclusão de 5% de FFM sem fitase; ⁹dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ¹⁰dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ¹¹dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; ^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). NS: não significativo

3.6 Resistência óssea e Índice de Seedor

Não houve diferença significativa apenas para o comprimento das tíbias avaliadas (Tabela 10). Nos tratamentos com inclusão de FFM, as aves alimentadas com a dieta contendo menor nível de inclusão (FFM2,5) apresentaram menores valores em relação a todos os parâmetros avaliados. O tratamento com FFM5F também proporcionou aves com menor resistência óssea, mesmo que a fitase não tenha influenciado neste tratamento, houve influência na dieta com maior nível de inclusão de FFM e com fitase (FFM10F) apresentando aves com ossos mais resistentes, assim como nos tratamentos que não receberam Moringa.

Tabela 10. Parâmetros ósseos de aves postura comercial Dekalb White de 8 semanas alimentadas com dietas com ou sem moringa e fitase

| Tratamento | Cinzas (g) | Tíbias ¹ (mm) | Índice de Seedor (mg mm ⁻¹) | Resistência óssea (Kgf) |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------|--|----------------------------|
| RR ² | 3,15 ^a | 95,66 | 32,90 ^a | 70,07 ^b |
| RRF ³ | 3,18 ^a | 94,69 | 33,61 ^a | 71,86 ^{ab} |
| FFM2,5 ⁴ | 2,27 ^b | 95,90 | 23,76 ^b | 68,60 ^b |
| FFM5 ⁵ | 3,11 ^a | 97,06 | 32,13 ^a | 73,11 ^{ab} |
| FFM5F ⁶ | 3,14 ^a | 96,06 | 32,70 ^a | 67,55 ^b |
| FFM10 ⁷ | 3,10 ^a | 93,20 | 33,33 ^a | 71,88 ^{ab} |
| FFM10F ⁸ | 3,15 ^a | 95,02 | 33,15 ^a | 83,52 ^a |
| Média | 3,05 | 95,23 | 32,03 | 71,77 |
| EPM | 0,05 | 0,51 | 0,55 | 1,22 |
| <i>p</i> -valor | <0,0001 | NS | <0,0001 | 0,0264 |

¹comprimento das tíbias; ²dieta sem inclusão de FFM e fitase; ³dieta sem inclusão de FFM com fitase; ⁴dieta com inclusão de 2,5% de FFM sem fitase; ⁵dieta com inclusão de 5% de FFM sem fitase; ⁶dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁸dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; EPM: erro padrão da média. ^a, ^bMédias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); NS: não significativo

4. DISCUSSÃO

A composição bromatológica das folhas da Moringa pode variar de acordo com a região em que foi cultivada, da idade fisiológica, tipo de solo, adubação e tempo de colheita. Valores esses encontrados no FFM quando comparados ao farelo de trigo, outro alimento usado na alimentação de aves, com 17,06% de PB, 4431 kcal/kg de EB, 10,25 % de FB, 44,97 % de FDN 14,80 % de FDA com base na matéria seca (Rostagno et al., 2017), mostra o potencial do FFM como ingrediente na ração animal.

De acordo com métodos propostos por Van Soest; Wine (1967) no fracionamento da fibra, a hemicelulose é solubilizada em detergente ácido representando uma parte da fração solúvel junto com as substâncias pécticas formando os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e na fração insolúvel encontram-se as hemiceluloses insolúveis, lignina, celulose, taninos,

cutinas e compostos minoritários. Nesta pesquisa, foram encontrados valores relativamente próximos entre as frações solúvel e insolúvel, sendo que os componentes da fração insolúvel (celulose e lignina) é representada em maior quantidade no FFM. Com relação ao conteúdo celular da fibra, representado pelos Carboidratos Não Fibrosos (CNF) foram encontrados 18,21% desses componentes, onde estão presentes o amido, açúcares e substâncias pécticas.

Valdivié-Navarro et al. (2020) em seu levantamento, relatam que as quantidades de Lignina em Detergente Ácido (LDA), assim como outros componentes da fibra, são relativamente altos nas folhas da Moringa, variando de 5,43 a 13,66 % de lignina, celulose variando entre 11,30 a 43,98% e hemicelulose de 8,97 a 15,08 %, FDN de 33,31 a 66,34 % e FDA de 22,23 a 45,91%, também representando maiores quantidades dos componentes da fração insolúvel nas folhas da Moringa, assim como neste estudo.

Com isso, a fibra insolúvel tem um destaque na alimentação de aves pois ela geralmente corresponde aos componentes da parede celular dos vegetais, ela pode ser caracterizada como carboidratos que são resistentes a digestão por enzimas endógenas de animais não ruminantes e podem ser fermentadas completa ou parcialmente no cólon, já que as aves são animais que não possuem o ceco funcional. Com isso, a porção insolúvel passa mais rápido pelo intestino podendo diminuir a digestão do alimento passando a ser o principal substrato para fermentação microbiana no intestino grosso servindo de fonte energética para os microorganismos. Já a porção solúvel forma um gel viscoso podendo reduzir a ação de enzimas digestórias, reduzir a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestório, porém em combinação com a fibra insolúvel ela aumenta a possibilidade de ação de microrganismos e também a digestibilidade já que o alimento irá passar mais tempo no trato digestório (Montagne; Pluske; Hampson, 2003; Rebello; O'neil; Greenway, 2016). Nesse sentido, com o alimento passando mais tempo no intestino, auxilia no desenvolvimento do trato gastrointestinal, preparando as frangas para a postura.

Além disso, a molécula de lignina é formada por compostos fenólicos e constitui importante obstáculo para a digestão da fibra quando encontrados em grandes quantidades, visto que se liga quimicamente aos carboidratos da parede celular (Maeda et al., 2012; Souza et al., 2019). O FFM, apresentou 3,01% de compostos fenólicos totais e dentre eles o tanino com 0,16%.

Altas concentrações de tanino e lignina podem diminuir o consumo de ração e, conseqüentemente comprometer o desempenho das aves em crescimento. Segundo Mukumbo et al. (2014) os taninos podem resultar em uma depressão na taxa de crescimento devido à redução da utilização de proteínas e possível dano ao revestimento da mucosa do trato

digestivo em monogástricos. Nesse sentido, a quantidade de tanino e lignina presente no FFM desta pesquisa não foram suficientes para prejudicar o consumo de ração, a medida em que as aves consumiram mais FFM na dieta, das 6 a 8 semanas, porém pode ter influenciado na uniformidade em todas as fases avaliadas (Tabela 6).

Em relação aos polifenóis, Valdivié-Navarro et al. (2020) relatam que as concentrações nas folhas de moringa estão em média de 2,89%. Foidl; Makkar; Becker (2001) e Moyo et al. (2011), detectaram concentrações de 3,4% e 2,02%, respectivamente, de polifenóis totais. Os compostos fenólicos presentes na planta, estão associados a saúde dos animais, melhora intestinal e desempenho produtivo (Yang et al., 2015; Mosele; Macià; Motilva, 2015). De acordo com Valdivié-Navarro et al. (2020) os flavonóides são os principais compostos fenólicos presentes nas folhas da Moringa.

Segundo Foidl; Makkar; Becker (2001) e Richter; Siddhuraju; Becker, (2003) as saponinas que estão presentes nas folhas da Moringa parecem ser inofensivas devido as pequenas quantidades encontradas além de não apresentaram atividade hemolítica. As concentrações encontradas nas folhas são de 6,38%; 5% e 1,6% (Richter; Siddhuraju; Becker, 2003; Foidl; Makkar; Becker, 2001; Ogbe; Affiku, 2012). Nesta pesquisa, as saponinas e os compostos fenólicos representaram o grupo de compostos em maior quantidade, e a saponina também não possui ação hemolítica como relatada pelos autores. Já as quantidades dos inibidores de tripsinas são relativamente baixas nas folhas de Moringa, segundo Ogbe; Affiku (2012) está entre 3,00%, valor este maior ao encontrado nesta pesquisa.

Alguns autores encontraram fitato presente nas folhas da Moringa, com uma variação, como Valdivié-Navarro et al. (2020) 2,56%, Makkar; Becker (1996) encontraram valores em torno de 3,1%, Ogbe; Affiku (2012) trabalhando com material proveniente da Nicarágua, de 2,59% para o fitato. Já Leone et al. (2015) determinaram a concentração química e de compostos fenólicos das folhas de Moringa provenientes de três localidades distintas e verificaram valores de fitato de 2,95%, 3,03% e 2,55%. Por conta da capacidade de se complexar com proteína, fibras, minerais e outros nutrientes, torna-os parcialmente indisponíveis para a utilização pelos animais não ruminantes, devido ao intestino delgado desses animais possuir uma capacidade limitada em hidrolisar o fitato, pela falta de atividade significativa da fitase endógena e da baixa população microbiana no início do trato digestivo, necessária para o desdobramento do fitato, tendo como consequências o aumento da excreção de minerais (como fósforo, cálcio, magnésio, ferro e zinco) e nitrogênio (Bernal et al., 2006; Ferreira; Lopes, 2012), nutrientes estes de extrema importância ao organismo de aves de postura.

Devido a presença de fitato no FFM e dos relatos na literatura, foi decidido usar a fitase exógena nesta pesquisa, além do que se é sabido das limitações das aves em hidrolisar o fitato, partindo do princípio de que a fitase exógena potencializa o aproveitamento mineral e nutricional presente no ingrediente, melhorar o desempenho zootécnico e diminuir os custos com suplementação mineral inorgânica (Bernal et al., 2006; Ferreira; Lopes, 2012).

Com isso, a presença desses compostos na planta quando ingerido em grandes quantidades podem se tornar prejudiciais aos animais sendo importante a busca pelo melhor nível a ser incluído na alimentação de aves e tempo de uso na fase de cria e recria na forma de farelo das folhas da Moringa. Outra alternativa de uso de enzimas exógenas em dietas contendo a Moringa seria o uso das carboidrases como feito por Macambira (2021) que utilizou a xilanase devido a presença de PNA's presente na planta, como resultado o autor conclui que utilizando 5% de farelo de Moringa na dieta de poedeiras com suplementação de xilanase em associação com a fitase afetou positivamente o desempenho e qualidade de ovos das aves no período de pico de postura.

Apesar de apresentar poucas quantidades de compostos antinutricionais presentes nas folhas da Moringa é importante realizar a secagem dessas folhas para serem fornecidas aos animais ajudando na remoção ou redução desses compostos. Segundo Vitti et al. (2005), a secagem pode reduzir o tanino em 15 a 30% em relação a folhas frescas. A depender dos níveis utilizados na alimentação de aves os valores dos compostos antinutricionais presentes nas folhas da Moringa, que apesar de serem baixos, podem ser benéficos na saúde das aves com destaque para os fenóis, polifenóis e saponinas.

Nas dietas das aves desta pesquisa, a quantidade de fibra aumentou com o aumento da inclusão do FFM, apresentando os seguintes valores de fibra bruta: RR (3,32%), RRF (3,47%), FFM2,5 (3,64%), FFM5 (3,90%), FFM5F (3,92%), FFM10 (4,84%) e FFM10F (4,74%), porém, ficando dentro do recomendado no manual da linhagem que é de 3 a 5% nas fases iniciais para garantir consumo de ração adequado no início da fase de produção (Manual de manejo das poedeiras Dekalb White, 2009). Por outro lado, os benefícios da fibra são atribuídos, em grande parte, ao maior desenvolvimento e atividade da moela, obtidos pela inclusão de fibra insolúvel e de maior granulometria da ração.

Os valores de uniformidade de todas as fases estão dentro da faixa satisfatória, estes valores estão entre a faixa de bom e ótimo, preconizada pelo manual da linhagem (Manual de manejo das poedeiras Dekalb White, 2009) que considera como sendo bom (80 a 90%) e ótimo (acima de 90%), média (70 a 79%) e insuficiente (60 a 69%). Em trabalho realizado com níveis parecidos com esta pesquisa, Oludoyi; Toye (2013) utilizaram 0; 5 e 10 % de

farinha de folhas de moringa em frangas de quatro a sete semanas de idade, Bovans Nera Black, os autores não encontraram diferença para peso vivo e ganho de peso. Já Lu et al. (2016) observaram piora da conversão alimentar devido à baixa digestibilidade da fibra e seus efeitos sobre o aproveitamento de energia e proteína com aumento nos níveis de inclusão (0%, 5%, 10% e 15%) de folhas de Moringa para poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line Grey com 27 semanas de idade. Para Ash et al. (1992) a inclusão de farinhas de folhas para frangos de corte, com níveis acima de 10% levam a piora da conversão alimentar e no ganho de peso final dos animais. Já Voemesse et al. (2019) em pesquisa utilizando níveis de 0%; 1% e 3% de folhas de Moringa na dieta de aves de postura entre 1 dia a 55 semanas de idade, na fase de 1 a 8 semanas os autores verificaram que o ganho de peso e a conversão alimentar melhoraram com o aumento dos níveis.

Neste trabalho o aproveitamento da proteína e da energia foram maiores nos tratamentos com maior inclusão, ao contrário do que aconteceu no desempenho onde as aves que consumiram as dietas com maiores inclusões tiveram piores CA e uniformidade de 1 a 8 semanas, esse resultado no desempenho pode ser explicado devido a presença de flavonoides encontrados na folha da Moringa que segundo Mbikay (2012) esses compostos nas dietas são responsáveis pelo estímulo do consumo voluntário nos animais, principalmente devido ao seu controle sobre os níveis de glicose sanguínea. Já no tratamento com inclusão de 2,5%, foram observados melhores valores tanto para o desempenho quanto para a metabolizabilidade, porém as aves que apresentaram maior acúmulo de gordura abdominal e tamanho do timo, este último sendo um órgão linfóide responsável pelo sistema imunológico das aves.

A fibra, principalmente a sua fração insolúvel possui papel importante tanto no desenvolvimento da moela quanto do trato gastrointestinal. A principal função da moela é a digestão mecânica triturando e reduzindo o tamanho de partículas dos alimentos (Mardewi et al., 2017). Quando há aumento da fibra bruta da dieta, o tamanho e o conteúdo da moela são afetados pelo aumento da estimulação que é provocada pela presença de partículas maiores e que posteriormente estimula motilidade do trato digestório, juntamente com o aumento da secreção de coliscistoquinina (CCK), melhorando a mistura das enzimas digestivas com a digesta (Hetland; Svihus; Choct, 2005; Macambira et al., 2018; Mateos et al., 2012; Svihus et al., 2004), além disso, a estimulação da atividade da moela aumenta a secreção de mais amilase pelo pâncreas que, conseqüentemente, melhora a digestão do amido, metabolizando e gerando mais glicose para o metabolismo energético (Hetland; Svihus; Krogdahl, 2003). Isso pode explicar o maior peso da moela das aves que receberam as dietas FFM10 e FFM10F, maior peso e comprimento do intestino delgado e ceco para as que receberam a dieta com 5%

de inclusão de FFM. Os tratamentos com maiores níveis de inclusão também tiveram maiores valores de glicose sérica, outro ponto importante a ser observado é que a inclusão de fitase no tratamento FFM10F, disponibilizou mais glicose para as aves.

Khan et al. (2017) em pesquisa utilizando níveis de 0,6%; 0,9%; 1,2% e 1,5% da farinha de folhas de *Moringa oleifera* em dietas de frangos de corte, observaram aumento no comprimento e peso do intestino delgado em níveis mais baixos aos desta pesquisa. Além desses resultados estes autores relataram aumento na altura de vilosidade do duodeno, jejuno e íleo, na relação altura de vilosidade/profundidade de cripta do íleo e superfície de vilosidade do duodeno das aves alimentadas com 1,2% da planta, com estes aumentos a capacidade de absorção dos nutrientes aumentam a medida em que o alimento vai passando pelo trato digestório. Outro fator importante encontrado por esses autores foi um aumento no número de células caliciformes e contagem de folículos bursais. Todas estas características sugerem que além de uma melhor absorção dos nutrientes, a *Moringa* possui a capacidade de promover melhora na saúde intestinal das aves, visto que, além das características morfométricas, as células caliciformes e os folículos bursais, são importantes no sistema imunológico do intestino (Mahfuz; Piao, 2019).

Utilizando os níveis de (0,1; 0,2 e 0,3%) do farelo de folhas de *Moringa* e submetendo frangos de corte a estresse térmico, Hassan et al. (2016), observaram aumento crescente no ganho de peso, associada a melhoria na conversão alimentar, mostrando efeitos positivos da suplementação de *Moringa* sobre esses parâmetros mesmo as aves estando em condições de estresse térmico. Esses autores atribuem esses efeitos devido a presença de antioxidantes encontrados nas folhas como a vitamina C e os flavonóides. Outra importância associada a estes efeitos é que os flavonoides também podem melhorar o aproveitamento da proteína bruta e de outros nutrientes, melhorando o ambiente intestinal e trazendo benefícios para a digestão e absorção de nutrientes, devido as suas propriedades contra patógenos e antioxidante, além do efeito benéfico da *Moringa* no ambiente microbiano do intestino. A presença deste composto fenólico nos maiores níveis de inclusão de FFM com fitase pode ter sido benéfico na absorção dos nutrientes.

A *Moringa* possui compostos que auxiliam na redução do colesterol, Alnidawi et al. (2016) utilizaram níveis crescentes de *moringa* (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) e avaliaram a saúde e desempenho de frangos de corte, foi observado que os níveis de colesterol sérico e de LDL diminuíram, assim como houve aumento na concentração de HDL a medida em que os níveis de *moringa* foram aumentados. Esses autores atribuíram tais resultados aos compostos

bioativos presentes na moringa e a presença de fibras que podem aumentar o metabolismo lipídico nas aves.

