

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

**DIGESTIBILIDADE NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO RESÍDUO DE  
GOIABA E DO FENO DE *MORINGA OLEÍFERA* PARA SUÍNOS EM  
CRESCIMENTO**

**KALINE ALESSANDRA LIMA DE SÁ**

Zootecnista

**RECIFE - PE**  
**JANEIRO – 2018**

**KALINE ALESSANDRA LIMA DE SÁ**

**DIGESTIBILIDADE NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO  
RESÍDUO DE GOIABA E DO FENO DE *MORINGA OLEÍFERA*  
PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

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

Área de concentração: Nutrição Animal

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior – Orientador

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso – Co-Orientadora

RECIFE - PE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S111d Sá, Kaline Alessandra Lima de.  
Digestibilidade nutricional e energética do resíduo de goiaba e do feno de Moringa oleífera para suínos em crescimento / Kaline Alessandra Lima de Sá. – Recife, 2018.  
55 f.; il.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Júnior.  
Coorientadora: Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2018.  
Inclui referências.

1. Alimento alternativo 2. Energia digestível 3. Nutrição animal 4. Suinocultura  
I. Dutra Júnior, Wilson Moreira, orient. II. Manso, Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro, coorient. III. Título

CDD 664

**KALINE ALESSANDRA LIMA DE SÁ**

**DIGESTIBILIDADE NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO  
RESÍDUO DE GOIABA E FENO DE *MORINGA OLEÍFERA* EM  
SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação defendida e aprovada pela comissão examinadora em 31 de janeiro de 2018.

Orientador:

---

**Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior**  
Departamento de Zootecnia  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

---

**Prof. Dr. Elton Roger Alves de Oliveira**  
Departamento de Zootecnia  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke**  
Departamento de Zootecnia  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE – PE

JANEIRO – 2018

## DADOS CURRICULARES DA AUTORA

KALINE ALESSANDRA LIMA DE SÁ - Filha de Edineide Maria Santana de Lima e Marcos Aurélio Pereira de Sá, nasceu em 13 de março de 1992, em Recife - Pernambuco. Em março de 2009, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, concluído em julho de 2015. No ano de 2010 tornou-se aluna bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FACEPE), com o subprojeto de pesquisa intitulado "Decomposição de serrapilheira em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. e *Pennisetum purpureum* Schum. manejadas sob diferentes intensidades de manejo", sob a orientação do Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> José Carlos Batista Dubeux Júnior. Migrou para o Programa de Educação Tutorial do Curso de Zootecnia (PET/MEC/SESu) de Outubro de 2010 a Maio de 2013, sob a tutoria do Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Fernando de Figueiredo Porto Neto, onde realizava atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão. Em 2014 voltou a ser bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FACEPE), com o subprojeto de pesquisa intitulado "Etnozootecnia da Raça Morada Nova: Impacto dos Predadores Naturais na Conservação da Raça", sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Norma Ribeiro. Em Agosto de 2015, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição Animal, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, concluindo o curso em Março de 2018.

Aos meus pais, **Edineide Maria Santana de Lima e Marcos Aurélio Pereira de Sá**,  
por todo amor e pelo suporte na busca de meus objetivos.  
Ao meu parceiro, **Fernando Henrique Petroni**, pelo amor, paciência e cumplicidade.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Edineide Maria Santana de Lima e Marcos Aurélio Pereira de Sá, por todo amor, paciência, dedicação e suporte de sempre.

Ao meu namorado e parceiro de vida, Fernando Henrique Petroni, pelo amor, motivação e companheirismo.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nome de todos os funcionários que permitiram a realização do presente trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal (INCT-CA) pelo apoio as atividades laboratoriais.

Ao professor Wilson Moreira Dutra Júnior, pelo apoio, dedicação, pelos conselhos e confiança.

A co-orientadora, Prof.<sup>a</sup> Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso por toda ajuda.

Aos professores da UFRPE, pelos ensinamentos, dedicação e cooperação, em especial a Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, Tayara Soares de Lima e Carlos Bôa-Viagem Rabello.

Aos colegas da graduação em Zootecnia da UFRPE: Ana Flávia Calsavara, Gustavo Albuquerque, Guilherme Carone, Letícia Aline, Nathaly Nunes, Rennan Tavares e Thays Lira; aos alunos de graduação em Medicina Veterinária do Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU: Alzira Ribeiro, Everton, Matheus e Yure; e aos estagiários de graduação do setor de suinocultura da UFRPE: Andréa, Felipe, Karol Santos, Luiz Henrique, Marconi Italo, Margot, Mariane Freitas, Matheus Rocha, Matheus Santana e Túlio. Obrigada pela troca de saberes e apoio.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação: Juliana Ferreira, Carol Cerqueira, Michelle Siqueira, Ana Carolina Ferreira, Lidiane Custódio, Bruno Araújo, Elaine, Luiz Wilker, Jussiede, Juliane Garlet, Camilla Gomes, Juliana Vicente, Alexandre, Nataly Barbosa, Yanne Carvalho, Sandra Paula.

À amiga de profissão, Liliane Palhares, como um anjo me guiou desde o final da graduação até então com seus ensinamentos, esclarecimentos e tranquilidade ímpar. Uma profissional sábia e competente. Muito obrigada.

À referência em pesquisa com animais não-ruminantes, Cláudia Lopes, representando a Universidade Federal de Sergipe, por todos os ensinamentos, paciência, hospitalidade e pela parceria das análises laboratoriais.

Aos meus amigos da graduação para a vida, Tomás Guilherme e Christina Moraes, por todo suporte acadêmico, técnico e psicológico. Muito obrigada pela amizade de vocês.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.



"É que tem mais chã nos meus olhos do que cansaço nas minhas pernas. Mais esperança nos meus passos do que tristeza nos meus ombros. Mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça".

**Cora Coralina**

## SUMÁRIO

| <b>Página</b>   |           |
|---|-----------|
| <b>Lista de Tabelas.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Introdução Geral.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>Capítulo 1 - Referencial Teórico.....</b>  | <b>12</b> |
| 1. Fatores que influenciam a digestibilidade dos nutrientes.....  | 13        |
| 2. Fibra na alimentação de suínos .....   | 14        |
| 3. Origem, composição nutricional e uso do resíduo de goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) e da moringa ( <i>Moringa oleífera</i> Lam.) na alimentação de suínos .....                   | 21        |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 26        |
| <b>Capítulo 2 - Caracterização nutricional e energética do resíduo de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.) e do feno de <i>Moringa oleífera</i> Lam. para suínos em crescimento .....</b> | <b>33</b> |
| RESUMO.....   | 34        |
| ABSTRACT.....   | 35        |
| INTRODUÇÃO .....  | 36        |
| MATERIAL E MÉTODOS .....  | 37        |
| RESULTADOS.....   | 41        |
| DISCUSSÃO .....   | 43        |
| CONCLUSÕES .....  | 48        |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 48        |
| TABELAS .....   | 51        |

## LISTA DE TABELAS

|   | Página |
|---|--------|
| <b>Capítulo 1 - Referencial Teórico</b> .....   | 12     |
| Tabela 1 – Valores de composição química do resíduo da goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) em base da matéria seca.....   | 22     |
| Tabela 2 – Valores de digestibilidade aparente do resíduo da goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) em base da matéria seca.....   | 22     |
| Tabela 3 – Valores de composição química de folhas de moringa ( <i>Moringa oleífera</i> Lam.) em base da matéria seca.....  | 24     |
| Tabela 4 – Valores de composição aminoacídica de folhas de moringa ( <i>Moringa oleífera</i> Lam.) em base da matéria seca. ....  | 25     |
| <b>Capítulo 2 - Caracterização nutricional e enérgica do resíduo de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.) e do feno de <i>Moringa oleífera</i> Lam. para suínos em crescimento</b> .....   | 33     |
| Tabela 1. Composição centesimal da dieta controle em base na matéria natural .....  | 51     |
| Tabela 2. Composição bromatológica das dietas experimentais com base na matéria seca ...  | 52     |
| Tabela 3. Composição bromatológica do Resíduo de Goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) e da <i>Moringa oleífera</i> Lam., com base na matéria seca .....  | 52     |
| Tabela 4. Composição aminoacídica do Resíduo de Goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) e <i>Moringa oleífera</i> Lam, em base da Matéria Natural (MN).....   | 53     |
| Tabela 5. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e valores médios da energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (EMA), e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do Resíduo de Goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) e da <i>Moringa oleífera</i> Lam., com base na matéria seca..... | 54     |
| Tabela 6. Balanço de Nitrogênio de suínos alimentados com resíduo de goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) e <i>Moringa oleífera</i> Lam. ....  | 55     |

## INTRODUÇÃO GERAL

No quadro mundial de produção de proteína animal, destaca-se a carne suína como a de maior produção dentre as demais carnes. Apesar do mercado consumidor interno brasileiro não absorver a produção de carne suína de forma satisfatória, as exportações vêm mantendo o crescimento do setor. Em 2016, o Brasil passou a exportar carne suína para a China, fato que colaborou com a sustentação do setor suinícola mesmo com o recorde do valor de custo da saca de milho no mesmo período.

Visando amenizar o custo de produção, com aproximadamente 70% referente à alimentação animal, produtores e pesquisadores veem buscando alimentos que possam substituir de forma total ou parcial a inclusão de ingredientes como o milho e farelo de soja nas rações. A redução da dependência destes insumos pode diminuir as oscilações de mercado de carne suína, como as ocorridas em 2016.

Objetivando a redução de custos passou-se a utilizar alimentos encontrados nas regiões circunvizinhas as produções animais, de maneira que os alimentos fibrosos passaram a ser mais frequentes em rações para monogástricos. Dentre os ingredientes alternativos destaca-se: a *Moringa oleifera* como fonte de proteína por ser uma planta perene e com significativa adaptação a regiões semiáridas; e o resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) como fonte energética de alta concentração de ácidos graxos e açúcares.

Proveniente da região nordeste da Índia, a *Moringa oleifera* é objeto de estudo nos mais variados países como fonte de proteína tanto para humanos como para animais. Isto se deve, principalmente, a sua adaptação ao clima tropical e sua composição. As folhas da moringa são ricas em aminoácidos, beta caroteno, vitamina C e ferro. Usualmente, estas são empregadas na alimentação animal na forma de feno ou na forma de silagem, moídas e misturadas à ração.

O resíduo de goiaba é um subproduto da agroindústria do doce e de sucos, podendo ser utilizado como ingrediente em rações de animais em função do baixo custo de aquisição, não competindo com a alimentação humana, devido ao alto teor de fibra e a sua composição nutricional. Soma-se a isso a redução da poluição causada pelo descarte deste resíduo.

Embora o uso dos alimentos alternativos em rações de suínos se mostre vantajoso, estes podem apresentar variações nutricionais significativas de acordo com a forma de processamento, conservação ou até mesmo época do ano, o que pode acarretar em diferentes valores de digestibilidade para suínos. Sendo assim, fazem-se necessárias pesquisas acerca da avaliação do valor nutricional destes alimentos, assim como de suas respectivas digestibilidades para suínos.

## **CAPÍTULO 1**

---

Referencial Teórico

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. Fatores que influenciam a digestibilidade dos nutrientes

Ao se determinar a concentração de nutrientes em um dado alimento, através de análises químicas, os valores de digestibilidade destes nutrientes de acordo com a espécie animal não serão conhecidos (LIRA, 2008), evidenciando a necessidade de ensaios de metabolismos para obtenção de dados de digestibilidade concisos.

Uma vez que a digestibilidade do nutriente se refere à diferença entre a quantidade de nutriente ingerida e a que é excretada pelo animal (ROSTAGNO et al., 2007), o coeficiente obtido através desta diferença pode variar a partir de diversos fatores ligados a relação animal/alimento (LIRA, 2008; BRYDEN; LI, 2010).

Quanto aos fatores ligados ao animal ressaltam-se aspectos tais como a espécie, raça, linhagem, estado fisiológico, população microbiana intestinal, enzimas endógenas e taxa de passagem do alimento (ALBINO, 1991; URRIOLOA; STEIN, 2012; VIGORS et al., 2016).

A digestibilidade dos nutrientes presentes no alimento depende, ainda, de características como a qualidade nutricional, da relação entre os nutrientes presentes no alimento, da quantidade de compostos digestíveis e do tipo de processamento e de armazenamento (LIRA, 2008). Além disso, o nível de inclusão do alimento na dieta também afeta a digestibilidade deste, com base no balanço entre os nutrientes presentes na dieta como um todo (LIRA, 2008; BRYDEN; LI, 2010).

Ainda sobre o balanço entre nutrientes, a composição fibrosa no alimento ou na dieta, também interfere sobre a digestibilidade dos nutrientes (CASTRO JÚNIOR et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2007). NEPOMUCENO et al. (2016) trabalhando com leitões recém desmamados alimentados com dietas contendo níveis de fibra em detergente neutro (FDN) de 8,5% a 16,5%, constataram redução do tempo de trânsito da digesta para níveis abaixo de 10% e acima de 13,5% de FDN; melhora da estrutura histológica da mucosa do intestino delgado com consequente redução do quadro de diarreia à 12,2% de FDN; e melhor desempenho animal aos alimentados com 10,4% de FDN.

O alimento pode conter fatores antinutricionais, afetando a digestibilidade dos nutrientes (SILVA, 2003; PEREIRA, 2014; TEXEIRA et al., 2014, LIMA, 2016). A

concentração desses compostos antinutricionais varia de acordo com o tipo de alimento, processamento, e estado vegetativo, no caso de material vegetal (TEXEIRA et al., 2014).

O ácido oxálico, fitatos, polifenóis (principalmente taninos), inibidores de tripsina, nitrato, nitrito e glicosídeos cianogênicos estão entre os fatores antinutricionais mais citados na literatura (MARIA et al., 2011; MARTENS et al., 2014; TEXEIRA et al., 2014). Alguns alimentos, ao exemplo das folhas de *Moringa oleífera* Lam., possuem baixa concentração destes compostos antinutricionais permitindo o uso na alimentação animal. Uma vez que estes compostos são conhecidos, há estratégias nutricionais que permitem reduzir seus efeitos tendo como exemplo, a ensilagem e a adição de complexos enzimáticos (RODRIGUES et al., 2002; LIRA, 2008; MARTENS et al., 2014).

Estudiosos veem desenvolvendo pesquisas animais a fim de diminuir a probabilidade ao erro de metodologias para quantificação de digestibilidade dos nutrientes alimentícios (PAIVA-MARTINS, 2014; OLIVEIRA JÚNIOR, 2015; VIGORS et al., 2016; NEPOMUCENO et al., 2016; BENÍTEZ et al., 2017). Porém, as variações dentre as metodologias usuais geram diferenças (superestimando ou subestimando os valores) entre os resultados de digestibilidade obtidos sobre um mesmo alimento (ROSTAGNO et al., 2007).

## 2. Fibra na alimentação de suínos

A fibra alimentar, quando utilizada na nutrição animal, é quimicamente definida como um conjunto de compostos, destacando os fenólicos e os polissacarídeos não amiláceos (PNA) (SAKOMURA et al., 2014).

A importância da fibra dietética na nutrição de animais não ruminantes é dada por sua relação com a digestibilidade dos nutrientes, produção de ácidos graxos voláteis, valor energético, proliferação celular do epitélio intestinal, excreção de muco intestinal influenciando na taxa de passagem da dieta pelo trato gastrointestinal (CASTRO JÚNIOR et al., 2005; GOMES et al., 2006; BRITO et al., 2008; GOULART et al., 2016; NEPOMUCENO et al., 2016).



A fibra dietética é classificada quanto a sua solubilidade em água e consequente efeito fisiológico em fibra solúvel e fibra insolúvel (SAKOMURA et al., 2014; GOULART et al., 2016). A celulose, hemicelulose insolúvel e a lignina compõem a fibra insolúvel (GOULART et al., 2016). Enquanto a fibra solúvel refere-se às pectinas, gomas, mucilagens, algumas hemiceluloses e polissacarídeos não amiláceos (PNA) (CASTRO JÚNIOR et al., 2005; BRITO et al., 2008; GOULART et al., 2016).

A fibra solúvel possui alta capacidade de absorção de água, formando gel no trato intestinal (CASTRO JÚNIOR et al., 2005; BRITO et al., 2008). A gelatinização aumenta a viscosidade da digesta, fazendo com que o bolo alimentar passe mais tempo no trato gastrointestinal, diminuindo o contato entre as enzimas digestivas e o substrato, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes, favorecendo a proliferação de bactérias patogênicas e reduzindo o consumo voluntário de ração (SAKOMURA et al., 2014).

A redução de consumo é causada pelo decréscimo da taxa de passagem de dietas contendo fibra solúvel, podendo ser usada como estratégia alimentar para suínos em crescimento e terminação, uma vez que não influencia negativamente o desempenho e as características de carcaça (GOMES et al., 2007).

Quanto às fibras insolúveis, estas diminuem o tempo de retenção da digesta e a absorção de nutrientes, aumentando a retenção de água (BRITO et al., 2008; SAKOMURA et al., 2014). A fração fibrosa insolúvel é digerida apenas no intestino grosso através de sua fermentação total ou parcial, sendo utilizada como fonte energética para os microrganismos do colón e, portanto, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta (POTKINS; LAWRENCE; THOMLINSON, 1991).

Independente da fração fibrosa, a ingestão de alimentos fibrosos interfere no aumento do tamanho dos órgãos do trato digestivo (NEPOMUCENO et al., 2016). Estes autores citam que os PNA, ainda inibem a produção de polipeptídeo inibitório gástrico, elevando a secreção de gastrina (estimulada pela distensão estomacal) e posterior estímulo à produção de secreções gástricas. Estas chegam ao duodeno estimulando a liberação de secretina, que por sua vez, impulsiona a secreção de suco pancreático. De acordo com Sakomura et al. (2014), a inibição da produção de polipeptídeo inibitório gástrico pode estar associada ao decréscimo dos níveis de glicose plasmática.

No que se refere aos métodos utilizados para a determinação dos compostos fibrosos, a determinação da fibra bruta (FB) compreende o uso de ácidos e bases fortes

solubilizando parte da hemicelulose e da lignina (SILVA et al., 2009; SAKOMURA et al., 2014). Porém esse método não permite a quantificação da celulose e das frações de hemicelulose e lignina, subestimando os valores de fibra bruta e superestimando o valor referente aos extrativos não nitrogenados em função da solubilização da lignina (SAKOMURA et al., 2014).

Eliminando a solubilização da lignina por solução básica, foi criado o método de determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fazendo uso de solução tampão (VAN SOEST, 1965). Assim, a FDN compreende as frações insolúveis de hemicelulose, celulose e lignina.