Estes compostos bioativos que influenciam nos níveis de colesterol já foram relatados por Ghasi; Nwobodo; Ofili (2000) no qual estão presentes nas folhas da Moringa e apresentam em sua composição cerca de 90mg/g de β -sitosterol que tem capacidade de reduzir os níveis plasmáticos de colesterol através da redução da quantidade de LDL circulante. (Olugbemi; Mutayoba; Lekule, 2010) verificaram reduções nas concentrações de colesterol sanguíneo quando incluíram folhas de Moringa nos níveis de 5% e 10% para frangos de corte, assim como observado neste estudo.

Dentre esses compostos bioativos, segundo Goel; Makkar (2012), as moléculas das saponinas possuem parte da cadeia com características lipofílicas (onde está localizado o triterpeno ou o esteroide) e a outra hidrofílica (encontra-se o açúcar), possuindo capacidade de formar grupos heterogêneos com esteroides, tetraterpenoides e glicosídeos e chamaram a atenção da ciência por apresentarem atividades hipocolestorêmicas (Souza et al., 2019). Outra característica das saponinas é de possuir efeitos hipolipidêmico, segundo Teteh et al. (2016) utilizando níveis de inclusão de 2% e 4% de Moringa em dietas para poedeiras Isa Brown com 20 a 40 semanas de idade, perceberam redução na concentração de triglicerídeos sanguíneo das aves, quando incluíram 2% de farinha de folhas da Moringa na dieta das aves. Estes pesquisadores atribuem tal efeito a presença de compostos bioativos nas folhas. Estas questões podem justificar os resultados encontrados nesta pesquisa em que o TG e o colesterol reduziram com 5% de inclusão.

As concentrações de AU pode ser influenciada pelos alimentos com maiores valores proteicos como foi o caso da Moringa, pela idade da ave ou em alterações fisiológicas ou metabólicas e restrições alimentares fazendo com que as aves utilizem as proteínas estruturais, através do catabolismo proteico, provocando um aumento dos valores séricos de ácido úrico (Alonso-Alvarez, 2005; Capitelli; Crosta, 2013; Rajman et al., 2006). Com isso, os níveis plasmáticos de AU são um dos principais indicativos do catabolismo do nitrogênio em aves e são utilizados para avaliar a quebra de proteínas e a utilização de aminoácidos (Donsbough et al., 2010), sendo assim, os tratamentos FFM2,5; FFM5F e RR não tiveram efeitos negativos na retenção de proteína.

A Moringa é uma planta rica em minerais, principalmente àqueles importantes na nutrição das aves, como cálcio, fósforo e ferro. Siguemoto (2013), determinou valores médios de composição de Ca (1933,4 mg/100g), P (450,1 mg/100g), K (1764,9 mg/100g), Na (4,7 mg/100g), Mg (505,5 mg/100g), Mn (4,0 mg/100g), Fe (13,30 mg/100g), Zn (2,50 mg/100g)

e Cu (1,00 mg/100g), demonstrando assim o potencial nutritivo da moringa como fonte rica nos principais minerais de interesse zootécnico.

A FAL está associada ao metabolismo do cálcio e do fósforo e ligada a regulação do crescimento das aves participando das atividades osteoblásticas e condrogênicas, sendo assim, o aumento desta enzima está relacionado ao crescimento ósseo, hiperparatireoidismo nutricional secundário, consolidação de fraturas, fase de pré-ovulação e calcificação medular em galinhas (Campbel, 2015). Nesta pesquisa, o menor nível de inclusão apresentou maior valor em comparação aos demais níveis e em se tratando de aves em crescimento e em preparação para entrar na vida produtiva este tratamento apresentou aves com melhor relação, porém este mesmo tratamento apresentou menor densidade óssea e menor quantidade de cinzas.

Apesar da Moringa possuir fitato em suas folhas e que este possui a capacidade de se complexar a diversos nutrientes, imobilizar minerais, principalmente cátions bivalentes, tais como fósforo, cálcio, magnésio, ferro e zinco, além de possuir capacidade de se ligar a proteínas, fibras e outros nutrientes (Stech; Carneiro; de Carvalho, 2010; Zhang et al., 2013), segundo Vieira et al. (2016) cerca de 2/3 do total de fósforo presente na planta é complexado ao fitato, o uso da fitase nesta pesquisa não apresentou resultados conclusivos sobre a sua ação na digestibilidade dos nutrientes, desempenho dos animais, peso dos órgãos e bioquímica sérica, houve influência da fitase apenas para a uniformidade das aves, níveis de glicose e parâmetros ósseos.

Segundo Sohail; Roland (1999), as características ósseas são importantes parâmetros e mais sensível para avaliar o efeito da fitase do que no desempenho. Devido ao fato do Ca e P serem minerais em maiores quantidades nos ossos, a fitase irá disponibilizar mais esses minerais apresentando maiores quantidades de cinzas, Ca e P nas tíbias (Fukayama et al., 2008). Aves em crescimento estão se preparando para a fase de postura, com isso, é necessário que tenham ossos resistentes e densos devido a capacidade das aves de mover o cálcio dos ossos para a calcificação dos ovos não seja prejudicada, complementando com a ingestão de cálcio na ração. Na calcificação, o principal mineral exigido é o cálcio, pois a principal constituição da casca do ovo é na sua quase totalidade de carbonato de cálcio, logo em seguida, o segundo mineral mais importante para a formação da casca é o fósforo (De Vries; Kwakkel; Dijkstra, 2010).

Nesse sentido, as aves com maiores níveis de inclusão e com a adição de fitase apresentaram ossos mais resistentes, porém, o mesmo não aconteceu com a densidade, a fitase não apresentou influência nos tratamentos.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que os compostos presentes no FFM não influenciaram negativamente nos parâmetros sanguíneos nem no metabolismo das aves e agiram como compostos bioativos.

O FFM possui 3242,41 kcal/kg de EMA e 20,11% de proteína metabolizável, podendo ser incluído em dietas para aves poedeiras de 1 a 8 semanas de idade em até 10% sem prejuízo no desempenho zootécnico das aves.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, T. E. The use of *Moringa oleifera* in poultry diets. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 37, n. 5, p. 492–496, 2013.
- ABD EL-HACK, M. E. et al. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition – a review. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 3, p. 639–658, 2018.
- AERTS, R. J.; BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. Polyphenols and agriculture: Beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 75, n. 1–2, p. 1–12, 1999.
- AGUILAR, Y. M. et al. Effect of dietary supplementation with *Anacardium occidentale* on growth performance and immune and visceral organ weights in replacement laying pullets. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 11, n. 3–4, p. 1352–1357, 2013.
- AHMED, A. E.; SMITHARD, R.; ELLIS, M. Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. **British Journal of Nutrition**, v. 65, n. 2, p. 189–197, 1991.
- AHMED, K. et al. Vitamin C (L-ascorbic Acid) Content in Different Parts of *Moringa oleifera* Grown in Bangladesh. **American Chemical Science Journal**, v. 11, n. 1, p. 1–6, 2016.
- ALIKWE, P.; OMOTOSHO, M. Evaluation of the Proximate, Chemical and Phytochemical Composition of *Moringa oleifera* Leaf Meal as Potential Food/Feedstuff for Man and Non Ruminant Livestock. **Agrosearch**, v. 13, n. 1, p. 17, 6 set. 2013.
- ALNIDAWI, N. A. A. et al. *Moringa oleifera* Leaves in Broiler Diets: Effect on Chicken Performance and Health. **Food Science and Quality Management**, v. 58, 2016.
- ALONSO-ALVAREZ, C. Age-dependent changes in plasma biochemistry of yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*). **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, v. 140, n. 4, p. 512–518, 2005.
- ANHWANGE, B. A.; AJIBOLA, V. O.; ONIYE, S. J. Chemical Studies of the Seeds of *Moringa oleifera* (Lam) and *Detarium microcarpum* (Guill and Sperr). **Journal of Biological Sciences**, v. 4, n. 6, p. 711–715, 2004.
- ANWAR, F. et al. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 4, p. 17–25, 2007.
- ANWAR, F.; ASHRAF, M.; BHANGER, M. I. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. **JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 82, n. 1, p. 45–51, 2005.
- ANWAR, F.; BHANGER, M. I. Analytical Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Grown in Temperate Regions of Pakistan. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 22, p. 6558–6563, 2003.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. Arlington, USA: [s.n.].
- ARBENZ, A.; AVÉROUS, L. Chemical modification of tannins to elaborate aromatic biobased macromolecular architectures. **Green Chemistry**, v. 17, n. 5, p. 2626–2646, 2015.
- AYSSIWEDE, S. B. et al. Nutrient composition of some unconventional and local feed resources available in Senegal and recoverable in indigenous chickens or animal feeding. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 10, n. 8, p. 707–717, 2011.
- BANJO, O. S. Growth and Performance as affected by inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal in Broiler chicks diet. v. 2, n. 9, 2012.
- BARBOSA, F. F.; GATTÁS, G. Farelo de Algodão na Alimentação de Suínos e Aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 147–156, 2004.
- BARRETO, M. B. et al. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 4, p. 893–897, 2009.

- BELE, A. A.; JADHAV, V. M.; KADAM, V. Potential of Tannins. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 4, p. 209–214, 2010.
- BENEVIDES, C. M. DE J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão Antinutritional factors in foods : a review. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 71, p. 67–79, 2011.
- BERNAL, H. et al. Sustitución de fosfato monocalcico por la enzima fitasa en dietas para cerdos de cebo. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 40, n. 2, p. 193–200, 2006.
- BERNARDES, R. D. et al. Effect of phytase and protease combination on performance, metabolizable energy, and amino acid digestibility of broilers fed nutrient-restricted diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, 2022.
- BOYCE, A.; WALSH, G. Comparison of selected physicochemical characteristics of commercial phytases relevant to their application in phosphate pollution abatement. **Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering**, v. 41, n. 5, p. 789–798, 2006.
- BRAZ, N. DE M. et al. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2744–2753, 2011.
- CÁCERES, A. et al. Preliminary screening for antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 33, p. 213–216, 1991.
- 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**, jan. 2013.
- CARRÉ, B.; GOMEZ, J.; CHAGNEAU, A. M. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolizable energy values in broiler chickens and adult cockerels. **British Poultry Science**, v. 36, p. 611–629, 1995.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes forage plants tissue organization and its implications in ruminant. **Arch. Zootec**, v. 57, p. 13–28, 2008.
- CONTE, A. J. et al. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1147–1156, 2003.
- CRUZ, M. A. S.; PÉREZ, M. M.; CUTTIS, L. E. D. Blood indicators of colostomized broilers, which intake *Moringa oleifera* forage meal. Technical note Indicadores sanguíneos de pollos de cebo colostomizados, que consumieron harina de forraje de *Moringa oleifera*. Nota técnica. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 54, n. 1, 2020.
- DE VRIES, S.; KWAKKEL, R. P.; DIJKSTRA, J. Dynamics of calcium and phosphorus metabolism in laying hens. Em: VITTI, D. M. S. S.; KEBREAB, E. (Eds.). **Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals**. Wallingford, WK: CAB International, 2010. p. 133–150.
- DEI, H. K.; ROSE, S. P.; MACKENZIE, A. M. Shea nut (*Vitellaria paradoxa*) meal as a feed ingredient for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 4, p. 611–624, 2007.
- DEL-VECHIO, G. et al. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 369–376, 2005.
- DILELIS, F. et al. Fósforo digestível de ingredientes para aves: metodologias e atualidades Digestible. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. 1–30, 2020.
- DINESHA, B. L. et al. Effect of extraction methods on physicochemical, nutritional, antinutritional, antioxidant and antimicrobial activity of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) seed kernel oil. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 10, n. 1, p. 287–295, 2018.

- DONSBOUGH, A. L. et al. Uric acid, urea, and ammonia concentrations in serum and uric acid concentration in excreta as indicators of amino acid utilization in diets for broilers. **Poultry Science**, v. 89, n. 2, p. 287–294, 2010.
- EBENEBE, C. et al. Effect of various levels of Moringa Leaf Meal on the Egg Quality of Isa Brown Breed of Layers. **Advances in Life Science and Technology**, v. 14, 2013.
- EL-HACK, M. E. A. et al. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition - A review. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 3, p. 639–658, 2018.
- ESTRELLA, M. C. P. et al. A double-blind, randomized controlled trial on the use of malunggay (*Moringa oleifera*) for augmentation of the volume of breastmilk among non-nursing mothers of preterm infants. **The Philippine Journal of Pediatrics**, v. 49, n. 1, p. 3–7, 2000.
- FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B. Uso da fitase na alimentação de frangos de corte- Revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 4, p. 1854–1860, 2012.
- FERREIRA, C. B. et al. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 249–254, 2015.
- FOIDL, N.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. **What development potential for Moringa products ?**. 2001
- FÖRSTER, N. et al. Ecotype Variability in Growth and Secondary Metabolite Profile in *Moringa oleifera*: Impact of Sulfur and Water Availability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 11, p. 1–34, 2015.
- FUKAYAMA, E. H. et al. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 629–635, 2008.
- GADZIRAYI, C. T. et al. Performance of broiler chickens fed on mature *Moringa oleifera* leaf meal as a protein supplement to soyabean meal. **International Journal of Poultry Science**, v. 11, n. 1, p. 5–10, 2012.
- GHASI, S.; NWOBODO, E.; OFILI, J. O. Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed wistar rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 69, n. 1, p. 21–25, 2000.
- GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S. **Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins**. **Tropical Animal Health and Production**, abr. 2012.
- GÓMEZ, A. V.; ANGULO, K. J. O. Revisión las características y usos de la planta *Moringa oleifera*. **Investigación & desarrollo**, v. 22, n. 2, p. 309–330, 2014.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M. et al. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v. 86, n. 8, p. 1705–1715, 2007.
- GUALBERTO, A. F. et al. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 9, p. 19–25, 2014.
- HASSAN, H. M. A. et al. Effect of different levels of *Moringa oleifera* leaves meal on productive performance, carcass characteristics and some blood parameters of broiler chicks reared under heat stress conditions. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 11, n. 1, p. 60–66, 2016.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 38–46, 2005.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; KROGDAHL, Å. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **British Poultry Science**, v. 44, n. 2, p. 275–282, 2003.
- IDRIS, M. et al. *Moringa oleifera* Seed Extract: A Review on Its Environmental Applications. **International Journal of Applied Environmental Sciences**, v. 11, n. 6, p. 1469–1486, 2016.

- IGWILO, I. O. et al. Comparative studies on the nutrient composition and anti-nutritional factors in different parts of *Moringa oleifera* plant found in awka, Nigeria. **The Bioscientist**, v. 5, n. 1, p. 1–12, 2017.
- IKEGAMI, S. et al. Effect of Viscous Indigestible Polysaccharides on Pancreatic-Biliary Secretion and Digestive Organs in Rats. **The Journal of Nutrition**, v. 120, n. 4, p. 353–360, 1990.
- JESUS, A. R. DE et al. Cultivo da *Moringa oleifera*. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**, p. 23, 2013.
- KAKENGI, A. M. V et al. Can *Moringa oleifera* Be Used as a Protein Supplement for Ruminants? **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 18, n. 1, p. 42–47, 2005.
- KAKENGI, A. M. V et al. 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**, v. 19, 2007.
- KARADI, R. V. et al. Effect of *Moringa oleifera* Lam. root-wood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, n. 1–2, p. 306–311, 2006.
- KHALAF, A. R., et al. Evaluation of Wheat Flour Blended With Different Ratios of *Moringa oleifera* Leaves and Seeds. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**, v. 26, n. 5, p. 1895–1906, 2018.
- KHAN, I. et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on growth performance and intestinal morphology in broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, p. 114–121, 2017.
- KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V. D.; LIMA, P. C. F. *Moringa oleifera*: Registro dos Visitantes Florais e Potencial Apícola para a Região de Petrolina, PE. **Embrapa Semiárido**, p. 1–13, 2012.
- LALAS, S.; TSAKNIS, J. Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Variety “Periyakulam 1”. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, n. 1, p. 65–77, fev. 2002.
- LEONE, A. et al. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 6, p. 12791–12835, 2015.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.
- LU, W. et al. Evaluation of *Moringa oleifera* leaf in laying hens: Effects on laying performance, egg quality, plasma biochemistry and organ histopathological indices. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 4, p. 658–665, 2016.
- MACAMBIRA, G. M. et al. Caracterização nutricional das folhas de *Moringa oleifera* (MOL) para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 570–578, 2018.
- MACAMBIRA, G. M. **Folhas de *Moringa oleifera* e enzimas exógenas em dietas de galinhas poedeiras**. Tese—Recife-PE: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 2021.
- MADALLA, N.; AGBO, N. W.; JAUNCEY, K. Evaluation of Aqueous Extracted Moringa Leaf Meal as a Protein Source for Nile Tilapia Juveniles. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 1, p. 53–64, 2013.
- MADRONA, G. S. **Extração/purificação do composto ativo da semente da *Moringa oleifera* lam e sua utilização no tratamento de água**. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, 2010.
- MAEDA, E. M. et al. Intake, digestibility, rumen characteristics and microbial protein synthesis efficiency in bovine and bubaline fed sugar cane silage with additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 707–716, 2012.

- MAHFUZ, S.; PIAO, X. S. **Application of moringa (*Moringa oleifera*) as natural feed supplement in poultry diets.** *Animals* MDPI AG, 2019.
- MAHMOOD, K. T.; MUGAL, T.; HAQ, I. U. *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 2, n. 11, p. 775–781, 2010.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 63, n. 1–4, p. 211–228, 1996.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Plant Toxins and Detoxification Methods to Improve Feed Quality of Tropical Seeds. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 1999.
- MAKKER, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. **Journal of Agricultural Science**, v. 128, p. 311–322, 1997.
- MANUAL DE MANEJO DAS POEDEIRAS DEKALB WHITE. **Manual de Manejo das Poedeiras Dekalb White.** Planalto, 2009.
- MARDEWI, N. K. et al. Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Meal Supplementation in Broiler Chicken Ration on Weight of Internal Organs, HDL and Triglyceride Levels. **SUSTAINABLE ENVIRONMENT AGRICULTURAL SCIENCE**, v. 1, n. 2, p. 46–51, 2017.
- MARINHO, J. B. M. **AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DAS FOLHAS DE Moringa oleifera PARA AVES.** Dissertação—Mossoró - RN: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2016.
- MAROUNEK, M. et al. Availability of phytate phosphorus and endogenous phytase activity in the digestive tract of laying hens 20 and 47 weeks old. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 3–4, p. 353–359, 2008.
- MATEOS, G. G. et al. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 1, p. 156–174, 2012.
- MATTERSON, L. D.; P. L. M.; S. M. W.; S. E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v. 7, p. 3–11, 1965.
- MBAH, B. O.; EME, P. E.; PAUL, A. E. Effect of drying techniques on the proximate and other nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves from two areas in Eastern Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, n. 11, p. 1044–1048, 2012.
- MBIKAY, M. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: A review. **Frontiers in Pharmacology**, v. 3, 2012.
- MELO, S. S. N. S. **Valor nutritivo de fenos de moringa (*Moringa oleifera* lam) com diferentes idades de corte.** Tese—Macaíba-RN: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2012.
- MÉNDEZ, Y. et al. Bromatological characterization of *Moringa oleifera* foliage in different development stages. Caracterización bromatológica del follaje de *Moringa oleifera* en diferentes estadios de desarrollo. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 52, n. 3, p. 337–346, 2018.
- MERTENS, D. R. et al. **Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study** Article in **Journal of AOAC International**. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/260983893>>.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1–4, p. 95–117, 2003.

- MOSELE, J. I.; MACIÀ, A.; MOTILVA, M. J. Metabolic and microbial modulation of the large intestine ecosystem by non-absorbed diet phenolic compounds: A review. **Molecules**, v. 20, n. 9, p. 17429–17468, 2015.
- MOYO, B. et al. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 60, p. 12925–12933, 2011.
- MOYO, B. et al. Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 441–447, 2012.
- MUELLER-HARVEY, I. Review Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 86, p. 2010–2037, 2006.
- MUKUMBO, F. E. et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on finisher pig growth performance, meat quality, shelf life and fatty acid composition of pork. **South African Journal of Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 388–400, 2014.
- NAUMANN, H. D. et al. The role of condensed tannins in ruminant animal production: Advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 12, p. 929–949, 2017.
- NKUKWANA, T. T. et al. Intestinal morphology, digestive organ size and digesta pH of broiler chickens fed diets supplemented with or without *Moringa oleifera* leaf meal. **South African Journal of Animal Science**, v. 45, n. 4, p. 362–370, 2015.
- NOUMAN, W. et al. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: A review. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 38, n. 1, p. 1–14, 2014.
- OGBE, A. O.; AFFIKU, J. P. Proximate Study, Mineral and Anti-Nutrient Composition of *Moringa oleifera* Leaves Harvested From Lafia, Nigeria: Potential Benefits in Poultry Nutrition and Health. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 3, n. 1, p. 296–308, 2012.
- OLAGBEMIDE, P. T.; ALIKWE, P. C. N. Proximate Analysis and Chemical Composition of Raw and Defatted *Moringa oleifera* Kernel. **Advances in Life Science and Technology**, v. 24, p. 92–100, 2014.
- OLIVEIRA, D. S. et al. OBTENÇÃO DO BIODIESEL ATRAVÉS DA TRANSESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO DE Moringa Oleífera Lam. **Holos**, v. 1, p. 49, 2012.
- OLIVEIRA, H. S. O. **Avaliação nutricional das folhas da Moringa oleífera para aves**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.
- OLUDOYI, I.; TOYE, A. The Effects of Early Feeding of *Moringa oleifera* Leaf Meal on Performance of Broiler and Pullet Chicks. **Agrosearch**, v. 12, n. 2, p. 160–172, 2013.
- OLUGBEMI, T.; MUTAYOBA, S.; LEKULE, F. *Moringa oleifera* leaf meal as a hypocholesterolemic agent in laying hen diets. **Livestock Research for Rural Development**, v. 22, n. 4, p. 1–7, 2010.
- PADILLA, C. et al. Effect of cut height on indicators of forage production of *Moringa oleifera* cv. Plain. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 48, n. 4, p. 405–409, 2014.
- PASSOS, R. M. et al. Qualidade PÓs-Colheita Da Moringa (*Moringa oleifera* Lam) Utilizada Na Forma in Natura E Seca. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, p. 113–120, 2012.
- PASSOS, R. M. et al. Qualidade Pós-Colheita Da Moringa (*Moringa oleifera* Lam) Utilizada Na Forma in Natura E Seca. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 113–120, 2013.
- PÉREZ, A. et al. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. **Pastos y Forrajes**, v. 33, n. 4, 2010.
- PÉREZ-VENDRELL, A. M. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v. 80, n. 3, p. 320–326, 2001.

- PINHEIRO, J. W. et al. Torta de girassol na alimentação de poedeiras semipesadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3959–3970, 2013.
- PLUMSTEAD, P. W. et al. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v. 86, n. 2, p. 225–231, 2007.
- QWELE, K. et al. Effect of dietary mixtures of moringa (*Moringa oleifera*) leaves, broiler finisher and crushed maize on anti-oxidative potential and physico-chemical characteristics of breast meat from broilers. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 3, p. 290–298, 2013.
- RADHA, C.; OGUNSINA, B. S.; HEBINA, B. K. T. Some quality and micro-structural characteristics of soup enriched with debittered *Moringa oleifera* seeds Flour. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 6, p. 145–149, 2015.
- RAJMAN, M. et al. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, v. 145, n. 3, p. 363–371, 2006.
- RAMOS, L. M. et al. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 156–160, 2010.
- RANGEL, M. S. **Moringa oleifera: Um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil**. Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/a10moringa.htm>>. Acesso em: 21 maio. 2022.
- REBELLO, C. J.; O'NEIL, C. E.; GREENWAY, F. L. Dietary fiber and satiety: The effects of oats on satiety. **Nutrition Reviews**, v. 74, n. 2, p. 131–147, 2016.
- RIBEIRO, T. et al. Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. **Poultry Science**, v. 90, n. 6, p. 1245–1256, 2011.
- RICHTER, N.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v. 217, n. 1–4, p. 599–611, 2003.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos [composição dos alimentos e exigências nutricionais]**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2017.
- RUFINO, J. P. F. et al. Fibra alimentar em dietas para aves – Uma revisão. **Revista Científica de avicultura e suinocultura**, v. 3, n. 2, p. 33–42, 2017.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em nutrição de monogástricos**. FUNEP ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016.
- SÁNCHEZ-MACHADO, D. I. et al. Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. **Food Analytical Methods**, v. 3, n. 3, p. 175–180, 2010.
- SEEDOR, J. G.; QUARTUCCIO, H. A.; THOMPSON, D. D. The Bisphosphonate Alendronate (MK.-217) Inhibits Bone Loss Due to Ovariectomy in Rats. **JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH**, v. 6, n. 4, p. 265–270, 1991.
- SHANMUGAM, G. Characteristics of Phytase Enzyme and its Role in Animal Nutrition. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 03, p. 1006–1013, 2018.
- SIGUEMOTO, É. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (Byrsonima crassifolia) e da moringa (Moringa oleifera)**. Dissertação de Mestrado—São Paulo: Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Saúde Pública (FSP/CIR), 2013.
- SILVA JUNIOR, R. V. DA. **Uso da Moringa oleifera na alimentação de galinhas poedeiras**. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. DA. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 21–32, 1999.

- SILVA, N. D. S. et al. Fatores antinutricionais em plantas forrageiras. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 01–07, 2012.
- SILVA, R. C.; NASCIMENTO, G. R.; BENTO, C. DOS S. MORFOLOGIA E COLETA DE GENÓTIPOS DE MORINGA. **Revista IfesCiência**, v. 7, n. 3, p. 1–9, 2021.
- SINGH, R. S. G.; NEGI, P. S.; RADHA, C. Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed flour. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1883–1891, 2013.
- SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A. Influence of Supplemental Phytase on Performance of Broilers Four to Six Weeks of Age. **Poultry Science**, v. 78, p. 550–555, 1999.
- SOUSA, L. S. et al. Fiber source and xylanase on performance, egg quality, and gastrointestinal tract of laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, p. 1–10, 2019.
- SOUZA, C. G. DE et al. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **Pubvet**, v. 13, n. 5, p. 1–19, 2019.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**. Nova Odessa, 2012.
- STANGARLIN, J. R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18–46, 2011.
- STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 255–262, 2010.
- STEVENS, C. et al. Proximate and anti-nutritional composition of leaves and seeds of *Moringa oleifera* in Nigeria: a comparative study. **Agro-Science Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension**, v. 14, n. 2, p. 9–17, 2015.
- SU, B.; CHEN, X. **Current Status and Potential of *Moringa oleifera* Leaf as an Alternative Protein Source for Animal Feeds**. **Frontiers in Veterinary Science** Frontiers Media S.A., 2020.
- SVIHUS, B. et al. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. **British Poultry Science**, v. 45, n. 1, p. 55–60, 2004.
- TANWAR, B.; MODGIL, R.; GOYAL, A. Antinutritional factors and hypocholesterolemic effect of wild apricot kernel (*Prunus armeniaca* L.) as affected by detoxification. **Food and Function**, v. 9, n. 4, p. 2121–2135, 2018.
- TEIXEIRA, E. M. B. et al. Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. **Food Chemistry**, v. 147, p. 51–54, 2014.
- TESFAYE, E. B. et al. Cassava root chips and *Moringa oleifera* leaf meal as alternative feed ingredients in the layer ration1. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 5, p. 298–306, 2013.
- TETEH, A. et al. Effects of *Moringa oleifera* Leaf on Laying Rate, Egg Quality and Blood Parameters. **International Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 7, p. 277–282, 2016.
- VALDEZ-SOLANA, M. A. et al. Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of *Moringa oleifera* grown in Mexico. **Journal of Chemistry**, v. 2015, 2015.
- VALDIVIÉ-NAVARRO, M. et al. Review of *Moringa oleifera* as forage meal (leaves plus stems) intended for the feeding of non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 260, n. 1, p. 114338, 2020.
- VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of Acid insoluble ash as a natural markers in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 2, p. 282–287, 1977.
- VAN SOEST, P. J. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. **Journal of Association of Official Agricultural Chemists**, v. 46, n. 5, p. 829–835, 1963.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell Un ed. New York.

- VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feed. IV. The Determination of Plant Cell Wall Constituents. **J. Assoc Off. Anal. Chem**, v. 50, p. 50–55, 1967.
- VANDERJAGT, D. J. et al. The trypsin inhibitor content of 61 wild edible plant foods of Niger. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 55, p. 335–346, 2000.
- VÁSQUEZ, J. V. A. **Utilização da folha de moringa (*Moringa oleifera*) na alimentação de frangos de crescimento lento**. Tese—ARAGUAÍNA - TO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL, 2021.
- VIEIRA, B. S. et al. Phytase and protease supplementation for laying hens in peak egg production. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 4285–4294, 1 nov. 2016.
- VITTI, D. M. S. S. et al. **The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons**. Animal Feed Science and Technology. **Anais....** 2005.
- VOEMESSE, K. et al. Effects of *Moringa oleifera* leave meal in the diet on layer performance, haematological and serum biochemical values. **European Poultry Science**, v. 83, 2019.
- WALTERS, H. G. et al. Effects of Increasing Phytase Inclusion Levels on Broiler Performance, Nutrient Digestibility, and Bone Mineralization in Low-Phosphorus Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 28, n. 4, p. 1210–1225, 2019.
- YANG, C. et al. Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: Potentials and challenges in application. **Pathogens**, v. 4, n. 1, p. 137–156, 2015.
- ZANU, H. K.; PETER, A. 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, n. 1, p. 70–75, 2012.
- ZHANG, G. Q. et al. Purification, characterization, and cloning of a novel phytase with low pH optimum and strong proteolysis resistance from *Aspergillus ficuum* NTG-23. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 11, p. 4125–4131, 2010.
- ZHANG, G. Q. et al. A phytase characterized by relatively high pH tolerance and thermostability from the shiitake mushroom *Lentinus edodes*. **BioMed Research International**, v. 2013, 2013.

CAPÍTULO 3

Níveis de inclusão do farelo de folhas da *Moringa oleifera* na dieta de aves de postura de 9 a 16 semanas de idade

Níveis de inclusão do farelo de folhas da *Moringa oleifera* na dieta de aves de postura de 9 a 16 semanas de idade

RESUMO

Objetivou-se o potencial nutritivo do farelo das folhas da *Moringa oleifera* na inclusão da dieta de aves de postura de 9 a 16 semanas, associado ou não à inclusão de fitase, sobre o desempenho, metabolizabilidade, rendimento dos órgãos, bioquímica sérica e parâmetros ósseos. O experimento foi realizado com aves poedeiras da Linhagem comercial Dekalb white na fase de recria e pré-postura (9 a 16 semanas de idade), foram utilizadas 504 aves e distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em seis tratamentos e seis repetições, com 14 aves por unidade experimental. Foram utilizados níveis de inclusões de farelo de folhas de Moringa (FFM) na dieta com ou sem adição de fitase, além disso, as aves haviam recebido ou não moringa em suas dietas nas fases anteriores a esta pesquisa. Com isso, os tratamentos consistiram em duas dietas sem inclusão de FFM com e sem fitase em ambas as fases e 4 dietas com inclusão de 20% FFM com e sem fitase, sendo um tratamento que recebeu dieta sem inclusão de FFM na fase anterior e veio a receber 20% sem fitase; outra com 5% de FFM com fitase na fase anterior e 20% de FFM com fitase, 10% de FFM sem fitase na fase anterior e 20% de FFM sem fitase; 10% de FFM na fase anterior com fitase e veio a receber 20% de FFM com fitase. No desempenho, as aves que consumiram a dieta FFM5F/20F tiveram maior consumo de ração, ganho de peso e menor conversão alimentar já as aves que receberam a dieta FFM10F/20F apresentaram menor conversão alimentar e maior uniformidade. Na metabolizabilidade dos nutrientes, os mesmos tratamentos citados no desempenho também apresentaram destaque no aproveitamento dos nutrientes. Houve uma redução no colesterol sanguíneo e aumento dos níveis de HDL das aves que receberam FFM desde a fase anterior, além do aumento da glicose sanguínea. A moela foi mais pesada para as aves que receberam FFM assim como o tamanho dos cecos. Os ossos foram mais resistentes para as aves que receberam FFM desde a fase anterior. Conclui-se que a inclusão de até 20% de FFM suplementada com fitase em dietas para aves de postura no período de 9 a 16 semanas de idade proporcionou melhores aproveitamentos dos conteúdos energéticos, metabolizabilidade dos nutrientes e parâmetros sanguíneos, com consequente aumento da resistência óssea preparando melhor o organismo da ave para a fase de postura.

Palavras-chave: alimento alternativo, fase inicial, fase de crescimento, fibra

ABSTRACT

The objective was to evaluate the nutritional potential of *Moringa oleifera* leaf meal in the diet of laying hens from 9 to 16 weeks, associated or not with the inclusion of phytase, on performance, metabolization, organ yield, serum biochemistry and bone parameters. The experiment was carried out with laying hens from the Dekalb white commercial line in the rearing and pre-laying phase (9 to 16 weeks of age), 504 birds were used and distributed in a completely randomized experimental design in six treatments and six replications, with 14 hens per experimental unit. Levels of Moringa leaf meal (MLM) inclusions were used in the diet with or without the addition of phytase, in addition, the birds had or had not received moringa in their diets in the phases before this research. Therefore, the treatments consisted of two diets without the inclusion of MLM with and without phytase in both phases and 4 diets with the inclusion of 20% MLM with and without phytase, with one treatment receiving a diet without the inclusion of MLM in the previous phase and came to receive 20% without phytase; another with 5% MLM with phytase during the last phase and 20% MLM with phytase, 10% MLM without phytase in the previous phase and 20% MLM without phytase; 10% of MLM during the last phase with phytase and received 20% of MLM with phytase. In terms of performance, birds that consumed the MLM5F/20F diet had higher feed intake, weight gain and lower feed conversion, whereas birds that received the MLM10F/20F diet had lower feed conversion and greater uniformity. In terms of nutrient metabolizability, the same treatments mentioned in performance also showed prominence in the use of nutrients. There was a reduction in blood cholesterol and an increase in HDL levels in birds that received MLM from the previous phase, in addition to an increase in blood glucose. The gizzard was heavier for birds that received MLM, as was the size of the caeca. The bones were more resistant for birds that received MLM from the previous phase. It is concluded that the inclusion of up to 20% of MLM supplemented with phytase in diets for laying hens in the period from 9 to 16 weeks of age provided better use of energy content, nutrient metabolizability and blood parameters, with a consequent increase in bone resistance. better prepare the bird's organism for the laying phase.