Englyst (1989) propôs o método de mensuração dos constituintes químicos fibra via cromatografia líquida-gasosa, permitindo um conhecimento mais detalhado da composição da fibra. Enquanto o método de determinação da fibra em detergente ácido (FDA) (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991) utiliza um ácido forte, como exemplo, o ácido sulfúrico, para a solubilização dos compostos, quantificando-se celulose e lignina. Os métodos tendem a ser aperfeiçoados, assim, será possível a compressão detalhada da composição e das propriedades físico-químicas das fibras (CASTRO JÚNIOR et al., 2005), permitindo formulação de dietas mais nutricionalmente eficientes.

Devido a competição no consumo de grãos, como o milho e a soja, entre a produção animal e o mercado alimentício para população humana, o custo destes alimentos vem se tornando cada vez mais oneroso. Estudos mostram a adoção de alimentos alternativos como uma estratégia alimentar viável na produção de animais monogástricos (LIRA, 2009; SILVA et al., 2009; MARTENS et al., 2014; NASCIMENTO, 2014; LIMA, 2016; SILVA JUNIOR, 2017), permitindo a redução dos custos de produção.

A maioria dos alimentos alternativos à alimentação animal é caracterizada como alimentos fibrosos, fato que justifica o baixo custo de aquisição destes alimentos. Contudo a digestão da fibra pelos suínos varia quanto ao tipo de fibra, taxa de passagem e tamanho de partícula do alimento, sítio de digestão, ácidos graxos voláteis produzidos, digestibilidade e absorção dos nutrientes, categoria e tipo de animal, e temperatura ambiente (CASTRO JÚNIOR et al., 2005).

## 2.1. Influência do tipo de fibra sobre sua digestão

Dung; Manh; Udén (2002) constataram que o alto teor de lignina presente no farelo de arroz integral influenciou negativamente o coeficiente de digestibilidade aparente e reduziu o tempo de retenção da digesta em suínos em crescimento.

Bauer et al. (2010) trabalhando com suínos em terminação, observaram, via técnica de produção de gases acumulativa e digestibilidade *in vitro*, que a adição de pectina de polpa de beterraba açucareira levou à diminuição da produção de ácido butírico para baixos teores de fermentação e aumento da produção de ácido acético para maiores teores de fermentação microbiana. A polpa de beterraba é considerada um alimento digestível, devido sua composição com alto teor de substâncias pécicas e baixo teor de lignina (CASTRO JÚNIOR et al., 2005).

Castro Júnior et al. (2005), ainda, destacam que as substâncias pécicas estão entre os polissacarídeos da parede celular e são caracterizadas pela capacidade de retenção de água. Quando presente no trato gastrointestinal, a pectina aumenta a secreção de fluídos endógenos (DUNG; MANH; UDÉN, 2002). Enquanto a hemicelulose é considerada mais digestível que a celulose para suínos (STANOGLIAS e PEARCE, 1985), devido a susceptibilidade de suas ligações químicas ao meio ácido estomacal, ocorrendo a quebra das ligações e consequente digestão (TEIXEIRA, 1995).

## 2.2. Taxa de passagem e tamanho de partícula do alimento

Além da taxa de passagem, Stanogias; Pearce (1985) relacionam o tamanho da partícula e a quantidade ingerida de alimento como fatores que interferem na digestibilidade da fibra para suínos. A taxa de esvaziamento gástrico e a taxa de passagem da digesta no intestino delgado é significativamente reduzida quando há substituição da cevada integral (alimento rico em fibra insolúvel) por pectina e goma guar (POTKINS; LAWRENCE; THOMLINSON, 1991), devido à maior capacidade de retenção de água e consequente gelatinização destes alimentos. A goma guar é um polissacarídeo constituído por galactose e manose, obtido a partir de sementes de vegetais, como *Cymopsis tetraganloba*, fonte de fibra natural pura. Esse polissacarídeo

pode melhorar o controle glicêmico através de uma redução na taxa de digestão de amido, diminuindo assim a absorção de glicose no intestino delgado (FIGUEIREDO et al., 2006).

Ngoc et al. (2011) observaram aumento da digestibilidade dos nutrientes da dieta e do ganho de peso médio diário de suínos pós-desmame, sendo proporcional a redução do tamanho de partícula da ração (1 e 3 mm), sugerindo influência do tamanho de partícula do alimento sobre aspectos de desempenho de suínos.

### 2.3. Sítio de digestão do alimento

A digestão da fibra ocorre, em sua maioria, na região do ceco no intestino grosso de animais não-ruminantes (VERVAEKE et al., 1989; POTKINS; LAWRENCE; THOMLINSON, 1991), embora DIERIK et al. (1989) mostrem uma pequena digestão da fibra anteriormente ao ceco em suínos canulados quando alimentados com polpa de citrus, polpa de beterraba e leguminosas de baixo teor fibroso.

Castro Júnior et al. (2005) citam que a população microbiana presente no ceco e colón de suínos é responsável pela degradação da parede celular dos polissacarídeos, utilizando-os como principal fonte de carbono. Essa degradação da parede celular seguida da fermentação, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente acetato, propionato e butirato, e gases (STANOGLIAS; PEARCE, 1985; GOULART et al., 2016). A inclusão de fibra na dieta além de aumentar a produção de ácidos graxos de cadeia curta também aumenta a quantidade de bactérias no intestino grosso (WANG et al., 2004).

### 2.4. Ácidos graxos voláteis produzidos

O aumento do consumo de FDN resulta do aumento da produção de ácidos graxos voláteis, elevando a disponibilidade de substrato fermentativo aos microrganismos (CASTRO JÚNIOR et al., 2005). Os ácidos graxos mantêm o meio intestinal ácido (regulação do pH), inibindo a proliferação de bactérias patogênicas e

formação de substâncias de degradação tóxica (PEREIRA, 2007; GOULART et al., 2016). A concentração de ácidos graxos voláteis nos sítios de fermentação é influenciada pelo tempo pós-ingestão. Stanogias; Pearce (1985) observaram o pico de concentração dos ácidos graxos após 2 a 4 horas da ingestão da dieta, e, ainda, o alto teor de absorção destes ácidos pela mucosa intestinal.

## 2.5. Digestibilidade e absorção dos nutrientes

O uso de fibra na dieta de suínos reduz significativamente a digestibilidade dos nutrientes da dieta, como a energia, proteína, aminoácidos, lipídeos e minerais (STANOGLIAS; PEARCE, 1985), enquanto estimula a produção de proteína bacteriana (CASTRO JÚNIOR et al., 2005). Wang et al. (2006) trabalhando com suínos em crescimento constataram que dietas contendo fibra dietética solúvel, presente em alimentos como a polpa de beterraba açucareira, possuem a digestibilidade ileal da histidina reduzida. Assim como, a digestibilidade ileal de aminoácidos essenciais (lisina, triptofano e histidina) são reduzidos através da inclusão de fibra insolúvel à dieta (WANG et al., 2006).

## 2.6. Categoria e tipo de animal

Gomes et al. (2007) sugerem que suínos em fase de crescimento possuam menor capacidade de digestão e absorção da fibra dietética que suínos na fase de terminação, devido à limitação do trato digestivo de animais jovens processar material fibroso. Potkins; Lawrence; Thomlinson (1991) estudaram o efeito de polissacarídeos estruturais e não estruturais na dieta de suínos em crescimento sobre a taxa de esvaziamento gástrico e taxa de passagem da digesta para o íleo terminal através do trato gastrointestinal total, e observaram a redução de matéria seca (MS) da digesta no estômago para animais alimentados com goma de guar e pectina, reduzindo a MS da

digesta no intestino delgado quando comparados aos animais que consumiram dieta apenas a base de cevada integral.

Leitões recém-desmamados alimentados com níveis crescentes de extrato vegetal (700, 1.400 e 2.100 ppm) apresentaram aumento na digestibilidade da MS em relação aos animais alimentados com a dieta controle e dieta com adição de antimicrobiano (OETTING et al., 2006).

A adição de 12 % de palha de trigo na dieta de fêmeas suínas gestantes reduziu a digestibilidade aparente da energia e do nitrogênio, por outro lado, quando há a adição de 16% de polpa de beterraba na dieta a digestibilidade passou a ser intermediária (RENTERIA FLORES, 2003). Compreende-se que o grau de digestibilidade dos nutrientes pelas matrizes suínas varia de acordo com o tipo de fibra utilizada (RENTERIA FLORES, 2003; RENTERIA FLORES et al., 2015).

Quanto ao tipo animal, Lima (2016) aponta o aumento de deposição de carne magra e a adequada deposição de gordura corporal como benefícios da inclusão de fibra na dieta de suínos. Pond et al. (1988) evidenciam o melhor aproveitamento da fibra por suínos tipo magro e contemporâneo, ao constatar maior espessura de toucinho e valores inferiores de *longissimus dorsi*, coração, estômago e cólon para os animais tipo obeso.

## 2.7. Temperatura ambiente

O alto teor de fibra nas dietas pode resultar em incremento calórico para suínos em função da temperatura, acarretando em maior aproveitamento deste calor em ambiente frio, resultando numa redução da oxidação dos demais nutrientes e tecidos para produção de calor (CASTRO JÚNIOR et al., 2005). Esta teoria é corroborada por Jørgensen; Zhao; Eggum (1996) ao estudarem os efeitos de fibra dietética e da temperatura sobre parâmetros digestivos em suínos machos castrados, constatando o aumento da produção de calor em temperatura baixa (13 °C) proporcional ao incremento de fibra na dieta.