Keywords: alternative food, initial phase, growth phase, fiber

1. INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* vem sendo estudada como alimento alternativo para aves de postura, devido as suas propriedades nutricionais e potencial na nutrição animal. Segundo Qwele et al. (2013) é uma planta mundialmente reconhecida pelo seu valor nutricional e medicinal, apresentando em seu perfil nutricional valores consideráveis de proteínas, minerais, vitaminas e aminoácidos essenciais.

Segundo Moyo et al. (2011) e Pérez et al. (2010) a composição bromatológica das folhas da *Moringa* varia em função da idade da planta, cultivar, tipo de solo, adubação, disponibilidade de água e intervalo de corte, podendo seus valores variarem de acordo com a literatura consultada. Com destaque para a quantidade de fibra e lignina, por exemplo, pode variar conforme a idade da planta no momento do corte.

Sendo assim, ao utilizar este alimento alternativo na alimentação de aves, a capacidade de aproveitamento da fração fibrosa na dieta dependerá da solubilidade da fibra e da idade das aves, devido ao fato que com o aumento da idade das aves o tamanho do trato gastrointestinal irá aumentar e com ele a digestão e absorção dos nutrientes, aumentando a tolerância de aves adultas a níveis maiores de fibra, tendo maior digestibilidade aparente da fração solúvel da fibra (Carre; Gomez; Chagneau, 1995; Pinheiro et al., 2013). A introdução da *M. oleifera* na dieta de aves de postura desde o primeiro dia de vida é uma área ainda pouco explorada, mas com potencial significativo para impactar positivamente a saúde e o crescimento das aves desde os estágios iniciais de desenvolvimento, considerando a composição nutricional da planta e seus benefícios.

Outra característica importante a ser observada na utilização das folhas da *Moringa* para aves é a presença de alguns compostos antinutricionais, que são relatados por diversos autores (Foidl; Makkar; Becker, 2001; Makker; Becker, 1997; Moyo et al., 2011; Olagbemide; Alikwe, 2014; Vanderjagt et al., 2000) e apesar de serem encontrados em pequenas quantidades nas folhas, possuem importância na nutrição e podem ser prejudiciais ou benéficos para os animais a depender do nível de *Moringa* utilizado.

Com isso, o uso de enzimas exógenas em rações com alimentos alternativos vem sendo difundido na alimentação de aves e a adição dessas enzimas na alimentação animal segue objetivos distintos: remover ou diminuir a atuação dos fatores antinutricionais, melhorar a digestibilidade dos nutrientes, quebra de Polissacarídeos Não Amiláceos (PNA's) e suplementação de enzimas endógenas. Assim, as enzimas exógenas, podem beneficiar o uso de ingredientes desses ingredientes alternativos na alimentação animal, potenciando as suas

características químicas e a ação das enzimas endógenas sobre os substratos específicos (Ribeiro et al., 2011; Sousa et al., 2019).

Contudo, ainda são poucas as informações sobre o uso do farelo de *Moringa oleifera* em frangas durante as fases iniciais e de crescimento, é de extrema importância estudos aprofundados mostrando os seus pontos positivos e negativos sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes, parâmetros sanguíneos e parâmetros ósseos nesses animais, principalmente devido ao seu alto teor de fibra e presença de compostos antinutricionais.

Assim, objetivou-se avaliar a inclusão das folhas da *Moringa oleifera* associados ou não a fitase em dietas de aves de postura em crescimento e pré-postura sobre o desempenho, digestibilidade, rendimento dos órgãos, bioquímica sérica e parâmetros ósseos. Como hipótese que a utilização do farelo de folhas de *M. oleifera* associada ou não a adição de fitase, desde as fases iniciais ou não, pode melhorar o desempenho, digestibilidade dos nutrientes, desenvolvimento dos órgãos digestivos, parâmetros bioquímicos e ósseos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso Animal local (número da licença: 21/2018).

2.1 Local experimental, delineamento e manejo dos animais

O experimento foi realizado com aves poedeiras da Linhagem comercial Dekalb White na fase de recria (9 a 16 semanas de idade) e conduzido no Laboratório de Pesquisa com aves (LPAVE) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil, situado a 4,5 m de altitude em relação ao nível do mar e coordenadas geográficas 8°3'14'' de latitude S e 34°52'52'' de longitude W.

Foram utilizadas 504 aves, alojadas em galpão de alvenaria contendo gaiolas metálicas (100 x 80 x 50 cm) equipadas com dois bebedouros tipo copo e um comedouro tipo calha, o galpão também possuía sistemas de cortinas, ventiladores e iluminação com timer. As aves foram pesadas no início do período experimental para a obtenção da uniformidade entre as parcelas experimentais, em seguida, foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 6 repetições, com 14 aves por unidade experimental.

Com 10 semanas de idade as aves foram debicadas. Durante a fase experimental, as aves não receberam luz artificial, apenas luz natural (12 horas). As aves foram vacinadas de

acordo com os desafios da região contra doenças de Bronquite Infecciosa, Newcastle, Coriza e Síndrome da queda da Postura, via intramuscular.

O fornecimento de água foi ad libitum, enquanto o de ração foi ajustado semanalmente conforme recomendação do manual da linhagem. Os tratamentos consistiram em dietas formuladas a base de milho e farelo de soja com inclusão de Farelo de Folhas de Moringa (FFM) com e sem fitase, as aves utilizadas foram as mesmas que participaram da fase anterior da pesquisa (1 a 8 semanas), que já haviam consumido ou não Moringa nas dietas conforme a visualização da distribuição dos tratamentos na Tabela 11. As dietas foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais de Rostagno et al. (2017) e suas composições nutricionais calculadas estão na Tabela 12 e 13. O experimento teve duração de 49 dias que compreende parte do período da recria das aves, correspondendo a recria I e recria II segundo o manual da linhagem, no período de 9 a 16 semanas.

Tabela 11. Tratamentos, dietas experimentais de 1 a 16 semanas de acordo com a fase de criação, nível de inclusão de FFM e fitase

| Dietas | 1 a 8 semanas | FFM | Fitase | 9 a 16 semanas | FFM | Fitase |
|---|----------------------|------------|---------------|-----------------------|------------|---------------|
| | | (%) | | | (%) | |
| RR¹/RR¹ | RR ¹ | 0 | Sem | RR ¹ | 0 | Sem |
| RRF²/RRF² | RRF ² | 0 | Com | RRF ² | 0 | Com |
| RR¹/20³ | RR ¹ | 0 | Sem | FFM20 ³ | 20 | Sem |
| FFM5F⁴/20F⁵ | FFM5F ⁴ | 5 | Com | FFM20F ⁵ | 20 | Com |
| FFM10⁶/20³ | FFM10 ⁶ | 10 | Sem | FFM20 ³ | 20 | Sem |
| FFM10F⁷/20F⁵ | FFM10F ⁷ | 10 | Com | FFM20F ⁵ | 20 | Com |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 20% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁵dieta com inclusão de 20% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase;

Tabela 12. Composições nutricionais calculadas e determinadas das dietas experimentais para aves de postura de 9 a 12 semanas

| Ingredientes | Dietas experimentais | | | |
|---|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | RR | RRF | FFM20 | FFM20F |
| Milho | 62,206 | 62,206 | 54,005 | 55,276 |
| Farelo de soja | 28,005 | 28,003 | 21,485 | 21,258 |
| Moringa | - | - | 20,000 | 20,000 |
| Óleo de soja | - | - | 0,810 | 0,381 |
| Fosfato Bicálcico | 1,943 | 1,402 | 1,894 | 1,352 |
| Calcário | 1,220 | 1,134 | 0,357 | 0,273 |
| Sal comum | 0,257 | 0,257 | 0,274 | 0,273 |
| Bicarbonato de sódio | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| DL-Metionina 99% | 0,207 | 0,207 | 0,233 | 0,231 |
| L-Lisina HCl 78,8% | 0,216 | 0,216 | 0,373 | 0,377 |
| L-Treonina 98,5% | 0,097 | 0,098 | 0,169 | 0,169 |
| Premix Mineral ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix Vitamínico ² | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| Inerte | 5,449 | 6,067 | - | - |
| Fitase ³ | - | 0,010 | - | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Composição nutricional calculada (%) | | | | |
| EM (kcal/kg) | 2750,000 | 2750,000 | 2750,000 | 2750,000 |
| Proteína bruta | 18,000 | 18,000 | 18,000 | 18,000 |
| Fibra Bruta | 2,871 | 2,871 | 5,469 | 5,480 |
| Potássio | 0,714 | 0,714 | 0,568 | 0,568 |
| Sódio | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 |
| Cloro | 0,212 | 0,212 | 0,214 | 0,215 |
| Cálcio | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 |
| Fósforo disponível | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 |
| Sódio | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 |
| Aminoácidos digestíveis (%) | | | | |
| Lisina | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Triptofano | 0,202 | 0,202 | 0,159 | 0,158 |
| Treonina | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 |
| Metionina + Cistina | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 |
| Metionina | 0,453 | 0,453 | 0,463 | 0,463 |
| Composição nutricional analisada (%) ⁴ | | | | |
| Matéria seca | 89,872 | 89,887 | 91,453 | 91,492 |
| Proteína bruta | 20,433 | 20,325 | 22,422 | 22,606 |
| Energia Bruta, kcal/kg | 3455 | 3477 | 3662 | 3689 |
| Fibra Bruta | 3,924 | 3,933 | 5,662 | 5,767 |

¹Premix Mineral (fornece por quilograma do produto): Cobre, 4.400,000 mg; Ferro, 33.000,000 mg; Manganês, 66.000,000 mg; Iodo, 900,000 mg; Zinco, 66.000,000 mg; Selênio, 300,000 mg; Biotina, 55,000 mg. ²Premix Vitamínico (fornece por quilograma do produto): vit. A, 7.700,000 KUI; vit. D3, 3.300,000 KUI; vit. E, 6.600,000 UI; vit. K3 (Menadiona) 550,000 mg; vit. B2 (Riboflavina) 4.400,000 mg; Niacina (Ac. Nicotínico) 22.000,000 mg; Ac. Pantotênico, 5.500,000 mg; Ac. Fólico, 110,000 mg; Cantaxantina, 1.000,000 mg; Biotina, 55,000 mg. ³Fitase: 10,000 FTU/kg. ⁴Valores analisados no Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE

Tabela 13. Composições nutricionais calculadas e determinadas das dietas experimentais para aves de postura de 13 a 16 semanas

| Ingredientes | Dietas experimentais | | | |
|---|----------------------|----------|----------|----------|
| | RR | RRF | FFM20 | FFM20F |
| Milho | 62,084 | 62,083 | 56,256 | 56,277 |
| Farelo de soja | 26,119 | 26,118 | 19,177 | 19,173 |
| Moringa | - | - | 20,000 | 20,000 |
| Óleo de Soja | 1,191 | 1,190 | 1,197 | 1,190 |
| Fosfato Bicálcico | 1,802 | 1,260 | 1,748 | 1,208 |
| Calcário | 1,191 | 1,111 | 0,338 | 0,252 |
| Sal comum | 0,261 | 0,260 | 0,276 | 0,276 |
| Bicarbonato de sódio | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| DL-Metionina 99% | 0,178 | 0,178 | 0,202 | 0,201 |
| L-Lisina HCl 78,8% | 0,151 | 0,151 | 0,314 | 0,315 |
| L-Treonina 98,5% | 0,019 | 0,019 | 0,092 | 0,092 |
| Premix Mineral ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix Vitamínico ² | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| Inerte | 6,604 | 7,220 | - | 0,606 |
| Fitase ³ | - | 0,010 | - | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Composição nutricional calculada (%) | | | | |
| EM (kcal/kg) | 2800,000 | 2800,000 | 2800,000 | 2800,000 |
| Proteína bruta | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 17,000 |
| Fibra Bruta | 2,757 | 2,756 | 5,376 | 5,376 |
| Potássio | 0,714 | 0,714 | 0,714 | 0,714 |
| Sódio | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 |
| Cálcio | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fósforo disponível | 0,420 | 0,420 | 0,420 | 0,420 |
| Sódio | 0,180 | 0,180 | 0,180 | 0,180 |
| Aminoácidos digestíveis (%) | | | | |
| Lisina | 0,900 | 0,900 | 0,900 | 0,900 |
| Triptofano | 0,191 | 0,191 | 0,147 | 0,147 |
| Treonina | 0,600 | 0,600 | 0,600 | 0,600 |
| Metionina + Cistina | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 |
| Metionina | 0,414 | 0,414 | 0,424 | 0,424 |
| Composição nutricional analisada (%) ⁴ | | | | |
| Matéria seca | 89,780 | 89,905 | 90,621 | 91,221 |
| Proteína bruta | 19,478 | 19,027 | 22,422 | 22,606 |
| Energia Bruta, kcal/kg | 3702 | 3734 | 3847 | 3919 |
| Fibra Bruta | 3,464 | 3,526 | 5,334 | 5,473 |

¹Premix Mineral (fornece por quilograma do produto): Cobre, 4.400,000 mg; Ferro, 33.000,000 mg; Manganês, 66.000,000 mg; Iodo, 900,000 mg; Zinco, 66.000,000 mg; Selênio, 300,000 mg; Biotina, 55,000 mg. ²Premix Vitamínico (fornece por quilograma do produto): vit. A, 7.700,000 KUI; vit. D3, 3.300,000 KUI; vit. E, 6.600,000 UI; vit. K3 (Menadiona) 550,000 mg; vit. B2 (Riboflavina) 4.400,000 mg; Niacina (Ac. Nicotínico) 22.000,000 mg; Ac. Pantotênico, 5.500,000 mg; Ac. Fólico, 110,000 mg; Cantaxantina, 1.000,000 mg; Biotina, 55,000 mg. ³Fitase: 10,000 FTU/kg. ⁴Valores analisados no Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE

2.2 Preparação do farelo de folhas da Moringa

Foram utilizadas neste experimento folhas e talos jovens da *Moringa oleífera* com 35 dias de rebrota cultivados na cidade de Carpina no estado de Pernambuco. O material foi triturado na forrageira e seco à sombra, após isso, foi moído em moinho tipo vertical para

obtenção do farelo de folhas da Moringa (FFM). A composição bromatológica e aminoacídica, assim como os compostos antinutricionais do FFM encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14. Composição química, aminoacídica e energética do farelo de folhas de Moringa oleífera, com base na matéria seca e presença de compostos antinutricionais

| Nutrientes, % | |
|--|-----------------|
| Matéria Seca | 88,77 |
| Proteína Bruta | 22,06 |
| Fibra Bruta | 8,22 |
| Extrato Etéreo | 8,62 |
| Energia Bruta, kcal/kg | 3948 |
| Fibra em Detergente Neutro | 39,93 |
| Fibra em Detergente Ácido | 20,53 |
| Hemicelulose | 19,40 |
| Lignina | 9,60 |
| Celulose | 10,93 |
| Carboidratos Não Fibrosos ¹ | 18,21 |
| Matéria Mineral | 11,18 |
| Aminoácidos Totais, % | |
| Metionina | 0,37 |
| Cistina | 0,28 |
| Metionina+Cistina | 0,65 |
| Lisina | 1,12 |
| Treonina | 1,02 |
| Arginina | 1,31 |
| Isoleucina | 1,01 |
| Leucina | 1,87 |
| Valina | 1,26 |
| Histidina | 0,51 |
| Fenilalanina | 1,33 |
| Glicina | 1,11 |
| Serina | 1,02 |
| Prolina | 1,07 |
| Alanina | 1,32 |
| Ác. Aspártico | 2,12 |
| Ác. Glutâmico | 2,98 |
| Compostos antinutricionais, % | |
| Lectinas | NI ² |
| Inibidor de Tripsina | 0,22 |
| Saponinas | 2,39 |
| Compostos Fenólicos Totais | 3,01 |
| Tanino | 0,16 |
| Fitato | 1,86 |

¹Carboidratos não fibrosos (CNF) calculados (Mertens, 1997); ²Não Identificado

2.3 Parâmetros avaliados

2.3.1 Desempenho zootécnico

Foram coletados e calculados os seguintes dados de desempenho das aves: peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e uniformidade.

O consumo de ração foi calculado pela diferença da quantidade de ração fornecida na semana pelo peso das sobras e dividindo-se pelo número de aves alojadas por unidade experimental (g/ave/dia). Além da ração, as aves eram pesadas semanalmente, para avaliação do ganho de peso e uniformidade. Para efeito de correção da conversão alimentar, as aves mortas foram pesadas, assim como, a parcela experimental e as sobras de ração, conforme metodologia descrita por Sakomura; Rostagno (2016). A conversão alimentar foi calculada considerando o consumo de ração dividido pelo ganho de peso das aves no mesmo período e a uniformidade foi obtida calculando o percentual de aves com peso dentro da faixa correspondente a 10% acima e 10% abaixo do peso médio do lote.

2.4 Metabolizabilidade

Na semana 16, foi realizada a coleta parcial das excretas de todas as parcelas experimentais, quatro dias antes da coleta de excreta foram incluídas às rações o indicador indigestível Celite[®] e em seguida as excretas foram coletadas durante o período da manhã e da tarde de todas as parcelas experimentais.