3. Origem, composição nutricional e uso do resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) e da moringa (*Moringa oleífera* Lam.) na alimentação de suínos.

- RESÍDUO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)

A Goiabeira (*Psidium guajava* L.) – família Myrtaceae – é originária da América Latina, possivelmente entre o México e o Peru, onde ainda pode ser encontrada em estado silvestre (OLIVEIRA, 2015). Possui alta capacidade adaptativa, facilitando sua propagação em regiões tropicais e subtropicais (ROESLER et al., 2007).

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, com produção anual superior a 43 milhões de toneladas, representando 5% da produção mundial (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011). As regiões nordeste e sudeste são responsáveis por maior parte da produção de frutas no Brasil, destacando a cidade de Petrolina/PE responsável pela movimentação de R\$ 639,1 milhões a partir da produção de uva, manga e goiaba durante o ano de 2016 (IBGE, 2017).

A alta produtividade, alto rendimento dos frutos e alto teor de sólidos são características intrínsecas a goiabeira (RAMOS et al., 2010). E apesar de haver alto consumo da fruta *in natura*, o público consumidor prefere o fruto na forma de industrializados como suco, goiabada e geleia (CORREIA et al., 2004; MANTOVANI et al., 2004). No processamento da goiaba, para extração da polpa, obtém-se um subproduto composto de sementes e polpa residual proporcional a 4 a 12% da massa total do fruto (OLIVEIRA, 2016). Este resíduo é considerado um alimento alternativo com potencial uso na alimentação animal (OLIVEIRA, 2016) com base na sua composição nutricional.

Nas Tabelas 1 e 2, observa-se a variação da composição nutricional e respectiva digestibilidade do farelo de resíduo de goiaba existente na literatura. Contudo, esta variação pode estar relacionada as diferentes formas de processamento e das substâncias utilizadas na matéria prima para extração da polpa (LIRA, 2008).

Analisando a Tabela 1, notam-se altos teores de extrato etéreo, exceto para Oliveira (2015), variando de 11,71 a 12,89 %, sendo uma boa fonte de ácido palmítico, ácido oleico e ácido aracdônico (SANCHO et al., 2015). Porém, são observados valores

elevados de FB, FDN e FDA, que influenciam negativamente a digestibilidade aparente da MS, como é verificado nos valores encontrados a Tabela 2.

**Tabela 1** – Valores de composição química do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) em base da matéria seca.

| Autor(es)           | Nutrientes (%) <sup>1</sup> |       |       |       |       |       |      | EB<br>(kcal/kg) |
|---------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------------|
|                     | MS                          | PB    | FB    | FDN   | FDA   | EE    | MM   |                 |
| Sales et al. (2004) | -                           | -     | 43,44 | 48,81 | 63,39 | -     | -    | -               |
| Guimarães (2007)    | 90,81                       | 9,48  | 60,08 | 78,96 | 63,61 | 12,89 | 2,38 | 5113            |
| Lira (2008)         | 50,38                       | 9,61  | 57,42 | 78,96 | 63,61 | 10,83 | 2,38 | 5257            |
| Silva et al. (2009) | 90,81                       | 10,09 | 55,62 | 64,06 | 57,38 | 11,71 | 1,25 | 4290            |
| Oliveira (2015)     | 94,14                       | 3,95  | -     | 76,18 | 45,32 | 1,63  | 1,00 | -               |

<sup>1</sup>MS = Matéria Seca; PB = Proteína Bruta; FB = Fibra Bruta; FDN = Fibra Detergente Neutro; FDA = Fibra Detergente Ácido; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral; EB = Energia Bruta.

**Tabela 2** – Valores de digestibilidade aparente do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) em base da matéria seca.

| Autor(es)           | Categoria/<br>Animal | Digestibilidade (%) <sup>1</sup> |       |       |       | EMA<br>(kcal/kg) | EMAn<br>(kcal/kg) |
|---------------------|----------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|------------------|-------------------|
|                     |                      | DAMS                             | DAPB  | DAEE  | DAEB  |                  |                   |
| Sales et al. (2004) | Tilápia do<br>nilo   | 48,46                            | 58,06 | 68,70 | 66,78 | -                | -                 |
| Guimarães (2007)    | Poedeiras            | 22,67                            | -     | -     | 40,82 | 1882             | 1900              |
| Silva et al. (2009) | Frango de<br>corte   | 36,58                            | -     | -     | 27,98 | 1512             | 1436              |

<sup>1</sup>DAMS = Digestibilidade aparente da matéria seca; DAPB = Digestibilidade aparente da proteína bruta; DAEE = Digestibilidade aparente do extrato etéreo; DAEB = Digestibilidade aparente da energia bruta; EMA = Energia metabolizável aparente; EMAn = Energia metabolizável aparente corrigida.



Percebe-se altos valores de digestibilidade aparente da EB, podendo ser explicado pela alta concentração de hemicelulose (6,67%), extrativos não nitrogenados (12,74) e carboidrato não estrutural (4,30%) observados por Silva et al., (2009). Apesar destes resultados, não foram observadas pesquisas voltadas a investigação do uso do resíduo de goiaba na alimentação de suínos, evidenciando a necessidade de maiores estudos sobre o assunto com base no potencial nutricional do alimento para suínos.

- MORINGA (*Moringa oleifera* Lam.)

A *Moringa oleifera* Lamarck é uma planta arbustiva, perene e nativa do norte da Índia, Paquistão e Nepal, pertencente à família Moringaceae (MOYO et al., 2011; LIMA, 2016). Adapta-se a condições adversas de clima e solo, sendo facilmente introduzida no Brasil (ANWAR et al., 2007), mantendo elevado rendimento de biomassa com corte aos 45 dias (PÉREZ et al., 2010).

Regiões no mundo onde a desnutrição da população é uma problemática eminente, tem despertado alto interesse no estudo da moringa como alimento alternativo (GÓMEZ; ÂNGULO, 2014). Esse interesse corresponde ao alto valor nutricional e digestibilidade (75,3% para digestibilidade in vitro) das folhas da moringa (LY, 2004).

As folhas de moringa contêm altos níveis de lipídeos, minerais (principalmente o ferro), e carotenoides como o betacaroteno e a luteína (TEIXEIRA et al., 2014). Entretanto, a moringa possui alguns compostos antinutricionais em baixas concentrações, como fitatos, oxalatos e inibidores de proteases (SILVA, 2013).

De acordo com Pérez et al. (2010) e Moyo et al. (2011) 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. Teoria corroborada pelos valores nutricionais e de aminoácidos presentes nas folhas de moringa, nas Tabelas 3 e 4, evidenciando-se a variação entre os dados encontrados na literatura.

Os aminoácidos que compõem as folhas da moringa (Tabela 4) são caracterizados como essenciais, sendo estes: treonina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleucina, leucina, histidina, lisina e triptofano (MOYO et al., 2011).

**Tabela 3** – Valores de composição química de folhas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em base da matéria seca.

| Autor(es)                | Nutrientes (%) <sup>1</sup> |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                          | MS                          | PB    | FB    | FDN   | FDA   | EE    | MM    |
| Pérez et al. (2010)      | 89,66                       | 24,99 | 23,60 | -     | -     | 4,62  | 10,42 |
| Olugbemi et al. (2010b)  | 93,70                       | 27,44 | 6,30  | -     | -     | 9,13  | 11,42 |
| Olugbemi et al. (2010a)  | 94,60                       | 28,00 | 7,10  | -     | -     | 5,90  | 12,20 |
| Moyo et al. (2011)       | -                           | 30,29 | -     | 8,49  | 11,40 | 6,50  | 7,69  |
| Melesse et al. (2011)    | -                           | 28,90 | 8,51  | 16,70 | 12,10 | 6,73  | 13,20 |
| Ayssidwede et al. (2011) | 92,20                       | 28,50 | 11,70 | 15,10 | -     | 9,80  | 13,60 |
| Yaméogo et al. (2011)    | -                           | 27,20 | -     | -     | -     | 17,10 | -     |
| Abou-Ellez et al. (2011) | 91,22                       | 19,76 | -     | 44,42 | 27,11 | -     | 9,61  |
| Sharma et al. (2012)     | -                           | 20,51 | 19,50 | -     | -     | 2,63  | 5,13  |
| Alikwe et al. (2013)     | -                           | 18,29 | 15,87 | -     | -     | 7,65  | 13,63 |
| Isitua et al. (2015)     | -                           | 24,31 | 10,28 | -     | -     | 9,22  | 11,50 |
| Macambira et al. (2016)  | 90,17                       | 18,31 | -     | 41,99 | 23,46 | 8,65  | 11,18 |
| Lima (2016)              | 87,87                       | 18,17 | -     | 43,72 | 30,14 | 3,95  | 11,39 |
| MÉDIA                    | 91,34                       | 24,20 | 12,85 | 28,40 | 20,84 | 7,65  | 10,91 |

<sup>1</sup>MS = Matéria Seca; PB = Proteína Bruta; FB = Fibra Bruta; FDN = Fibra Detergente Neutro; FDA = Fibra Detergente Ácido; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral; EB = Energia Bruta.