As amostras foram identificadas e armazenadas em freezer e posteriormente descongeladas e homogeneizadas pré-secas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 55°C por 72 horas, moídas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE para análises no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para análise dos teores de matéria seca e proteína bruta (AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2000), energia bruta em bomba calorimétrica modelo IKA C-200 e cinzas insolúvel em ácido (CIA) pelo método de Van Keulen; Young (1977). E assim, calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB) e energia bruta (CMAPB) de acordo com Sakomura; Rostagno (2016) .

2.5 Análises da composição química da Moringa e rações experimentais

As análises bromatológicas das amostras do FFM e rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) (Sohxlet) e cinzas de acordo com as metodologias descritas pela (AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2000). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina do FFM foram determinadas segundo a metodologia de Van Soest, (1994), com adição de enzima α -amilase termoestável (Mertens et al., 2002).

As frações de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) foram estimadas pelas equações: $HEM = FDN - FDA$ e $CEL = FDA - Lignina$, respectivamente. Para estimar a lignina, as amostras foram imersas em ácido sulfúrico a 72%, visando a solubilidade da celulose (Van Soest, 1963). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica modelo IKA C-200. Amostras das folhas da Moringa foram encaminhadas ao laboratório da empresa EVONIK® para análise de aminoácidos pelo método de hidrólise proteica seguida de leitura em HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

Amostras das folhas também foram encaminhadas para o laboratório de bioquímica de proteínas da Universidade Federal de Pernambuco para avaliação da presença de compostos antinutricionais, o material foi homogeneizado em água destilada por 6 horas a 25°C. A mistura filtrada correspondeu ao extrato aquoso, o qual foi submetido à liofilização e armazenado em freezer até a realização dos ensaios. Foram avaliados os seguintes compostos antinutricionais: lectinas, inibidor de tripsina, saponinas hemolíticas, fitato, compostos fenólicos totais e tanino.

2.6 Coleta de sangue

Na semana 16, foi realizada a coleta de 2 ml de sangue via veia ulnar de uma ave por repetição, as amostras foram então encaminhadas para centrifugação a 3000rpm para a separação do soro no Laboratório de Biologia Molecular Aplicada à Produção Animal (BIOPA) do Departamento de Zootecnia da UFRPE e posteriormente armazenados em tubos Eppendorf, previamente identificados, a -4°C até a execução das análises. Posteriormente as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Patologia Clínica Veterinária (LPCV) do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram submetidas a análise de Colesterol Total (Cholesterol), Lipoproteínas de Alta Densidade

(HDL) Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL), Alanina Aminotransferase (ALT), Triglicérides Totais (TG), Albumina (ALB), Ácido Úrico (AU), Proteínas Totais (PT), Glicose (GLI), Globulina (GLO), gamaglutamiltransferase (GGT) e Fosfatase Alcalina (FAL), por meio de kits comerciais da Bioclin® e analisador bioquímico automático (BIOCLIN 1000) previamente calibrado com calibradores e controles da mesma marca, conforme metodologia descrita pelo fabricante.

2.7 Peso e comprimento dos órgãos

Após a eutanásia das aves, por deslocamento cervical, realizou-se a coleta e pesagem em balança semi-analítica ($\pm 0,01$ g) dos órgãos do sistema imunológico (baço, timo, Bursa de Fabrício), digestório (intestino delgado, intestino grosso e posteriormente apenas os cecos separados do intestino grosso) e glândulas anexas (fígado e moela) e a gordura abdominal, órgãos reprodutivos também foram coletados (ovários e oviduto). Também foi realizada a mensuração do comprimento dos intestinos (delgado, grosso e posteriormente apenas os cecos separados do intestino grosso) usando uma fita métrica (cm). Os resultados de peso foram expressos em peso relativo (%) que é calculado de acordo com a relação do peso do órgão e peso vivo do animal.

2.8 Análise de resistência óssea e Índice de Seedor

As tíbias (direitas e esquerdas) coletadas foram acondicionadas em tubos falcon identificados e congeladas em freezer a -20°C para avaliações posteriores dos parâmetros ósseos. As tíbias foram então descongeladas em temperatura ambiente e descarnadas sem provocar injúrias na estrutura óssea.

Em seguida, as tíbias esquerdas foram pesadas em balança semi-analítica ($\pm 0,01$ g) e seu comprimento medido com auxílio de um paquímetro digital (capacidade de 0 a 150 mm e precisão de 0,01 mm). Posteriormente, as tíbias foram levadas a mufla para obtenção da matéria mineral (550°C ; 4h) (n° 942.05) (AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2000). Após a pesagem das cinzas e medição do comprimento das tíbias, foi calculado o Índice de Seedor (Seedor; Quartuccio; Thompson, 1991), dividindo-se o peso das cinzas do osso (mg) pelo seu comprimento (mm).

As tíbias direitas foram destinadas para a avaliação da resistência óssea. no Laboratório de Ensaio Mecânicos da Universidade Federal de Pernambuco (INTM/UFPE) utilizando um texturômetro de ensaios universais com capacidade de 100kN (EMIC, modelo DL-10000), com o auxílio do software Tesc EMIC, que registrou a força (kgf) necessária para ocorrer a

quebra total do osso. A distância entre os apoios foi de 40 mm e a velocidade de deslocamento empregada pela célula de carga de 50 kg a uma velocidade de 2 mm/min.

2.9 Análises estatísticas

Os dados foram analisados para testar os pressupostos de normalidade de erros e homocedasticidade das variâncias posteriormente submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados utilizando o Teste de Tukey ($p < 0,05$). Utilizou-se o pacote computacional estatístico SAS 9.4 (Statistical Analysis System Institute Inc., 2012).

3. RESULTADOS

3.1 Desempenho produtivo

Na Tabela 15 estão os resultados de desempenho de 9 a 16 semanas de idade. Observou-se apenas, que o PV não foi influenciado pelos tratamentos experimentais.

Assim, as aves que receberam as dietas FFM5F/20F e FFM10/20 apresentaram maior consumo de ração, porém, as aves que receberam a dieta FFM5F/20F apresentaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, estas foram aves que receberam menor quantidade de Moringa na dieta na fase anterior e com a presença de fitase o que pode ter contribuído para tal resultado. Na uniformidade, as aves que receberam a dieta FFM10F/20F apresentaram aves mais uniformes em comparação as outras aves que também receberam Moringa, este tratamento também apresentou aves com melhor CA.

Tabela 15. Efeito da inclusão do farelo de folhas de *Moringa oleifera* (FFM), com ou sem inclusão de fitase, sobre o peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e uniformidade de poedeiras leves (9 a 16 semanas)

| Dietas | PC | CR | GP | CA | Uniformidade |
|---|---------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | g | | | g:g | % |
| RR¹/RR¹ | 1307,86 | 3043,46 ^b | 613,71 ^{ab} | 4,96 ^b | 99,09 ^a |
| RRF²/RRF² | 1294,41 | 3069,83 ^b | 607,91 ^{ab} | 5,05 ^{ab} | 98,79 ^a |
| RR¹/20³ | 1270,82 | 3102,55 ^{ab} | 593,03 ^b | 5,24 ^{ab} | 93,79 ^b |
| FFM5F⁴/20F⁵ | 1303,63 | 3195,03 ^a | 641,12 ^a | 5,19 ^b | 93,32 ^b |
| FFM10⁶/20³ | 1286,85 | 3187,27 ^a | 595,79 ^b | 5,36 ^a | 92,08 ^b |
| FFM10F⁷/20F⁵ | 1272,26 | 3089,99 ^b | 593,69 ^b | 5,15 ^b | 97,99 ^a |
| Média | 1285,89 | 3112,21 | 607,71 | 5,17 | 96,29 |
| EPM ⁸ | 4,61 | 13,79 | 4,46 | 0,04 | 0,53 |
| <i>p</i> -valor | NS | 0,0015 | 0,0035 | 0,0375 | <0,0001 |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 20% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁵dieta com inclusão de 20% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; ⁸erro padrão da média. ^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). NS: não significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

3.2 Metabolizabilidade

Na Tabela 16 estão os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB), houve significância para todas as variáveis analisadas ($p < 0,05$).

Tabela 16. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de aves de postura comercial

| Dietas | EMA | EMAn | CMAMS | CMAPB | CMAEB |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | kcal/kg | | % | | |
| RR ¹ /RR ¹ | 2718,41 ^c | 2633,09 ^c | 66,80 ^c | 90,80 ^{ab} | 73,43 ^c |
| RRF ² /RRF ² | 2872,27 ^b | 2794,62 ^b | 70,11 ^b | 90,90 ^a | 76,98 ^b |
| RR ¹ /20 ³ | 3018,67 ^a | 2927,23 ^a | 71,74 ^b | 89,84 ^b | 78,47 ^a |
| FFM5F ⁴ /20F ⁵ | 3035,56 ^a | 2951,49 ^a | 74,05 ^a | 90,91 ^a | 77,45 ^{ab} |
| FFM10F ⁶ /20 ³ | 2940,12 ^{ab} | 2845,60 ^{ab} | 72,78 ^b | 90,16 ^{ab} | 75,67 ^b |
| FFM10F ⁷ /20F ⁵ | 3029,79 ^a | 2934,40 ^a | 74,64 ^a | 91,00 ^a | 78,00 ^a |
| Média | 2948,59 | 2860,36 | 71,83 | 90,59 | 76,86 |
| EPM | 18,38 | 17,92 | 0,46 | 0,12 | 0,29 |
| <i>p</i> -valor | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 20% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁵dieta com inclusão de 20% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase;

⁸erro padrão da média. ^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Os tratamentos que receberam FFM apresentaram melhor EMA e EMAn, incluindo o tratamento que na fase anterior não havia recebido inclusão de FFM na dieta (RR/20), esses foram os tratamentos que proporcionaram maior aproveitamento da energia das dietas.

Avaliando a quantidade de nitrogênio retido que é encontrada através da diferença entre EMA e EMAn, observa-se que as aves que reteram mais nitrogênio foram as que receberam dietas contendo fitase (FFM10F/20F) para este tratamento a diferença foi de 95,39 kcal/kg enquanto para o que não recebeu fitase (FFM10/20) foi de 94,52 kcal/kg. Todos os tratamentos com adição FFM tiveram uma maior retenção de nitrogênio, o RR/20 com 91,44; FFM5F/20F com 84,07, o qual pode ter sido utilizado no ganho de peso das aves. Como observado na Tabela 5, as aves que receberam a dieta FFM5F/20F apresentaram maior GP.

Outro ponto a ser observado é que a adição de FFM associada a fitase tanto na cria como na recria, proporcionaram melhores resultados nos aproveitamentos energéticos e na metabolizabilidade dos nutrientes, como observados nos tratamentos FFM5F/20F e FFM10F/20F.

Na Tabela 13, foram observados os valores da composição nutricional analisada das rações que estava sendo fornecida na fase da coleta das excretas, a adição de fitase na dieta pode ter melhorado a disponibilidade dos nutrientes na ração que possuía FFM, nesse sentido, a dieta FFM20F foi o que apresentou maior quantidade de proteína bruta, energia bruta, assim como de fibra e isso pode ter auxiliado nos melhores resultados de todos os parâmetros avaliados na metabolizabilidade.

3.3 Variáveis sanguíneas

No perfil bioquímico analisado (Tabela 17), houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os seguintes parâmetros: Fosfatase Alcalina (FAL), Proteína Total (PT), Albumina (ALB), Glicose (GLI), Colesterol, Lipoproteínas de Alta Densidade (HDL), Lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL), Triglicérides Totais (TG) e Ácido Úrico (AU).

Tabela 17. Bioquímica sérica de aves postura comercial Dekalb White de 16 semanas alimentadas com dietas contendo FFM com e sem fitase

| Tratamentos | ALT (UI/L) | FAL (UI/L) | GAMA GT (UI/L) | PT (g/L) | ALB (g/L) | GLO (g/L) | GLI (mg/dL) | COLESTEROL (mg/dL) | HDL (mg/dL) | LDL (mg/dL) | TG (mg/dL) | AU (mg/dL) |
|---|---------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| RR¹/RR¹ | 32,26 | 1956,61 ^a | 20,21 | 44,16 ^a | 8,15 ^{ab} | 62,01 | 228,30 ^c | 136,55 ^a | 59,43 ^b | 26,95 ^b | 244,52 ^{ab} | 2,66 ^b |
| RRF²/RRF² | 32,85 | 1936,47 ^a | 20,21 | 43,97 ^a | 8,03 ^{ab} | 61,94 | 229,01 ^c | 132,79 ^b | 46,66 ^c | 37,55 ^a | 242,85 ^b | 3,63 ^a |
| RR¹/20³ | 33,44 | 1954,96 ^a | 21,63 | 43,37 ^b | 8,23 ^a | 61,67 | 248,52 ^a | 131,87 ^b | 66,97 ^{ab} | 14,12 ^c | 253,85 ^a | 3,75 ^a |
| FFM5F⁴/20F⁵ | 33,39 | 1770,34 ^c | 20,78 | 43,91 ^a | 8,06 ^{ab} | 61,87 | 237,65 ^a | 126,79 ^c | 66,32 ^{ab} | 11,62 ^c | 244,23 ^{ab} | 3,68 ^a |
| FFM10⁶/20³ | 32,98 | 1845,31 ^b | 20,48 | 43,81 ^a | 7,99 ^b | 61,81 | 240,28 ^a | 135,10 ^a | 70,03 ^a | 16,12 ^c | 244,72 ^{ab} | 3,51 ^a |
| FFM10F⁷/20F⁵ | 34,56 | 1946,32 ^a | 20,71 | 43,85 ^a | 8,06 ^{ab} | 61,78 | 243,95 ^a | 132,04 ^b | 69,75 ^a | 14,09 ^c | 241,27 ^b | 3,46 ^a |
| Média | 33,25 | 1899,62 | 20,83 | 43,84 | 8,08 | 61,85 | 238,47 | 132,41 | 63,3 | 20,08 | 245,47 | 3,45 |
| EPM ⁸ | 0,41 | 13,62 | 0,13 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 1,46 | 0,54 | 1,59 | 1,72 | 1,14 | 0,09 |
| <i>p</i> -valor | NS | <0,0001 | NS | 0,0027 | 0,0309 | NS | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0151 | <0,0001 |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 20% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase;

⁵dieta com inclusão de 20% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; ⁸erro padrão da média.

^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); NS: não significativo

Dos tratamentos que receberam FFM, o RR/20 e o FFM10F/20F apresentaram maiores valores de FAL, assim como os tratamentos RR/RR e RRF/RRF, para a variável PT apenas o tratamento RR/20 diferiu dos demais tratamentos apresentando menor valor. Para a ALB houve diferença entre os tratamentos que receberam Moringa e não tiveram inclusão de fitase na dieta onde o tratamento de aves que não havia recebido FFM na fase anterior e fitase (RR/20) apresentou maior valor quando comparado ao tratamento FFM10/20, enquanto os que receberam FFM e fitase foram semelhantes entre si, também não diferiram dos tratamentos com ração sem inclusão de FFM.

A glicose foi maior para as dietas contendo Moringa, os tratamentos RR/20; FFM10F/20F; FFM10/20 seguido do tratamento com FFM5F/20F. Para o colesterol, o tratamento com valor superior foi o FFM10/20 que foi semelhante ao RR/RR. Já para o HDL, os tratamentos que receberam Moringa apresentaram aumento no valor dessa variável, principalmente nos tratamentos que receberam maiores inclusões de FFM na fase anterior; enquanto para o LDL houve uma redução quando as aves consumiram FFM. A influência do FFM sobre os valores de HDL e LDL estão na Figura 1. O RR/20 apresentou maior valor de triglicérides, em contrapartida, o tratamento FFM10F/20 foi menor quando comparado aos demais tratamentos. No AU as aves que receberam FFM juntamente com o tratamento RRF/RRF apresentaram maiores valores.