Fonte: Adaptado de Silva Junior (2017)

Moyo et al. (2011), ainda, citam a treonina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleucina, leucina, histidina, lisina e triptofano como aminoácidos essenciais presentes na folha de moringa, os quais também foram observados nas demais pesquisas estudadas (Tabela 2).

**Tabela 4** – Valores de composição aminoacídica de folhas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em base da matéria seca.

| Aminoácidos        | Autor (es)                           |                                    |                                       |                                  |                             |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|                    | Makkar;<br>Beker (1996) <sup>1</sup> | Moyo et al.<br>(2011) <sup>2</sup> | Oketeke et al.<br>(2013) <sup>3</sup> | Macambira<br>(2016) <sup>2</sup> | Lima<br>(2016) <sup>2</sup> |
| Metionina          | 1,98                                 | 0,30                               | 0,95                                  | 0,31                             | 0,13                        |
| Cistina            | -                                    | -                                  | -                                     | -                                | 0,09                        |
| Cisteína           | 1,35                                 | -                                  | -                                     | 0,21                             | -                           |
| Lisina             | 5,60                                 | 1,63                               | 3,60                                  | 0,62                             | 0,36                        |
| Triptofano         | 2,10                                 | 0,49                               | -                                     | 0,37                             | -                           |
| Treonina           | 4,66                                 | 1,25                               | 4,38                                  | 0,77                             | 0,34                        |
| Arginina           | 6,23                                 | 1,78                               | 1,88                                  | 0,99                             | 0,39                        |
| Isoleucina         | 4,50                                 | 1,17                               | 2,33                                  | 0,77                             | 0,34                        |
| Leucina            | 8,70                                 | 1,96                               | 5,22                                  | 1,49                             | 0,63                        |
| Valina             | 5,68                                 | 1,41                               | 3,36                                  | 0,97                             | 0,25                        |
| Histidina          | 2,99                                 | 0,72                               | 1,90                                  | 0,38                             | 0,14                        |
| Fenilalanina       | 6,18                                 | 1,64                               | 4,26                                  | 0,93                             | 0,47                        |
| Tirosina           | 3,87                                 | 2,65                               | 2,20                                  | -                                | -                           |
| Glicina            | 5,47                                 | 1,53                               | 5,15                                  | 0,89                             | 0,41                        |
| Serina             | 4,12                                 | 1,09                               | 4,20                                  | 0,74                             | 0,35                        |
| Prolina            | 5,43                                 | 1,20                               | -                                     | 0,86                             | 0,38                        |
| Alanina            | 7,32                                 | 3,03                               | 3,43                                  | 1,08                             | 0,46                        |
| Ácido<br>Aspártico | 8,83                                 | -                                  | 1,43                                  | 1,53                             | 0,70                        |
| Ácido<br>Glutâmico | 10,22                                | -                                  | 2,53                                  | 2,03                             | 0,84                        |
| HO-Prolina         | -                                    | -                                  | 0,09                                  | -                                | -                           |
| Glutamato          | -                                    | 15,14                              | -                                     | -                                | -                           |
| Aspartato          | -                                    | 6,86                               | -                                     | -                                | -                           |

<sup>1</sup>Valores expressos em g 16 g N-1; <sup>2</sup> Valores expressos em %; <sup>3</sup> valores expressos em g 100 g-1 de proteína.

Fonte: Adaptado de Silva Junior (2017)

Mukumbo et al. (2014) e Lima (2016) utilizando feno de moringa na alimentação de suínos em crescimento e terminação, sugeriram inclusão de moringa na dieta em níveis até 5% e 7%, respectivamente. Uma vez que os valores superiores aos sugeridos pelos autores pioraram a conversão alimentar, reduzindo a aplicabilidade da moringa na dieta de suínos.

Entretanto, Lima (2016) afirma que os valores de energia metabolizável da moringa para suínos ainda não estão bem definidos, havendo necessidade de mais estudos que avaliem esta variável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 1991. 141 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1991.

ANWAR, Farroq et al. Moringa oleífera: A food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**, v. 21, p. 17-25, 2007.

BAUER, E. et al. In vitro fermentation of various carbohydrate-rich feed ingredients combined with chyme from pigs. **Archives of Animal Nutrition**, v. 64, n. 5, p. 394–411, 2010.

BENÍTEZ, R. et al. Modulatory Effects of Breed, Feeding Status, and Diet on Adipogenic, Lipogenic, and Lipolytic Gene Expression in Growing Iberian and Duroc Pigs. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 1, p. 22, dec. 2017.

BRITO, M. S. et al. Polissacarídeos não-amiláceos na nutrição de monogástricos - Revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p. 111–117, 2008.

BRYDEN, W. L.; LI, Xiuhua. Amino acid digestibility and poultry feed formulation: expression, limitations and application. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 279–287, jul. 2010.

CASTRO JÚNIOR, F. G. et al. Fibra na alimentação de suínos. **Boletim de Indústria Animal**, v. 63, p. 265–280, 2005.

CORREIA, R. T. P. et al. Phenolic antioxidant enrichment of soy flour-supplemented guava waste by *Rhizopus oligosporus*-mediated solid-state bioprocessing. **Journal of Food Biochemistry**, v. 28, n. 5, p. 404–418, 2004.

DIERICK, N. A. et al. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. 1. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, n. 1-3, p. 141- 167, 1989.

DUNG, N. N. X.; MANH, L. H.; UDÉN, Peter. Tropical fiber sources for pigs— digestibility, digesta retention and estimation of fiber digestibility in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 102, n. 1–4, p. 109–124, dez. 2002.

ENGLYST, Hans. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Science and Technology**, v. 23, n. 1-3, p. 27-42, 1989.

FIGUEIREDO, M. S. O. et al. Effect of guar gum supplementation on lipidic and glycidic metabolic control and body mass index in type 2 diabetes. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 187-194, apr. 2006 .

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na ração de suínos sobre a histologia de segmentos do trato intestinal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 202–209, 2006.

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 483–492, set. 2007.

GÓMEZ, A. V.; ANGULO, K. J. O. Review of characteristics and uses of the plant Moringa oleífera. **Artículos de Revisión**, v. 22, n. 2, p. 309–330, 2014.

GOULART, F. R. et al. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 1, p. 141–154, 2016.

GUIMARÃES, A. A. D. S. **Utilização do resíduo de goiaba (Psidium guajava L.) na alimentação de poedeiras comerciais**. 2007. 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Municípios produtores de frutíferas - 2016. 2017. Disponível em: < [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/0627a473aaf2e17540aec441cdef0b1.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0627a473aaf2e17540aec441cdef0b1.pdf) >. Acesso em: 18 dez. 2017.

JØRGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 365–378, 1996.

- LIMA, T. S. **Utilização do feno de moringa (Moringa oleifera Lam.) na alimentação de suínos em crescimento e terminação.** 2016. 86 f. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2016.
- LIRA, R. C. et al. Inclusion of guava wastes in feed for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2401–2407, dez. 2009.
- LIRA, R. C. **Valor nutricional e utilização do resíduo de goiaba (Psidium guajava L.) e do tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) na alimentação de frangos de corte.** 2008. 105 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
- LY, J. Uso del follaje de arnojes tropicales en la alimentacion porcina. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, v. 11, n. 2, p. 5–27, 2004.
- MANTOVANI, J. R. et al. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 339-342, 2004.
- MARIA, C. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 71, p. 67–79, 2011.
- MARTENS, S. D. et al. Effect of ensiling treatment on secondary compounds and amino acid profile of tropical forage legumes, and implications for their pig feeding potential. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 6, p. 1107–1115, oct. 2014.
- MOYO, B. et al. Nutritional characterization of Moringa (Moringa oleifera Lam.) leaves. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 60, p. 12925–12933, 2011.
- 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, 2014.
- NASCIMENTO, R. S. **Determinação de energia e metabolizabilidade de nutrientes da farinha de resíduo de camarão em frangos caipiras.** 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2014.
- NEPOMUCENO, R. C. et al. Neutral detergent fibre in piglet diets: performance and gastrointestinal implications. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 2, p. 205–216, apr. 2016.

- NGOC, T. T. B. et al. Influence of particle size and multi-enzyme supplementation of fibrous diets on total tract digestibility and performance of weaning and growing pigs. **Animal Feed Science Technology**, v. 169, p. 86–95, 2011.
- OETTING, L. L. et al. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1389–1397, 2006.
- OLIVEIRA JÚNIOR, J. M. **Equilíbrio dinâmico na passagem do indicador em ensaios de digestibilidade com suínos**. 2015. 58 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2015.
- OLIVEIRA, H. F. **Extrato do resíduo do processamento da goiaba na alimentação de codornas japonesas**. 2016. 28 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2016.
- OLIVEIRA, M. D. **Efeito antioxidante do subproduto da goiaba na dieta de frangos sobre o desempenho e qualidade da carne**. 2015. 32 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, GO, 2015.
- PAIVA-MARTINS, F. et al. Effects of the dietary incorporation of olive leaves on growth performance, digestibility, blood parameters and meat quality of growing pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 14, p. 3023–3029, 2014.
- PEREIRA, C. M. C. **Avaliação nutricional de fontes de proteína com duas relações triptofano: lisina para suínos**. 2014. 99 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
- PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 88-92, 2007.
- PÉREZ, A. et al. Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. **Pastos y Forrajes**, v. 33, n. 4, p. 1–16, 2010.
- POND, W. G.; JUNG, H. G.; VAREL, V. H. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weight and digesta content. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 699-706, 1988.
- POTKINS, Z. V.; LAWRENCE, T. L. J.; THOMLINSON, J. R. Effects of structural and non-structural polysaccharides in the diet of the growing pig on gastric emptying

rate and rate of passage of digesta to the terminal ileum and through the total gastrointestinal tract. **British Journal of Nutrition**, v. 65, p. 391–413, 1991.

RAMOS, D. P. et al. Produção e qualidade de frutos da goiabeira “Paluma”, submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, v. 57, p. 659-664, 2010.

RENTERIA FLORES, J. A. **Effects of soluble and insoluble dietary fiber on diet digestibility and sow performance**. 2003. 161 p. (PhD. Dissertation) – University of Minnesota, St. Paul, 2003.

RENTERIA-FLORES, J. A. et al. Effect of soluble and insoluble fiber on energy digestibility, nitrogen retention, and fiber digestibility of diets fed to gestating sows. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 2568–2575, 2015.

RODRIGUES, P. B. et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 2, p. 91–100, 2002.

ROESLER, R. M. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

ROSTAGNO, H. S. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 295–304, 2007.

SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2014. 678 p.

SALES, P. J. P. et al. Valor nutritivo dos farelos do subproduto industrial do tomate (*Lycopersicum esculentum*) e da goiaba (*Psidium guajava*) para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: SBZ, 2004.

SANCHO, S. D. O. et al. Characterization of the industrial residues of seven fruits and prospection of their potential application as food supplements. **Journal of Chemistry**, p. 1–8, 2015.

SILVA JUNIOR, R. V. **Uso da Moringa Oleífera na alimentação de galinhas poedeiras**. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2017.



- SILVA, E. C. A. **Respostas fisiológicas, bioquímicas e enzimáticas em mudas de Moringa oleífera Lam. submetidas a estresses abióticos**. 2013. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2013.
- SILVA, E. P. et al. Análise econômica da inclusão dos resíduos de goiaba e tomate na ração de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 4, p. 774–785, dez. 2009.
- SILVA, M. L. F. **Formulação de Rações para suínos em terminação utilizando valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos**. 2003. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.
- SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202–210, set. 2011.
- STANOGLIAS, G.; PEARCE, G. R. The digestion of fiber by pigs. 1. The effects of amount and type of fiber on apparent digestibility, nitrogen balance and rate of passage. **British Journal Nutrition, London**, v.53, p. 513-530, 1985.
- 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.
- TEIXEIRA, E. W. Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos. **Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 19-27, 1995.
- URRIOLA, P. E.; STEIN, H. H. Comparative digestibility of energy and nutrients in fibrous feed ingredients fed to Meishan and Yorkshire pigs. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 3, p. 802–812, mar. 2012.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factor influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 24, n. 3, p. 834-843, 1965.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583–3597, 1991.
- VERVAEKE, I. J. et al. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. II An experimental approach to hindgut digestion. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 169-194, 1989.

VIGORS, S. et al. Pigs that are divergent in feed efficiency, differ in intestinal enzyme and nutrient transporter gene expression, nutrient digestibility and microbial activity.

**Animal**, v. 10, n. 11, p. 1848–1855, nov. 2016.

WANG, J. F. et al. Effect of type and level of dietary fiber and starch on ileal and fecal microbial activity and short-chain fatty acid concentrations in growing pigs. **Animal Science**, v. 78, p. 109-117, 2004

WANG, J. F. et al. The effect of source of dietary fiber and starch on ileal and fecal amino acid digestibility in growing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 19, n. 7, p. 1040–1046, 2006.

## **CAPÍTULO 2**

---

### **CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO RESÍDUO DE GOIABA (*PSIDIUM GUAJAVA* L.) E DO FENO DE *MORINGA* *OLEÍFERA* LAM. PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo elaborado conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

**Caracterização nutricional e energética do resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) e do feno de *Moringa oleífera* Lam. para suínos em crescimento**

**RESUMO**

Com o objetivo de caracterizar nutricionalmente o resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) e a moringa (*Moringa oleífera* Lam.) para suínos em crescimento, realizou-se um ensaio de digestibilidade pelo método de coleta total com 18 suínos machos castrados, com peso médio inicial de  $33.16 \pm 0.94$  kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos (dieta controle; dieta controle substituída por 20% de resíduo de goiaba; e dieta controle substituída por 20% de farelo de feno de folhas e pecíolos de *Moringa oleífera* com 6 repetições por tratamento. O resíduo de goiaba apresentou os seguintes valores nutricionais: 5181 kcal/kg de energia bruta (EB); 1740 kcal/kg de energia digestível (ED); 1708 kcal/kg de energia metabolizável aparente (EMA); a energia metabolizável corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) foi de 1661 kcal/kg; o teor de matéria seca (MS) foi de  $908.3 \text{ g kg}^{-1}$  na matéria natural (MN); a proteína bruta (PB) foi de  $103.5 \text{ g kg}^{-1}$  na MS. Enquanto na composição bromatológica da *Moringa oleífera* observou-se 4632 kcal/kg de EB; 1472 kcal/kg para ED, 1419 kcal/kg para EMA, 1360 kcal/kg para EMAn;  $881.6 \text{ g kg}^{-1}$  de MS na MN; e  $217.8 \text{ g kg}^{-1}$  de PB na MS. O resíduo de goiaba e a moringa apresentaram altos valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), reduzindo os coeficientes de digestibilidade dos demais nutrientes. O valor de nitrogênio excretado total foi proporcional a ingestão de nitrogênio (NI) nas dietas pelos animais. Os animais alimentados com resíduo de goiaba apresentaram maior utilização líquida de proteína (ULP) comparados aos que receberam as demais dietas. Conclui-se que os valores da composição nutricional do resíduo de goiaba e da moringa são satisfatórios à utilização em dietas para suínos em crescimento.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, energia digestível, nutrição animal, suinocultura

**Nutritional and energy characterization of guava wastes (*Psidium guajava* L.) and *Moringa oleifera* Lam. for growing pigs**

**ABSTRACT**

The objective of this work was to characterize nutritionally the guava wastes and *Moringa oleifera* Lam. in growing pigs. A total digestibility assay was performed with 18 castrated male pigs, with a mean initial weight of  $33.16 \pm 0.69$  kg, distributed in a completely randomized design with 3 treatments (diet control, 20% Guava wastes, and control diet substituted in 20% of leaf meal and petioles of *Moringa oleifera*) with 6 replicates per treatment. The guava wastes expressed the following nutritional values: 5181 kcal/kg of gross energy (EB); 1740 kcal/kg of digestible energy (ED); 1708 kcal/kg apparent metabolizable energy (EMA); the metabolizable energy corrected for nitrogen balance (EMAn) was 1661 kcal/kg; the dry matter content (MS) was 908.3 g kg<sup>-1</sup> as fed (MN); crude protein (PB) consisted of 103.5 g kg<sup>-1</sup> of MS. While in the bromatological composition of *Moringa oleifera*, 4632 kcal/kg for EB were observed; 1472 kcal/kg for ED, 1419 kcal/kg for EMA, 1360 kcal/kg for EMAn; 881.6 g kg<sup>-1</sup> as fed for MS; and 217.8 g kg<sup>-1</sup> from MS to PB. The guava wastes and moringa presented high values of neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (lignin) and lignin (LIG), reducing the digestibility coefficients of the other nutrients. The value of total excreted nitrogen was proportional to the nitrogen intake (NI) in the diets by the animals. The animals fed with guava wastes showed higher net protein utilization (ULP) compared to those fed the other diets. It is concluded that the values of the nutritional composition of guava wastes and moringa are satisfactory for use in diets for growing pigs.

**Key words:** alternative feedstuffs, animal nutrition, digestible energy, swine industry

## INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira apresenta crescimento irregular nos últimos anos devido, principalmente, as oscilações dos valores de *commodities* como o milho e o farelo de soja, ingredientes que juntos compreendem aproximadamente 90% das rações para suínos.

Considerando a baixa produção e produtividade de grãos na região nordeste e a necessidade de compra de insumos advindos de regiões longínquas, produtores buscam e pesquisadores estudam a inclusão de alimentos alternativos em substituição aos ingredientes convencionais, visando à redução do custo de produção.

Ainda nesta perspectiva, passou-se a utilizar alimentos não convencionais, geralmente ricos em fibras, na alimentação animal devido à alta disponibilidade e ao baixo custo à agropecuária. Exemplo destes alimentos são plantas adaptadas à região e o aproveitamento de resíduos agroindustriais, tais como a *Moringa oleífera* e o resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.).

O uso de *Moringa oleífera* na alimentação animal se dá na forma de feno ou silagem das folhas. Estas possuem alto valor nutricional, compostas por proteína, ácido ascórbico, ferro e beta caroteno. A moringa é originária da Ásia, possuindo adaptação significativa a regiões de clima tropical e solos de baixa fertilidade. Estas particularidades apontam a moringa como um potencial alimento alternativo para substituição de ingredientes proteicos tradicionais em rações de suínos.

O resíduo de goiaba também passou a ser utilizado na alimentação animal ao caracterizar-se como ingrediente energético e composição em ácidos graxos. Além disso, a destinação deste produto para a produção animal mitiga os impactos causados na natureza quando o material é descartado pela agroindústria de forma inadequada.