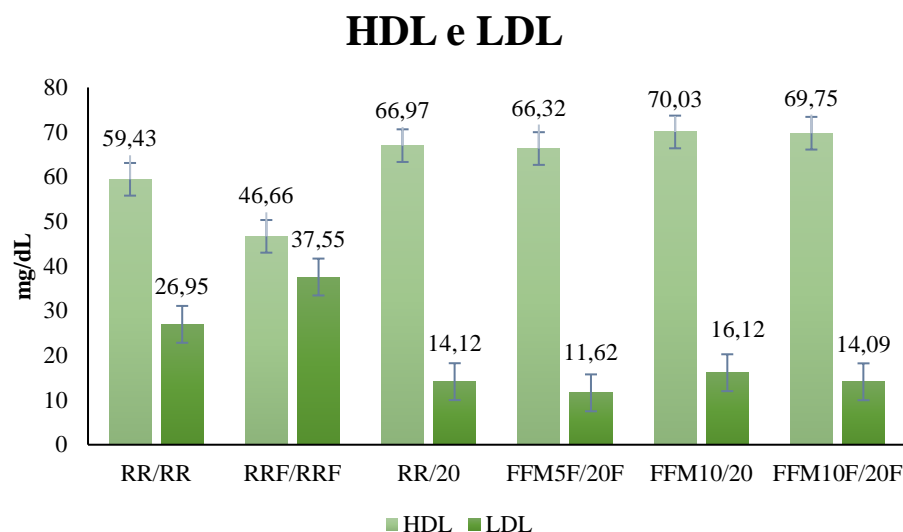


Figura 3. Efeito da inclusão do FFM sobre os valores de HDL e LDL na fase de recria

3.4 Peso e comprimento dos órgãos

Na Tabela 18 estão os dados obtidos do peso vivo e dos órgãos como fígado, moela, gordura abdominal, baço, timo, bursa de Fabricius, peso do intestino grosso e delgado, cecos, pâncreas, ovários, ovidutos e comprimento do intestino grosso, intestino delgado e cecos. Apenas o baço e timo não apresentaram diferenças significativa ($p < 0,05$)

Tabela 18. Peso relativo dos órgãos (%) e comprimento do intestino em centímetros (cm) de aves postura comercial Dekalb White de 16 semanas alimentadas com dietas contendo moringa com e sem fitase

| Tratamentos | Peso vivo | Fígado | Moela | Gordura | Baço | Timo | Bursa | % | | | | | | cm | | |
|---|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | | | | | | | | IG | ID | Ovários | Oviduto | Cecos | Pâncreas | ID | IG | Cecos |
| RR¹/RR¹ | 1313,31 ^a | 1,84 ^{ab} | 1,95 ^{bc} | 2,28 ^b | 0,18 | 0,26 | 0,14 ^b | 0,58 ^b | 1,78 ^c | 0,10 ^b | 1,20 ^b | 0,39 ^b | 0,15 ^c | 115,00 ^b | 20,75 ^b | 13,25 ^{ab} |
| RRF²/RRF² | 1246,33 ^b | 2,16 ^a | 1,74 ^c | 2,86 ^{ab} | 0,18 | 0,21 | 0,16 ^b | 0,56 ^b | 2,02 ^c | 0,15 ^a | 1,38 ^{ab} | 0,39 ^b | 0,20 ^b | 103,67 ^b | 20,25 ^b | 12,87 ^b |
| RR¹/20³ | 1261,08 ^b | 1,91 ^{ab} | 2,49 ^a | 1,78 ^{bc} | 0,19 | 0,24 | 0,15 ^b | 0,65 ^{ab} | 1,91 ^c | 0,12 ^{ab} | 1,38 ^{ab} | 0,47 ^{ab} | 0,20 ^b | 127,00 ^a | 22,65 ^a | 15,68 ^a |
| FFM5F⁴/20F⁵ | 1277,26 ^{ab} | 1,95 ^{ab} | 2,41 ^a | 1,64 ^c | 0,21 | 0,32 | 0,19 ^b | 0,69 ^{ab} | 2,18 ^b | 0,15 ^a | 1,48 ^{ab} | 0,49 ^{ab} | 0,16 ^c | 95,80 ^c | 22,25 ^a | 14,87 ^a |
| FFM10⁶/20³ | 1283,93 ^{ab} | 2,05 ^a | 2,35 ^a | 2,25 ^b | 0,20 | 0,28 | 0,16 ^b | 0,77 ^a | 2,30 ^a | 0,14 ^a | 1,76 ^a | 0,47 ^{ab} | 0,23 ^a | 108,17 ^b | 21,30 ^b | 14,60 ^a |
| FFM10F⁷/20F⁵ | 1276,86 ^{ab} | 1,65 ^b | 2,61 ^a | 2,96 ^a | 0,19 | 0,32 | 0,33 ^a | 0,65 ^{ab} | 2,13 ^b | 0,16 ^a | 1,41 ^{ab} | 0,59 ^a | 0,23 ^a | 94,20 ^c | 20,90 ^b | 14,00 ^{ab} |
| Média | 1277,84 | 1,93 | 2,3 | 2,22 | 0,19 | 0,27 | 0,18 | 0,66 | 2,06 | 0,13 | 1,43 | 0,46 | 0,19 | 106,97 | 21,35 | 14,34 |
| SEM | 5,28 | 0,05 | 0,06 | 0,13 | 0,004 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 2,51 | 0,25 | 0,29 |
| <i>p</i> -valor | 0,0011 | 0,0473 | <0,0001 | 0,0077 | NS | NS | 0,0009 | 0,0285 | 0,0041 | 0,0492 | 0,0368 | 0,0012 | 0,0139 | <0,0001 | 0,0204 | 0,0338 |

ID: intestino delgado; IG: intestino grosso. ¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 20% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁵dieta com inclusão de 20% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; ⁸erro padrão da média. ^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); NS: não significativo

As aves que receberam FFM na dieta não diferiram no peso vivo dos tratamentos que não receberam inclusão de FFM, exceto o tratamento RR/20 que diferiu do RR/RR. O peso do fígado foi maior para os tratamentos FFM10/20 e RRF/RRF, o tratamento FFM10F/20F apresentou menor peso, os demais tratamentos não diferiram entre si. Todos as aves que receberam FFM na dieta apresentaram moela mais pesadas, a Figura 2 mostra essa influência do FFM no peso da moela.

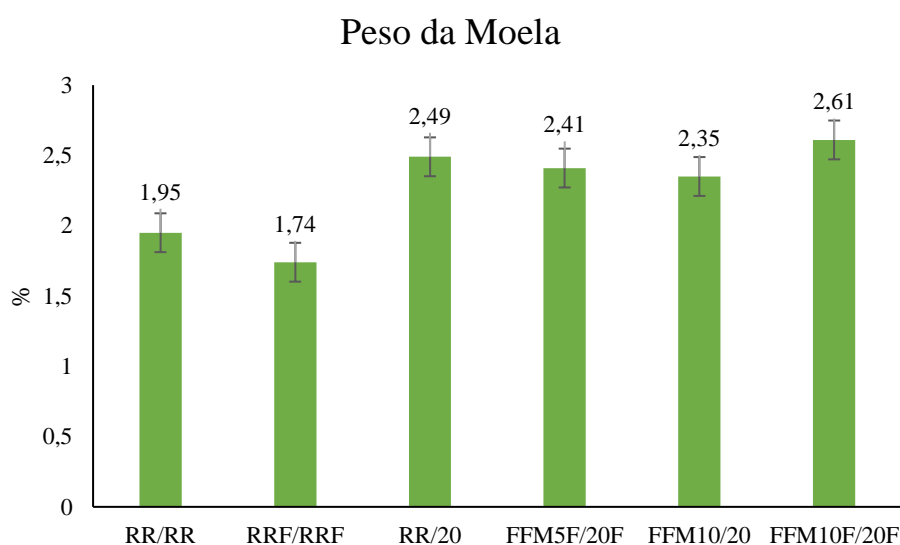


Figura 4. Peso relativo da moela em função da inclusão de FFM na dieta

As aves que mais acumularam gordura abdominal foram as que consumiram as dietas FFM10F/20F e o RRF/RRF. Para o peso do IG as aves dos tratamentos FFM10/20 apresentaram maiores pesos e diferiram das aves que não consumiram FFM, os demais tratamentos não diferiram entre si. Já para o peso do ID as aves do tratamento FFM10/20 também apresentaram maiores pesos, seguido dos demais tratamentos que consumiram FFM. O peso dos cecos das aves que receberam a dieta FFM10F/20F diferiu dos tratamentos que não receberam FFM (RR/RR e RRF/RRF), é importante observar que o tratamento com os mesmos valores de FFM porém sem adição de fitase (FFM10/20) apresentaram valores menores desses cecos, ressaltando que a adição de fitase fez com que os cecos aumentasse o peso, os demais não diferiram entre si.

Apenas os ovários das aves do tratamento RR/RR apresentaram menor peso. O oviduto das aves que receberam a dieta FFM10/20 foram os maiores e diferiram dos da dieta RR/RR. O pâncreas das aves dos tratamentos FFM10/20 e FFM10F/20F apresentaram maior peso.

Para o comprimento do intestino, o tratamento RR/20 apresentou maior tamanho de ID, IG e cecos, isso mostra que as aves que não receberam FFM na fase anterior conseguiu

apresentar valores semelhantes aos das aves que receberam FFM em todas as fases experimentais. O menor valor do ID foram os das aves que receberam as dietas FFM5F/20F e do FFM10F/20F. No IG, além das aves do tratamento RR/20 o tratamento FFM5F/20F também apresentaram aves com maiores comprimentos do IG, o mesmo aconteceu para o comprimento dos cecos, além desses tratamentos, as aves com a dieta FFM10/20 apresentaram cecos maiores e a presença de fitase no tratamento FFM10F/20F diminui o tamanho.

3.5 Resistência óssea e Índice de Seedor

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para resistência óssea (Tabela 19) e na Figura 4 está a influência da inclusão do FFM sobre a resistência óssea. Os tratamentos com inclusão de FFM na dieta, exceto o RR/20, tiveram aves com tíbias mais resistentes quando foi incluída Moringa na ração das aves, a inclusão de FFM na dieta desde a fase anterior (1 a 8 semanas) foi importante para que as aves apresentassem ossos mais resistentes.

Tabela 19. Parâmetros ósseos de aves postura comercial Dekalb White de 16 semanas alimentadas com dietas contendo FFM com e sem fitase

| Tratamentos | Cinzas (g) | Comprimento (mm) | Índice de Seedor (mg mm ⁻¹) | Resistência óssea (Kgf) |
|---|---------------|---------------------|--|----------------------------|
| RR¹/RR¹ | 5,19 | 98,62 | 52,67 | 85,07 ^{ab} |
| RRF²/RRF² | 5,18 | 98,78 | 52,43 | 83,53 ^b |
| RR¹/20³ | 5,17 | 99,49 | 51,99 | 83,60 ^b |
| FFM5F⁴/20F⁵ | 5,16 | 99,22 | 51,98 | 86,50 ^a |
| FFM10⁶/20³ | 5,11 | 98,76 | 51,76 | 85,65 ^a |
| FFM10F⁷/20F⁵ | 5,14 | 98,61 | 52,11 | 85,88 ^a |
| Média | 5,16 | 98,87 | 52,19 | 85,01 |
| EPM | 0,01 | 0,13 | 0,17 | 0,55 |
| <i>p</i> -valor | NS | NS | NS | <0,0001 |

¹dieta sem inclusão de FFM e fitase; ²dieta sem inclusão de FFM com fitase; ³dieta com inclusão de 20% de FFM sem fitase; ⁴dieta com inclusão de 5% de FFM com fitase; ⁵dieta com inclusão de 20% de FFM com fitase; ⁶dieta com inclusão de 10% de FFM sem fitase; ⁷dieta com inclusão de 10% de FFM com fitase; ⁸erro padrão da média. ^{a, b} Médias na mesma coluna com sobrescritos diferentes diferem significativamente no Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); NS: não significativo

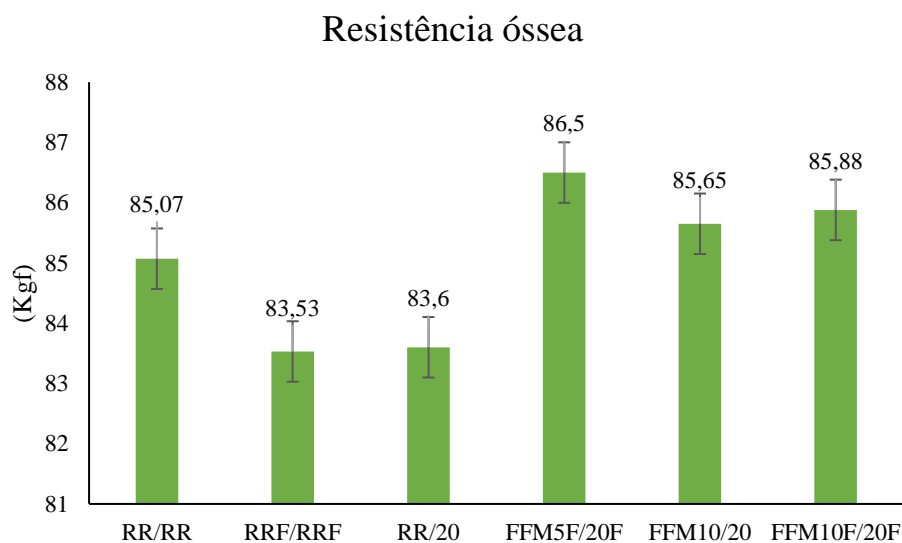


Figura 5. Influência da inclusão do FFM sobre a resistência óssea

4. DISCUSSÃO

A depender do nível de fibra na dieta das aves, propriedades físico-químicas das frações fibrosas e idade desses animais, a fibra pode levar a efeitos benéficos sobre o metabolismo e comportamento animal, podendo melhorar a digestibilidade dos nutrientes (González-Alvarado et al., 2007).

Na dieta das aves desta pesquisa, a quantidade de fibra ficou um pouco acima dos 5% recomendados pelo manual da linhagem que é de 3 a 5%, segundo o manual esses valores são para garantir o consumo de ração adequado no início da fase de produção (Dekalb White, 2009), sendo assim, os valores mudaram de acordo com a idade das aves. Dentre os benefícios da fibra, são atribuídos em grande parte, ao maior desenvolvimento e atividade da moela e intestino, obtidos pela inclusão de fibra insolúvel.

Os compostos antinutricionais analisados no FFM, a depender da quantidade encontrada nos alimentos podem ser prejudiciais, mas alguns desses também podem ser benéficos para as aves atuando como compostos bioativos como os compostos fenólicos, taninos, flavonóides e saponinas (Ghasi; Nwobodo; Ofili, 2000; Hassan et al., 2016; Mbikay, 2012; Teteh et al., 2016).

Altas concentrações de tanino e lignina podem diminuir o consumo de ração e, consequentemente comprometer o desempenho das aves em crescimento. Segundo Mukumbo et al. (2014) os taninos podem resultar em uma depressão na taxa de crescimento devido à redução da utilização de proteínas e possível dano ao revestimento da mucosa do trato

digestivo em monogástricos. Nesse sentido, a quantidade de tanino e lignina presente no FFM desta pesquisa não foram suficientes para prejudicar o consumo de ração das aves, visto que, os tratamentos que consumiram Moringa não houve redução do consumo, exceto para o tratamento FFM10F/20F porém este tratamento não diferiu dos tratamentos que não receberam FFM. Nos tratamentos em que as aves receberam Moringa, também pode ter havido uma modulação da glicose devido a presença de flavonoides presentes no FFM, estes são os principais compostos fenólicos na folha, esse composto estimula o consumo voluntário nos animais principalmente devido ao controle dos níveis de glicose sanguínea (Mbikay, 2012), podendo justificar o aumento do consumo de ração.

O fitato que também é encontrado nas folhas da Moringa, tem capacidade de se complexar com proteína, fibras, minerais e outros nutrientes, torna-os parcialmente indisponíveis para a utilização pelos animais não ruminantes, devido o intestino delgado desses animais possuir uma capacidade limitada em hidrolisar o fitato, pela falta de atividade significativa da fitase endógena e da baixa população microbiana no início do trato digestivo, necessária para o desdobramento do fitato, tendo como consequências o aumento da excreção de minerais (como fósforo, cálcio, magnésio, ferro e zinco) e nitrogênio na forma de ácido úrico (Bernal et al., 2006; Ferreira; Lopes, 2012), nutrientes estes de extrema importância na alimentação de aves de postura.

Com isso, devido a presença desses compostos no FFM, a busca pelo melhor nível a ser incluído na alimentação de aves e tempo de uso na fase de crescimento na forma de farelo das folhas da Moringa é de extrema importância. Além disso, o uso da fitase exógena pode potencializar o aproveitamento mineral e nutricional presente no ingrediente, melhorar o desempenho zootécnico e diminuir os custos com suplementação mineral inorgânica (Bernal et al., 2006; El-hack et al., 2018; Plumstead et al., 2007).

Os valores de uniformidade das aves estão dentro da faixa satisfatória, estes são considerados ótimos, segundo o manual da linhagem (Manual de Manejo das Poedeiras Dekalb White, 2009) que considera como sendo bom (80 a 90%) e ótimo (acima de 90%), média (70 a 79%) e insuficiente (60 a 69%).

Apesar das aves que receberam as dietas FFM10/20 e FFM10F/20F terem apresentado os menores GP, na metabolizabilidade tiveram melhor aproveitamento da proteína e retenção de nitrogênio, além dos demais tratamentos que receberam FFM que também tiveram melhores retenções de nitrogênio. O tratamento que teve ambos os valores, tanto de GP, CMAPB e retenção de nitrogênio, coerentes entre si foi o tratamento FFM5F/20F. Devido a melhor metabolizabilidade da PB nas aves que receberam FFM nas dietas, houve um aumento

no AU destes tratamentos, os níveis plasmáticos de AU são um dos principais indicativos do catabolismo do nitrogênio em aves e são utilizados para avaliar a quebra de proteínas e a utilização de aminoácidos (Donsbough et al. 2010). Segundo Hassan et al. (2016) os flavonoides também possuem ação antibacteriana e antioxidante, podendo melhorar o aproveitamento da proteína bruta e de outros nutrientes, melhorando o ambiente intestinal e trazendo benefícios para a digestão e absorção de nutrientes.

Lu et al. (2016) observaram piora da conversão alimentar devido à baixa digestibilidade da fibra e seus efeitos sobre o aproveitamento de energia e proteína com aumento nos níveis de inclusão (0%, 5%, 10% e 15%) de folhas de Moringa para poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line Grey com 27 semanas de idade. Voemesse et al. (2019) utilizando níveis menores a esta pesquisa, 0%; 1% e 3% em aves de postura, esses autores viram que as aves apresentaram maiores ganho de peso diário e menor conversão alimentar no tratamento com 3% de folhas de Moringa na fase de 8 a 20 semanas de idade.