Por outro lado, o valor nutricional e a biodisponibilidade destes nutrientes em alimentos alternativos variam de acordo com fatores como: forma de processamento, armazenagem, solo e época do ano. Nesse sentido, estes alimentos devem ser estudados quanto a sua composição bromatológica e digestibilidade. Sendo assim, objetivou-se caracterizar nutricionalmente o resíduo de goiaba e a *Moringa oleífera* Lam. para suínos em crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Recife/Pernambuco/Brasil, na microrregião fisiográfica do Litoral Mata, pertencente à Região Metropolitana do Recife. O município de Recife está disposto nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 8°04'03''S; longitude 34°55'00'' O e 4 metros de altitude em relação ao nível do mar. Segundo classificação de Köppen, o clima da região é do tipo As' – tropical quente e úmido, com verão seco e chuvas de outono-inverno. Apresenta temperatura média anual de 25°C e umidade relativa do ar média anual de 80%. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) pela licença 41/2017.

Os alimentos testes, o resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) e o feno de folhas e pecíolos de *Moringa oleífera* Lam., foram coletados, armazenados e analisadas as suas composições bromatológicas. O feno de folhas e pecíolos de *Moringa oleífera* foi seco a sombra para posterior moagem. O resíduo de goiaba foi resultante do processo de separação do suco da polpa da fruta, equivalente a 10% do volume da polpa de goiaba processada. O resíduo sólido da goiaba ainda passou por um processo de secagem ao ar livre, com duração de 48 horas, para posterior moagem em forrageira.

No ensaio de digestibilidade, pelo método de coleta total, os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo (Pekas, 1968) equipadas com coletores de fezes e urina, localizadas em um galpão de alvenaria dotado de ventiladores de teto. Foram utilizados 18 suínos machos castrados da raça Duroc, com peso médio inicial de  $33.16 \pm 0.94$  kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram em três dietas experimentais: uma dieta controle; a dieta controle substituída por 20% de farelo de feno de folhas e pecíolos de *Moringa oleífera*; e a dieta controle foi substituída por 20% de resíduo de goiaba.

Todas as dietas foram suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos sintéticos de acordo com as recomendações mínimas de Rostagno et al. (2011) para a fase de crescimento de suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho regular. A composição da dieta controle está apresentada na Tabela 1.

O experimento teve duração de 10 dias, sendo 5 dias para adaptação dos animais às dietas e às instalações, e os demais 5 dias para coleta de fezes e urina. O início e o final da coleta foram marcados pelo uso de 1% de óxido férrico na dieta. Durante o período de coleta, foram registrados diariamente os pesos frescos das fezes, assim como o volume de urina por animal.

A urina foi coletada diariamente em um recipiente contendo 20 mL de ácido clorídrico (1:1) com objetivo de evitar a volatilização de nitrogênio urinário. As fezes foram coletadas duas vezes ao dia, identificadas e armazenadas em *freezer* a  $-20^{\circ}$  C. Ao final do período experimental, as amostras de fezes foram descongeladas, homogeneizadas por unidade experimental, sendo posteriormente separadas em uma sub-amostra representativa. O mesmo procedimento foi adotado para as amostras de



urina. As fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, durante 72 horas (Detmann et al., 2012).

O feno de moringa, o resíduo de goiaba, as dietas e as fezes foram analisados em duplicata quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas (CZ), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e extrato etéreo (EE) (Detmann et al., 2012). O teor de energia bruta (EB) de todas as amostras foi determinado utilizando-se bomba calorimétrica Modelo IKA C200. Na urina foram determinados os teores de nitrogênio, MS e EB.

Com base nos resultados obtidos foram determinadas a energia digestível (ED), a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) da *Moringa oleifera* e do resíduo de goiaba para suínos na fase de crescimento, de acordo com equações propostas por Matterson et al. (1965). A partir dos valores de EMA e EMAn determinados para as dietas experimentais, foi possível calcular os valores de EMA e EMAn dos ingredientes-testes (moringa e resíduo de goiaba):

$$ED \text{ da } (RT_G \text{ ou } RT_M) \text{ ou } (RR) \text{ (kcal/kg MS)} = \frac{EB_{\text{ingerida}} - EB_{\text{excretada nas fezes}}}{MS \text{ ingerida}}$$

$$ED \text{ do alimento (kcal/kg MS)} = \frac{ED_{RR} + (ED_{RT_G} \text{ ou } ED_{RT_M} - ED_{RR})}{g \text{ alimento/g ração}}$$

$$EMA \text{ da } (RT_G \text{ ou } RT_M) \text{ ou } (RR) \text{ (kcal/kg MS)} = \frac{EB_{\text{ingerida}} - EB_{\text{excretada (fezes e urina)}}}{MS \text{ ingerida}}$$

$$\text{EMA do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMA}_{\text{RR}} + \frac{(\text{EMART}_G \text{ ou } \text{EMART}_M - \text{EMA}_{\text{RR}})}{\text{g alimento/g ração}}$$

$$\text{EMAn da RT}_G \text{ ou RT}_M \text{ ou RR (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB}_{\text{ingerida}} - \text{EB}_{\text{excretada (fezes e urina)}} - 5,45 \cdot \text{BN}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMAn}_{\text{RR}} + \frac{(\text{EMAn}_{\text{RT}_G} \text{ ou } \text{EMAn}_{\text{RT}_M} - \text{EMAn}_{\text{RR}})}{\text{g alimento/g ração}}$$

Onde:

BN = Balanço de nitrogênio =  $N_{\text{ingerido}} - N_{\text{excretado (fezes e urina)}}$

RT<sub>G</sub> = Ração teste resíduo de goiaba; RT<sub>M</sub> = Ração teste de moringa; e RR = Ração referência.

MS ingerida = Matéria seca ingerida

g alimento/g ração = nível de substituição da dieta basal pelo ingrediente teste.

Também foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), lignina (CDALIG) e energia bruta (CMAEB), do resíduo de goiaba e da moringa utilizando fórmulas descritas por Sakomura e Rostagno (2016) adaptadas para energia e demais nutrientes.

Para balanço de nitrogênio foi determinado o nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU), excreção total de nitrogênio, multiplicando-se pelos teores de nitrogênio encontrados nas rações, fezes e urina, respectivamente. Assim, calculou-se o nitrogênio absorvido (NA), o nitrogênio retido (NR), a utilização líquida de proteína (ULP) e o valor biológico da proteína dietética (VBPD), de acordo com Adeola (2001).

A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, versão 9.4.) para as análises de variância, teste F e teste de Tukey a 5% probabilidade.

## RESULTADOS

Durante o experimento as médias de temperatura máxima e mínima foram 33.54 °C e 25.81 °C, respectivamente. Enquanto a média da umidade relativa do ar foi de 66.86%.

Na Tabela 2 são apresentados os valores da composição bromatológica das rações experimentais. Os valores de PB (Tabela 2) das rações experimentais foram 189.8 g kg<sup>-1</sup> de MS para a Ração Referência (RR), 194.4 g kg<sup>-1</sup> de MS para a Ração Teste com Goiaba (RT<sub>G</sub>) e 195.3 g kg<sup>-1</sup> de MS para a Ração Teste com moringa (RT<sub>M</sub>). Quanto aos teores de FDN nas rações experimentais, constatou-se 209.0 g kg<sup>-1</sup> de MS para a RR, 266.6 g kg<sup>-1</sup> de MS para a RT<sub>G</sub> e 309.9 g kg<sup>-1</sup> de MS para a RT<sub>M</sub>.

A composição do resíduo de goiaba e da moringa é apresentada na Tabela 3. Observa-se teores de MS do resíduo de goiaba e da moringa, valores de 908.3 e 881.6 g kg<sup>-1</sup> na MN respectivamente. A moringa apresentou teor elevado de PB (217.8 g kg<sup>-1</sup> de MS) quando comparado ao valor de apenas 103.5 g kg<sup>-1</sup> de MS para o resíduo de

goiaba. Destacam-se ainda os altos valores de FDN, FDA e LIG presentes no resíduo de goiaba, sendo 729.9, 583.0 e 245.3 g kg<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. Entretanto, a moringa apresentou maiores valores de CZ (101.9 g kg<sup>-1</sup> de MS) e EE (60.8 g kg<sup>-1</sup> de MS) comparado ao resíduo de goiaba. Por outro lado, o resíduo de goiaba apresentou maior valor energético (5181 kcal/kg de EB), versus 4632 kcal/kg de EB da Moringa.

A composição aminoacídica do resíduo de goiaba e da moringa, Tabela 4, demonstra que ambos os alimentos apesar de apresentarem baixos CDAPB (Tabela 5) são compostos de altos valores de aminoácidos como a metionina, lisina e cistina.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e os valores médios da ED, EMA e da EMAn do Resíduo de Goiaba e da *Moringa oleífera* Lam. encontram-se na Tabela 5.

O resíduo de goiaba foi superior ( $P<0.05$ ) quanto aos CDAMS, CDAPB, CDALIG e CMAEB quando comparado à moringa. Por sua vez, a moringa apresentou média superior para o CDAFDN em relação ao resíduo de goiaba.

Observou-se altos valores de CV para as variáveis CDAFDA e CDAEE, além disso, ambas não apresentaram diferença significativa. As variáveis ED, EMA e EMAn também não apresentaram diferença significativa entre as médias dos alimentos estudados.

Analisando o balanço de nitrogênio (BN) para os suínos alimentados com resíduo de goiaba e *Moringa oleífera* Lam., Tabela 6, nota-se valor superior ( $P<0.05$ ) de nitrogênio ingerido (NI) pelos animais que consumiram RT<sub>G</sub> e RT<sub>M</sub> quando comparados aos da RR.