Alguns compostos bioativos presentes nas folhas da Moringa auxiliam na redução do colesterol, segundo Ghasi et al. (2000) esses compostos apresentam em sua composição cerca de 90mg/g de β -sitosterol que tem capacidade de reduzir os níveis plasmáticos de colesterol através da redução da quantidade de LDL circulante. De acordo com Goel e Makkar (2012), as saponinas possuem parte da cadeia com características lipofílicas e hidrofílicas, possuindo capacidade de formar grupos heterogêneos com esteroides, tetraterpenoides e glicosídeos apresentando atividades hipocolestorêmicas (Souza et al., 2019).

Segundo Teteh et al. (2016), outra característica das saponinas é a de possuir efeitos hipolipidêmico, esses autores utilizaram níveis de inclusão de 2% e 4% de moringa em dietas para poedeiras Isa Brown com 20 a 40 semanas de idade, perceberam redução na concentração de triglicerídeos sanguíneo das aves, quando incluiu 2% de farinha de folhas da Moringa na ração. Alnidawi et al. (2016) utilizaram níveis crescentes de moringa (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) em que foram avaliados a saúde e desempenho de frangos de corte, foi visto que os níveis de colesterol sérico e de LDL diminuíram, assim como houve aumento na concentração de HDL a medida em que os níveis foram aumentados esses autores atribuíram tais resultados aos compostos bioativos presentes na Moringa e a presença de fibras que podem aumentar o metabolismo lipídico nas aves. Olugbemi; Mutayoba; Lekule (2010) também verificaram reduções nas concentrações de colesterol sanguíneo quando incluiu farinha de folhas de moringa nos níveis de 5% e 10% para frangos de corte.

A fosfatase alcalina está relacionada ao metabolismo do cálcio e do fósforo, assim, o aumento desta enzima está relacionada ao crescimento ósseo, regulação do crescimento das

aves, participando das atividades osteoblásticas e condrogênicas, calcificação medular e fase pré-ovulação (Campbel, 2015). A FA foi maior para os tratamentos RR/20 e FFM10F/20F, porém no tratamento RR/20 as aves não apresentaram ossos mais resistentes como nos demais tratamentos que receberam o FFM, a inclusão de Moringa desde os primeiros dias de vida das aves pode ter influenciado neste parâmetro. O uso da fitase influenciou no tratamento FFM10F/20F em que as aves que não receberam fitase apresentou FA menor em relação a ele, porém, não foi observada influência dessa enzima na resistência óssea das aves. Devido as aves deste experimento estarem próximo a postura, ossos mais resistentes são importantes nessa fase devido a capacidade das aves de mover o cálcio dos ossos para a calcificação dos ovos, complementando com a ingestão de cálcio na ração.

Com isso, vimos a atuação da Moringa em proporcionar ossos mais resistentes nas aves que receberam o FFM na ração, desde que tenham recebido FFM desde o início de sua criação. Siguemoto (2013) estudando a composição nutricional e propriedades funcionais das folhas da Moringa, determinou valores médios de composição de Ca (1933,4 mg/100g), P (450,1 mg/100g), K (1764,9 mg/100g), Na (4,7 mg/100g), Mg (505,5 mg/100g), Mn (4,0 mg/100g), Fe (13,30 mg/100g), Zn (2,50 mg/100g) e Cu (1,00 mg/100g). Valdivié-Navarro et al. (2020) em seu levantamento sobre as folhas da moringa, relata que os valores de cálcio variam de 0,99 a 3 % e os valores de fósforo são baixos variando entre 0,21 a 0,61 %. Com isso, segundo esses valores relatados sobre a composição mineral da folha da Moringa, é demonstrado o potencial nutritivo da Moringa como fonte rica nos principais minerais de interesse zootécnico.

A aves quando estão se preparando para a postura, há um incremento nos níveis de proteínas totais induzido por estrógenos, que vai ser exigido devido a formação do ovo, que é constituído em média de 12,5 % de proteína (Burke, 1996; Swenson & O'reece, 1996; Ribeiro et al., 2008), com isso, as proteínas que são sintetizadas no fígado serão transportadas para o ovário e incorporadas ao ovócito. Tanto para proteína total quanto para o peso dos ovários, as aves dos tratamentos que receberam Moringa tiveram maior estímulo, exceto para o tratamento RR/20 que não corroborou com os demais tratamentos no parâmetro PT. A proteína total também é utilizada como parâmetro para estimar a condição corporal das aves, e possui diversas funções como: transporte de minerais e hormônios, substituição rápida de aminoácidos indispensáveis, garantia de glicose através da gliconeogênese, formação de enzimas e sistema imunológico no organismo, além da manutenção da pressão coloidosmótica (Voemesse et al., 2019). Voemesse et al. (2018) utilizando níveis de inclusão de folhas de

Moringa de 0; 1 e 3 % nas rações de aves de postura com 8 semanas de idade também verificaram aumento no teor de proteína no soro.

É importante destacar o papel da fibra, principalmente a sua fração insolúvel com papel importante no desenvolvimento da moela e do trato gastrointestinal. A principal função da moela é a digestão mecânica, triturando e reduzindo o tamanho de partículas dos alimentos (Mardewi et al., 2017). Quando há aumento da fibra bruta e partículas maiores na dieta, a atividade mecânica da moela é estimulada e o seu tamanho e conteúdo são afetados, posteriormente, essa ação estimula motilidade do trato digestório, juntamente com o aumento da secreção de coliscistoquinina (CCK), melhorando a mistura das enzimas digestivas com a digesta (Hetland; Svihus; Choct, 2005; Mateos et al., 2012; Svihus et al., 2004), além disso, a estimulação da atividade da moela aumenta a secreção de mais amilase pelo pâncreas que, conseqüentemente, melhora a digestão do amido, metabolizando e gerando mais glicose para o metabolismo energético (Hetland; Svihus; Krogdahl, 2003).

Em função disso, observa-se as aves que tiveram em suas dietas o FFM apresentaram maiores pesos da moela, ou seja, houve maior estímulo mecânico na moela e isso estimulou o aumento do tamanho. Além disso, o peso e tamanho do intestino também foram estimulados com o uso do FFM nesta pesquisa, principalmente em relação ao intestino grosso e cecos. O pâncreas também foi estimulado com a inclusão de FFM com destaque aos tratamentos FFM10/20 e FFM10F/20F e todos os tratamentos que receberam Moringa tiveram níveis maiores de glicose.

Os componentes da parede celular da fibra, se caracterizam como carboidratos que são resistentes a digestão por enzimas endógenas de animais não ruminantes e podem ser fermentadas completa ou parcialmente no cólon, essa porção insolúvel passa mais rápido pelo intestino podendo diminuir a digestão do alimento passando a ser o principal substrato para fermentação microbiana no intestino grosso servindo de fonte energética para os microorganismos. Já a porção solúvel, também possui importante função, já que é encontrada em grandes quantidades no FFM, esta fibra pode formar um gel viscoso reduzindo a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestório aumentando a possibilidade de ação de microorganismos e aumentando também a digestibilidade já que o alimento irá passar mais tempo no trato digestório, essas duas frações em equilíbrio na dieta podem proporcionar efeitos benéficos (Montagne; Pluske; Hampson, 2003; Rebello; O'neil; Greenway, 2016). Nesse sentido, com o alimento passando mais tempo no intestino, auxilia no desenvolvimento do trato gastrointestinal, preparando as frangas para a postura.

A viscosidade formada pela porção solúvel, proporcionam aumento da secreção de ácidos biliares, e com isso, há uma significativa perda desses ácidos pelas fezes (ikegami et al., 1990), devido a afinidade dessas fibras pelos ácidos biliares. Para compensar essas perdas, há uma maior síntese hepática desses ácidos biliares para restabelecimento das concentrações normais na circulação entero-hepática podendo aumentar o tamanho do fígado (SOUSA et al., 2019), como ocorreu nesta pesquisa. Ao final da fase de crescimento, aves de postura se prepara para entrar em produção e com isso, o fígado aumenta de tamanho. O aumento na atividade desse órgão também se dá devido a síntese do material da gema a ser depositado no ovário, levando a ovários maiores também (Hazelwood et al., 1986; Braz et al., 2011).

Corroborando com os resultados desta pesquisa, Macambira (2021) utilizando a inclusão de 5% de folhas de Moringa com adição ou não de enzimas exógenas, verificou moelas mais pesadas ao usar Moringa na alimentação das aves de postura da linhagem Dekalb White com 32 semanas de idade.

Kahn et al. (2017) utilizou níveis de 0,6%; 0,9%; 1,2% e 1,5% da farinha de folhas de *Moringa oleifera* para frangos de corte e observaram aumento no comprimento e peso do intestino delgado, segundo esses autores, esse aumento ocorreu em função do incremento no tempo de permanência da digesta no trato gastrointestinal estimulado pelo alto teor de fibra do alimento. Além desses resultados estes autores relataram aumento na altura de vilosidade do duodeno, jejuno e íleo, na relação altura de vilosidade/profundidade de cripta do íleo e superfície de vilosidade do duodeno das aves alimentadas com 1,2% da planta, com estes aumentos a capacidade de absorção dos nutrientes aumentam a medida em que o alimento vai passando pelo trato digestório. Outro fator importante encontrado por esses autores foi um aumento no número de células caliciformes e contagem de folículos bursais. Todas estas características sugerem que além de uma melhor absorção dos nutrientes, a capacidade da Moringa também pode promover melhora da saúde intestinal das aves, visto que, além das características morfométricas, as células caliciformes e os folículos bursais, são importantes no sistema imunológico do intestino (Mahfuz; Piao, 2019).

De forma geral, devido as aves possuírem capacidade limitada na digestão da fibra devido a quantidade reduzida da microbiota celulolítica no intestino grosso, é de extrema importância a análise dos alimentos alternativos que serão incluídos na ração e principalmente em relação a sua composição fibrosa. Além disso, a quantidade de fibra a ser inclusa também é importante para evitar que o desempenho produtivo seja prejudicado.

Mais estudos são necessários sobre a inclusão de Moringa nas fases iniciais de criação, principalmente no que diz respeito sobre a ação dela no sistema digestório, desenvolvimento e

morfologia intestinal, assim como sua ação sobre os micro-organismos benéficos do intestino. Estudos sobre a caracterização do perfil dos PNAs são importantes para descrição da Moringa e atuação no animal.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão de até 20% de FFM suplementada com fitase em dietas para aves de postura no período de 9 a 16 semanas de idade proporcionou melhores aproveitamentos dos conteúdos energéticos, metabolizabilidade dos nutrientes e parâmetros sanguíneos, com consequente aumento da resistência óssea preparando melhor o organismo da ave para a fase de postura.

A inclusão de FFM desde o primeiro dia de idade das aves com a presença de fitase proporcionaram melhores resultados no desempenho, nos aproveitamentos energéticos e na metabolizabilidade dos nutrientes, também reduziram os níveis de LDL e aumentaram os de HDL nas aves e favoreceu ossos mais resistentes nas aves.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, T. E. The use of *Moringa oleifera* in poultry diets. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 37, n. 5, p. 492–496, 2013.
- ABD EL-HACK, M. E. et al. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition – a review. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 3, p. 639–658, 2018.
- AERTS, R. J.; BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. Polyphenols and agriculture: Beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 75, n. 1–2, p. 1–12, 1999.
- AGUILAR, Y. M. et al. Effect of dietary supplementation with *Anacardium occidentale* on growth performance and immune and visceral organ weights in replacement laying pullets. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 11, n. 3–4, p. 1352–1357, 2013.
- AHMED, A. E.; SMITHARD, R.; ELLIS, M. Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. **British Journal of Nutrition**, v. 65, n. 2, p. 189–197, 1991.
- AHMED, K. et al. Vitamin C (L-ascorbic Acid) Content in Different Parts of *Moringa oleifera* Grown in Bangladesh. **American Chemical Science Journal**, v. 11, n. 1, p. 1–6, 2016.
- ALIKWE, P.; OMOTOSHO, M. S. An evaluation of the proximate and phytochemical composition of *Moringa oleifera* leaf meal as potential feedstuff for non ruminant livestock. **Agrosearch**, v. 13, n. 1, p. 17–27, 2013.
- ALNIDAWI, N. A. A. et al. *Moringa oleifera* Leaves in Broiler Diets: Effect on Chicken Performance and Health. **Food Science and Quality Management**, v. 58, 2016.
- ALONSO-ALVAREZ, C. Age-dependent changes in plasma biochemistry of yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*). **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, v. 140, n. 4, p. 512–518, 2005.
- ANHWANGE, B. A.; AJIBOLA, V. O.; ONIYE, S. J. Chemical Studies of the Seeds of *Moringa oleifera* (Lam) and *Detarium microcarpum* (Guill and Sperr). **Journal of Biological Sciences**, v. 4, n. 6, p. 711–715, 2004.
- ANWAR, F. et al. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 4, p. 17–25, 2007.
- ANWAR, F.; ASHRAF, M.; BHANGER, M. I. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. **JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 82, n. 1, p. 45–51, 2005.
- ANWAR, F.; BHANGER, M. I. Analytical Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Grown in Temperate Regions of Pakistan. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 22, p. 6558–6563, 2003.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. Arlington, USA.
- ARBENZ, A.; AVÉROUS, L. Chemical modification of tannins to elaborate aromatic biobased macromolecular architectures. **Green Chemistry**, v. 17, n. 5, p. 2626–2646, 2015.
- AYSSIWEDE, S. B. et al. Nutrient composition of some unconventional and local feed resources available in senegal and recoverable in indigenous chickens or animal feeding. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 10, n. 8, p. 707–717, 2011.
- BANJO, O. S. Growth and Performance as affected by inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal in Broiler chicks diet. v. 2, n. 9, 2012.
- BARBOSA, F. F.; GATTÁS, G. Farelo de Algodão na Alimentação de Suínos e Aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 147–156, 2004.
- BARRETO, M. B. et al. Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 4, p. 893–897, 2009.

- BELE, A. A.; JADHAV, V. M.; KADAM, V. Potential of Tannins. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 4, p. 209–214, 2010.
- BENEVIDES, C. M. DE J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão Antinutritional factors in foods : a review. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 71, p. 67–79, 2011.
- BERNAL, H. et al. Sustitución de fosfato monocalcico por la enzima fitasa en dietas para cerdos de cebo. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v. 40, n. 2, p. 193–200, 2006.
- BERNARDES, R. D. et al. Effect of phytase and protease combination on performance, metabolizable energy, and amino acid digestibility of broilers fed nutrient-restricted diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, 2022.
- BOYCE, A.; WALSH, G. Comparison of selected physicochemical characteristics of commercial phytases relevant to their application in phosphate pollution abatement. **Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering**, v. 41, n. 5, p. 789–798, 2006.
- BRAZ, N. DE M. et al. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2744–2753, 2011.
- CÁCERES, A. et al. Preliminary screening for antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 33, p. 213–216, 1991.
- 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**, 2013.
- CARRÉ, B.; GOMEZ, J.; CHAGNEAU, A. M. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolizable energy values in broiler chickens and adult cockerels. **British Poultry Science**, v. 36, p. 611–629, 1995.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes forage plants tissue organization and its implications in ruminant. **Arch. Zootec**, v. 57, p. 13–28, 2008.
- CONTE, A. J. et al. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1147–1156, 2003.
- CRUZ, M. A. S.; PÉREZ, M. M.; CUTTIS, L. E. D. Blood indicators of colostomized broilers, which intake *Moringa oleifera* forage meal. Technical note Indicadores sanguíneos de pollos de cebo colostomizados, que consumieron harina de forraje de *Moringa oleifera*. Nota técnica. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 54, n. 1, 2020.
- DE VRIES, S.; KWAKKEL, R. P.; DIJKSTRA, J. Dynamics of calcium and phosphorus metabolism in laying hens. Em: VITTI, D. M. S. S.; KEBREAB, E. (Eds.). **Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals**. Wallingford, WK: CAB International, 2010. p. 133–150.
- DEI, H. K.; ROSE, S. P.; MACKENZIE, A. M. Shea nut (*Vitellaria paradoxa*) meal as a feed ingredient for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 4, p. 611–624, 2007.
- DEL-VECHIO, G. et al. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 369–376, 2005.
- DILELIS, F. et al. Fósforo digestível de ingredientes para aves: metodologias e atualidades Digestible. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. 1–30, 2020.
- DINESHA, B. L. et al. Effect of extraction methods on physicochemical, nutritional, antinutritional, antioxidant and antimicrobial activity of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) seed kernel oil. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 10, n. 1, p. 287–295, 2018.

- DONSBOUGH, A. L. et al. Uric acid, urea, and ammonia concentrations in serum and uric acid concentration in excreta as indicators of amino acid utilization in diets for broilers. **Poultry Science**, v. 89, n. 2, p. 287–294, 2010.
- EBENEBE, C. et al. Effect of various levels of Moringa Leaf Meal on the Egg Quality of Isa Brown Breed of Layers. **Advances in Life Science and Technology**, v. 14, 2013.
- EL-HACK, M. E. A. et al. The uses of microbial phytase as a feed additive in poultry nutrition - A review. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 3, p. 639–658, 2018.
- ESTRELLA, M. C. P. et al. A double-blind, randomized controlled trial on the use of malunggay (*Moringa oleifera*) for augmentation of the volume of breastmilk among non-nursing mothers of preterm infants. **The Philippine Journal of Pediatrics**, v. 49, n. 1, p. 3–7, 2000.
- FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B. Uso da fitase na alimentação de frangos de corte- Revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 4, p. 1854–1860, 2012.
- FERREIRA, C. B. et al. Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 249–254, 2015.
- FOIDL, N.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. **What development potential for Moringa products?.** 2001.
- FÖRSTER, N. et al. Ecotype Variability in Growth and Secondary Metabolite Profile in *Moringa oleifera*: Impact of Sulfur and Water Availability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 11, p. 1–34, 2015.
- FUKAYAMA, E. H. et al. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 629–635, 2008.
- GADZIRAYI, C. T. et al. Performance of broiler chickens fed on mature *Moringa oleifera* leaf meal as a protein supplement to soyabean meal. **International Journal of Poultry Science**, v. 11, n. 1, p. 5–10, 2012.
- GHASI, S.; NWOBODO, E.; OFILI, J. O. Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed wistar rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 69, n. 1, p. 21–25, 2000.
- GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S. **Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins.** **Tropical Animal Health and Production**, abr. 2012.
- GÓMEZ, A. V.; ANGULO, K. J. O. Revisión las características y usos de la planta *Moringa oleifera*. **Investigación & desarrollo**, v. 22, n. 2, p. 309–330, 2014.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M. et al. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v. 86, n. 8, p. 1705–1715, 2007.
- GUALBERTO, A. F. et al. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 9, p. 19–25, 2014.
- HASSAN, H. M. A. et al. Effect of different levels of *Moringa oleifera* leaves meal on productive performance, carcass characteristics and some blood parameters of broiler chicks reared under heat stress conditions. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 11, n. 1, p. 60–66, 2016.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 38–46, 2005.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; KROGDAHL, Å. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **British Poultry Science**, v. 44, n. 2, p. 275–282, 2003.
- IDRIS, M. et al. *Moringa oleifera* Seed Extract: A Review on Its Environmental Applications. **International Journal of Applied Environmental Sciences**, v. 11, n. 6, p. 1469–1486, 2016.

- IGWILO, I. O. et al. Comparative studies on the nutrient composition and anti-nutritional factors in different parts of *Moringa oleifera* plant found in awka, Nigeria. **The Bioscientist**, v. 5, n. 1, p. 1–12, 2017.
- IKEGAMI, S. et al. Effect of Viscous Indigestible Polysaccharides on Pancreatic-Biliary Secretion and Digestive Organs in Rats. **The Journal of Nutrition**, v. 120, n. 4, p. 353–360, 1990.
- JESUS, A. R. DE et al. Cultivo da *Moringa oleifera*. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**, p. 23, 2013.
- KAKENGI, A. M. V et al. Can *Moringa oleifera* Be Used as a Protein Supplement for Ruminants? **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 18, n. 1, p. 42–47, 2005.
- KAKENGI, A. M. V et al. 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**, v. 19, 2007.
- KARADI, R. V. et al. Effect of *Moringa oleifera* Lam. root-wood on ethylene glycol induced urolithiasis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, n. 1–2, p. 306–311, 2006.
- KHALAF, A. R., et al. Evaluation of Wheat Flour Blended With Different Ratios of *Moringa oleifera* Leaves and Seeds. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**, v. 26, n. 5, p. 1895–1906, 2018.
- KHAN, I. et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on growth performance and intestinal morphology in broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, p. 114–121, 2017.
- KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. T. V. D.; LIMA, P. C. F. *Moringa oleifera*: Registro dos Visitantes Florais e Potencial Apícola para a Região de Petrolina, PE. **Embrapa Semiárido**, p. 1–13, 2012.
- LALAS, S.; TSAKNIS, J. Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Variety “Periyakulam 1”. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, n. 1, p. 65–77, 2002.
- LEONE, A. et al. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 6, p. 12791–12835, 2015.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.
- LU, W. et al. Evaluation of *Moringa oleifera* leaf in laying hens: Effects on laying performance, egg quality, plasma biochemistry and organ histopathological indices. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 4, p. 658–665, 2016.
- MACAMBIRA, G. M. et al. Caracterização nutricional das folhas de *Moringa oleifera* (MOL) para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 570–578, 2018.
- MACAMBIRA, G. M. **Folhas de *Moringa oleifera* e enzimas exógenas em dietas de galinhas poedeiras**. Tese—Recife-PE: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 2021.
- MADALLA, N.; AGBO, N. W.; JAUNCEY, K. Evaluation of Aqueous Extracted Moringa Leaf Meal as a Protein Source for Nile Tilapia Juveniles. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 1, p. 53–64, 2013.
- MADRONA, G. S. **Extração/purificação do composto ativo da semente da *Moringa oleifera* lam e sua utilização no tratamento de água**. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, 2010.
- MAEDA, E. M. et al. Intake, digestibility, rumen characteristics and microbial protein synthesis efficiency in bovine and bubaline fed sugar cane silage with additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 707–716, 2012.

- MAHFUZ, S.; PIAO, X. S. **Application of moringa (*Moringa oleifera*) as natural feed supplement in poultry diets.** *Animals* MDPI AG, 2019.
- MAHMOOD, K. T.; MUGAL, T.; HAQ, I. U. *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 2, n. 11, p. 775–781, 2010.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 63, n. 1–4, p. 211–228, 1996.
- MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. **Plant Toxins and Detoxification Methods to Improve Feed Quality of Tropical Seeds.** *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 1999.
- MAKKER, H. P. S.; BECKER, K. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. **Journal of Agricultural Science**, v. 128, p. 311–322, 1997.
- MANUAL DE MANEJO DAS POEDEIRAS DEKALB WHITE. **Manual de Manejo das Poedeiras Dekalb White.** Planalto ed. [s.l.] Planalto, 2009.
- MARDEWI, N. K. et al. Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Meal Supplementation in Broiler Chicken Ration on Weight of Internal Organs, HDL and Triglyceride Levels. **Sustainable environment agricultural science**, v. 1, n. 2, p. 46–51, 2017.
- MARINHO, J. B. M. **Avaliação nutricional das folhas de *Moringa oleifera* para aves.** Dissertação—Mossoró - RN: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2016.
- MAROUNEK, M. et al. Availability of phytate phosphorus and endogenous phytase activity in the digestive tract of laying hens 20 and 47 weeks old. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 3–4, p. 353–359, 2008.
- MATEOS, G. G. et al. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 1, p. 156–174, 2012.
- MATTERSON, L. D.; P. L. M.; S. M. W.; S. E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v. 7, p. 3–11, 1965.
- MBAH, B. O.; EME, P. E.; PAUL, A. E. Effect of drying techniques on the proximate and other nutrient composition of *Moringa oleifera* leaves from two areas in Eastern Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, n. 11, p. 1044–1048, 2012.
- MBIKAY, M. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: A review. **Frontiers in Pharmacology**, v. 3 MAR, 2012a.
- MELO, S. S. N. S. **Valor nutritivo de fenos de moringa (*Moringa oleifera* lam) com diferentes idades de corte.** Tese—Macaíba-RN: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2012.
- MÉNDEZ, Y. et al. Bromatological characterization of *Moringa oleifera* foliage in different development stages Caracterización bromatológica del follaje de *Moringa oleifera* en diferentes estadios de desarrollo. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 52, n. 3, p. 337–346, 2018.
- MERTENS, D. R. et al. **Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study** *Article in Journal of AOAC International*. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/260983893>>.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1–4, p. 95–117, 2003.
- MOSELE, J. I.; MACIÀ, A.; MOTILVA, M. J. Metabolic and microbial modulation of the large intestine ecosystem by non-absorbed diet phenolic compounds: A review. **Molecules**, v. 20, n. 9, p. 17429–17468, 2015.

- MOYO, B. et al. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 60, p. 12925–12933, 2011.
- MOYO, B. et al. Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 441–447, 2012.
- MUELLER-HARVEY, I. Review Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 86, p. 2010–2037, 2006.
- MUKUMBO, F. E. et al. Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on finisher pig growth performance, meat quality, shelf life and fatty acid composition of pork. **South African Journal of Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 388–400, 2014.
- NAUMANN, H. D. et al. The role of condensed tannins in ruminant animal production: Advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 12, p. 929–949, 2017.
- NKUKWANA, T. T. et al. Intestinal morphology, digestive organ size and digesta pH of broiler chickens fed diets supplemented with or without *Moringa oleifera* leaf meal. **South African Journal of Animal Science**, v. 45, n. 4, p. 362–370, 2015.
- NOUMAN, W. et al. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: A review. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 38, n. 1, p. 1–14, 2014.
- OGBE, A. O.; AFFIKU, J. P. Proximate Study, Mineral and Anti-Nutrient Composition of *Moringa oleifera* Leaves Harvested From Lafia, Nigeria: Potential Benefits in Poultry Nutrition and Health. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 3, n. 1, p. 296–308, 2012.
- OLAGBEMIDE, P. T.; ALIKWE, P. C. N. Proximate Analysis and Chemical Composition of Raw and Defatted *Moringa oleifera* Kernel. **Advances in Life Science and Technology**, v. 24, p. 92–100, 2014.
- OLIVEIRA, D. S. et al. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa oleifera* Lam. **Holos**, v. 1, p. 49, 2012.
- OLIVEIRA, H. S. O. **Avaliação nutricional das folhas da Moringa oleifera para aves**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.
- OLUDOYI, I.; TOYE, A. The Effects of Early Feeding of *Moringa oleifera* Leaf Meal on Performance of Broiler and Pullet Chicks. **Agrosearch**, v. 12, n. 2, p. 160–172, 2013.
- OLUGBEMI, T.; MUTAYOBA, S.; LEKULE, F. *Moringa oleifera* leaf meal as a hypocholesterolemic agent in laying hen diets. **Livestock Research for Rural Development**, v. 22, n. 4, p. 1–7, 2010.
- PADILLA, C. et al. Effect of cut height on indicators of forage production of *Moringa oleifera* cv. Plain. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 48, n. 4, p. 405–409, 2014.
- PASSOS, R. M. et al. Qualidade PÓs-Colheita Da *Moringa (Moringa oleifera Lam)* Utilizada Na Forma in Natura E Seca. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, p. 113–120, 2012.
- PÉREZ, A. et al. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. **Pastos y Forrajes**, v. 33, n. 4, 2010.
- PÉREZ-VENDRELL, A. M. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v. 80, n. 3, p. 320–326, 2001.
- PINHEIRO, J. W. et al. Torta de girassol na alimentação de poedeiras semipesadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3959–3970, 2013.
- PLUMSTEAD, P. W. et al. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v. 86, n. 2, p. 225–231, 2007.
- QWELE, K. et al. Effect of dietary mixtures of moringa (*Moringa oleifera*) leaves, broiler finisher and crushed maize on anti-oxidative potential and physico-chemical characteristics of

- breast meat from broilers. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 3, p. 290–298, 16 jan. 2013.
- RADHA, C.; OGUNSINA, B. S.; HEBINA, B. K. T. Some quality and micro-structural characteristics of soup enriched with debittered *Moringa oleifera* seeds Flour. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 6, p. 145–149, 2015.
- RAJMAN, M. et al. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, v. 145, n. 3, p. 363–371, 2006.
- RAMOS, L. M. et al. Morfológia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de *Moringa oleifera* Lam.). **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 156–160, 2010.
- RANGEL, M. S. ***Moringa oleifera*: Um purificador natural de água e complemento alimentar para o nordeste do Brasil.** Disponível em: <<http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/a10moringa.htm>>. Acesso em: 21 maio. 2022.
- REBELLO, C. J.; O'NEIL, C. E.; GREENWAY, F. L. Dietary fiber and satiety: The effects of oats on satiety. **Nutrition Reviews**, v. 74, n. 2, p. 131–147, 2016.
- RIBEIRO, T. et al. Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. **Poultry Science**, v. 90, n. 6, p. 1245–1256, 2011.
- RICHTER, N.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v. 217, n. 1–4, p. 599–611, 2003.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos [composição dos alimentos e exigências nutricionais]**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2017.
- RUFINO, J. P. F. et al. Fibra alimentar em dietas para aves – Uma revisão. **Revista Científica de avicultura e suinocultura**, v. 3, n. 2, p. 33–42, 2017.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em nutrição de Monogástricos**. FUNEP ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016.
- SÁNCHEZ-MACHADO, D. I. et al. Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. **Food Analytical Methods**, v. 3, n. 3, p. 175–180, 2010.
- SEEDOR, J. G.; QUARTUCCIO, H. A.; THOMPSON, D. D.'. The Bisphosphonate Alendronate (MK.-217) Inhibits Bone Loss Due to Ovariectomy in Rats. **Journal of bone and mineral research**, v. 6, n. 4, p. 265–270, 1991.
- SHANMUGAM, G. Characteristics of Phytase Enzyme and its Role in Animal Nutrition. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 03, p. 1006–1013, 2018.
- SIGUEMOTO, É. S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*)**. Dissertação de Mestrado—São Paulo: Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Saúde Pública (FSP/CIR), 2013.
- SILVA JUNIOR, R. V. DA. **Uso da *Moringa oleifera* na alimentação de galinhas poedeiras**. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. DA. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 21–32, 1999.
- SILVA, N. D. S. et al. Fatores antinutricionais em plantas forrageiras. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 01–07, 2012.
- SILVA, R. C.; NASCIMENTO, G. R.; BENTO, C. DOS S. MORFOLOGIA E COLETA DE GENÓTIPOS DE MORINGA. **Revista IfesCiência**, v. 7, n. 3, p. 1–9, 2021.
- SINGH, R. S. G.; NEGI, P. S.; RADHA, C. Phenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of free and bound phenolic extracts of *Moringa oleifera* seed flour. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1883–1891, 2013.

- SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A. Influence of Supplemental Phytase on Performance of Broilers Four to Six Weeks of Age. **Poultry Science**, v. 78, p. 550–555, 1999.
- SOUSA, L. S. et al. Fiber source and xylanase on performance, egg quality, and gastrointestinal tract of laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, p. 1–10, 2019.
- SOUZA, C. G. DE et al. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **Pubvet**, v. 13, n. 5, p. 1–19, 2019.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**. Nova Odessa, 2012.
- STANGARLIN, J. R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, n. 1, p. 18–46, 2011.
- STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 255–262, 2010.
- STEVENS, C. et al. Proximate and anti-nutritional composition of leaves and seeds of *Moringa oleifera* in Nigeria: a comparative study. **Agro-Science Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension**, v. 14, n. 2, p. 9–17, 2015.
- SU, B.; CHEN, X. Current Status and Potential of *Moringa oleifera* Leaf as an Alternative Protein Source for Animal Feeds. **Frontiers in Veterinary Science**, 2020.
- SVIHUS, B. et al. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. **British Poultry Science**, v. 45, n. 1, p. 55–60, 2004.
- TANWAR, B.; MODGIL, R.; GOYAL, A. Antinutritional factors and hypocholesterolemic effect of wild apricot kernel (*Prunus armeniaca* L.) as affected by detoxification. **Food and Function**, v. 9, n. 4, p. 2121–2135, 2018.
- TEIXEIRA, E. M. B. et al. Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. **Food Chemistry**, v. 147, p. 51–54, 2014.
- TESFAYE, E. B. et al. Cassava root chips and *Moringa oleifera* leaf meal as alternative feed ingredients in the layer ration1. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 5, p. 298–306, 2013.
- TETEH, A. et al. Effects of *Moringa oleifera* Leaf on Laying Rate, Egg Quality and Blood Parameters. **International Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 7, p. 277–282, 2016.
- VALDEZ-SOLANA, M. A. et al. Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of *Moringa oleifera* grown in Mexico. **Journal of Chemistry**, v. 2015, 2015.
- VALDIVIÉ-NAVARRO, M. et al. Review of *Moringa oleifera* as forage meal (leaves plus stems) intended for the feeding of non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 260, n. 1, p. 114338, 2020.
- VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of Acid insoluble ash as a natural markers in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 2, p. 282–287, 1977.
- VAN SOEST, P. J. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. **Journal of Association of Official Agricultural Chemists**, v. 46, n. 5, p. 829–835, 1963.
- VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feed. IV. The Determination of Plant Cell Wall Constituents. **J. Assoc Off. Anal. Chem**, v. 50, p. 50–55, 1967.
- VANDERJAGT, D. J. et al. The trypsin inhibitor content of 61 wild edible plant foods of Niger. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 55, p. 335–346, 2000.
- VÁSQUEZ, J. V. A. **Utilização da folha de moringa (*Moringa oleifera*) na alimentação de frangos de crescimento lento**. Tese—ARAGUAÍNA - TO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL, 2021.

- VIEIRA, B. S. et al. Phytase and protease supplementation for laying hens in peak egg production. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 4285–4294, 2016.
- VITTI, D. M. S. S. et al. **The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons**. *Animal Feed Science and Technology*. **Anais...** 2005.
- VOEMESSE, K. et al. Effects of *Moringa oleifera* leave meal in the diet on layer performance, haematological and serum biochemical values. **European Poultry Science**, v. 83, 2019.
- WALTERS, H. G. et al. Effects of Increasing Phytase Inclusion Levels on Broiler Performance, Nutrient Digestibility, and Bone Mineralization in Low-Phosphorus Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 28, n. 4, p. 1210–1225, 2019.
- YANG, C. et al. Phytogetic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: Potentials and challenges in application. **Pathogens**, v. 4, n. 1, p. 137–156, 2015.
- ZANU, H. K.; PETER, A. 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, n. 1, p. 70–75, 2012.
- ZHANG, G. Q. et al. Purification, characterization, and cloning of a novel phytase with low pH optimum and strong proteolysis resistance from *Aspergillus ficuum* NTG-23. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 11, p. 4125–4131, 2010.
- ZHANG, G. Q. et al. A phytase characterized by relatively high pH tolerance and thermostability from the shiitake mushroom *Lentinus edodes*. **BioMed Research International**, v. 2013, 2013.