Houve maior excreção de Nitrogênio Fecal (NF) na RT<sub>M</sub>, não havendo diferença significativa entre os valores de excreção de Nitrogênio Urinário (NU) na RT<sub>G</sub>.

Contudo, destacam-se valores superiores de Nitrogênio Absorvido (NA) e Nitrogênio Retido (NR) pelos animais alimentados com RT<sub>G</sub>. De forma semelhante, os animais que consumiram RT<sub>G</sub>, também apresentaram valores superiores de Utilização Líquida e Proteína (ULP) e para o Valor Biológico da Proteína Dietética (VBPD).

## DISCUSSÃO

A composição química de qualquer forrageira está altamente relacionada a fatores variáveis, tais como o estado vegetativo, condições de clima e solo em que a planta foi cultivada, e qual fração da planta foi utilizada para a análise de sua composição (Teixeira et al., 2014; Lima, 2016; Macambira, 2016). De forma semelhante, além destes fatores a forma de processamento possui interferência direta sobre a composição de subprodutos gerados pela agroindústria, como o resíduo de goiaba (Lira, 2008).

Desta forma tanto a moringa como o resíduo de goiaba possuem composição variada dentre os estudos observados. O teor de MS do resíduo de goiaba (Tabela 3) utilizado no presente trabalho aproximou-se do valor encontrado por Oliveira (2015), sendo 941.4 g kg<sup>-1</sup> de MN. Assim como o teor de MS da moringa estudada foi próximo aos valores observados por Lima (2016) e por Macambira (2016), utilizando material vegetal proveniente de local semelhante ao do presente estudo.

Quanto aos valores nutricionais dos alimentos estudados, variam em maior escala devido às características particulares a cada alimento. Lira (2008) trabalhando com resíduo de goiaba, proveniente de mesmo local que o presente trabalho, encontrou teor de PB (96.1 g kg<sup>-1</sup> de MS) próximo ao observado na presente pesquisa. Por outro

lado, Oliveira (2015) trabalhando com resíduo de goiaba, proveniente de local distinto ao do presente trabalho, observou teor de 39.5 g kg<sup>-1</sup> de MS de PB.

Quanto ao teor de PB da moringa, Lima (2016) e Macambira (2016) observaram teores inferiores ao encontrado no presente estudo, 181.7 e 183.1 g kg<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. Ainda que ambos os autores, e na presente pesquisa, tenham utilizado folhas e pecíolos da moringa, houve variação entre os valores de PB, podendo ser justificada com base na diferença de intervalo de corte entre os materiais vegetativos utilizados em cada estudo. Em contraste, Moyo et al. (2011), na África do Sul, observaram o teor de PB de 302.9 g kg<sup>-1</sup> de MS para a moringa, confirmando as variações nutricionais em distintas regiões.

Nota-se uma correlação positiva entre o teor de PB e a concentração aminoacídica dos alimentos estudados. Embora o resíduo de goiaba seja caracterizado como alimento energético com baixo teor de PB, observaram-se relevantes níveis de metionina e cistina (Tabela 4). Quanto à moringa, os valores da composição de aminoácidos encontrados na presente pesquisa foram semelhantes aos observados por Lima (2016) e Macambira (2016), destacando os valores altos para lisina, metionina e cistina.

Como característica de alimentos fibrosos, o resíduo de goiaba e a moringa apresentaram altos valores de FDN e FDA. O resíduo de goiaba por ser composto basicamente por sementes, também apresentou alto teor de LIG, além de possuir alto teor de fibra solúvel (hemicelulose e pectina).

De acordo com Castro Júnior et al. (2005), a fibra classificada quanto a sua solubilidade em água forma gel viscoso reduzindo a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestório e aumentando a possibilidade de ação de microrganismos com

consequente aumento da digestibilidade; e quando insolúvel em água pode sofrer ação fermentativa no intestino grosso servindo de fonte energética para os microrganismos do colón, em contrapartida reduz significativamente a digestibilidade do alimento ao aumentar a taxa de passagem.

Sakomura et al. (2014) alertam para o decréscimo do contato entre as enzimas digestivas e o substrato devido a gelatinização da fibra solúvel, fato que reduz a digestibilidade dos nutrientes e favorece a proliferação de bactérias patogênicas o que pode reduzir o consumo voluntário de ração. Por outro lado, a fibra solúvel presente em ambos alimentos estudados pode contribuir na redução da taxa de passagem, aumentando o tempo de digestão dos alimentos, com consequente aumento do aproveitamento dos nutrientes da dieta para os microrganismos (Lima, 2016).

Quanto ao teor mineral (CZ) dos alimentos, as folhas de moringa são conhecidas por possuírem níveis elevados de minerais (Lima, 2016; Macambira, 2016), como Ca, Mg, Zn e Cu (Moyo et al., 2011). Por outro lado, o resíduo de goiaba apresenta baixo valor de CZ, ainda que o valor encontrado na presente pesquisa seja superior ao observado por Lira (2008) e Oliveira (2015), 24.5 e 10.0 g kg<sup>-1</sup> de MS, respectivamente.

Apesar do resíduo de goiaba ser considerado um alimento energético, o teor de EE foi inferior ao encontrado por Lira (2008), 108.3 g kg<sup>-1</sup> de MS, e superior ao encontrado por Oliveira (2015), 16.3 g kg<sup>-1</sup> de MS. Por sua vez, a moringa também apresenta grandes variações quanto ao teor de EE, variação dada em função da composição química de cada material vegetal estudado e do tipo de processamento.

O valor de EB encontrado para o resíduo de goiaba estudado foi inferior, ao encontrado por Lira (2008), 5371 kcal/kg. Enquanto a moringa em estudo apresentou

teor superior ao observado por Lima (2016) e Macambira (2016), 4410 e 4529 kcal/kg, respectivamente.

O alto valor de EB do resíduo de goiaba estudado refletiu no alto teor de CMAEB do alimento (Tabela 4), possibilitando a digestão facilitada dos demais nutrientes apesar do alto teor de fibra do alimento (Oliveira, 2016). Este valor do CMAEB, ainda, traduziu-se nos valores significativos da digestibilidade da MS, PB e LIG. Contudo, no presente trabalho, o CDAFDN da moringa mostrou-se superior ao observado por Lima (2016), 0.2613 kg kg<sup>-1</sup> de MS.

Os baixos valores de ED, EMA e EMAn do resíduo de goiaba e da moringa demonstram o reduzido aproveitamento da energia dos alimentos pelos suínos em crescimento o que pode ser explicado pelo alto teor de fibra, o qual, reduz significativamente a digestão e o aproveitamento dos nutrientes pelos suínos (Lira, 2008; Lima, 2016).

Os maiores teores de PB das rações refletiram em maiores valores de NI e NF (Tabela 6), uma vez que o consumo de ração por dia foi calculado com base no peso metabólico (Kg de Peso Vivo<sup>0.75</sup>) dos animais e relacionado aos diferentes níveis proteicos de cada ração (Almeida et al., 2011). Uma vez que as rações com alimentos-testes estavam desbalanceadas, o que influenciou diretamente nos valores de ingestão e excreção de nitrogênio.

Oliveira et al. (2007) constataram que há uma relação proporcional entre o NI e o NA para suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de PB, assim quanto maior o teor de NI maior será o valor de NA. Esta relação proporcional do NI também foi observada, nos trabalhos estudados, em relação ao NF, NU e nitrogênio excretado total (Oliveira et al., 2007; Almeida et al., 2011; Lazzeri et al., 2011).



Apesar de não ter sido observada diferença significativa entre os valores de NI para as dietas-testes, o elevado teor de lignina presente no resíduo de goiaba pode justificar os valores superiores dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, LIG e EB comparados aos da moringa. Uma vez que a fração insolúvel da fibra é digerida no intestino grosso, através de sua fermentação total ou parcial, servindo como fonte energética para as bactérias presentes no colón e consequente produção de ácidos graxos de cadeia curta (Potkins et al., 1991). Desta forma, pode ter ocorrido o consumo exacerbado dos nutrientes por microrganismos, superestimando os valores de digestibilidade dos nutrientes.

Estudos comprovam o aumento da absorção de nutrientes em resposta a hiperplasia do epitélio do intestino, esta é dada em função do aumento da produção de butirato resultante do processo de fermentação bacteriana da fibra dietética (Castro Júnior et al., 2005; Gomes et al., 2006; Gomes et al., 2007; Lira, 2008). Gomes et al. (2006) concluíram que a inclusão de até 8% de FDN da dieta de suínos em suas diferentes categorias promove adaptação morfológica dos órgãos digestivos, como o aumento do peso dos órgãos. Assim, o valor elevado de CDAFDN da moringa, na presente pesquisa, foi superior aos verificados nos estudos observados, podendo ser justificado com base no aumento da absorção de nutrientes resultante do acréscimo de enterócitos, a partir da digestão de FDN.

Para suínos em crescimento a redução do teor de PB na dieta altera o Balanço de Nitrogênio (BN), aumentando a retenção de nitrogênio (Shriver et al., 2003). Corroborando com este autor, na presente pesquisa, os maiores valores de NR foram correspondentes aos menores valores de PB das rações, com exceção dos animais

alimentados com RT<sub>G</sub>. Este fato pode ser explicado em função do alto teor de fibra do resíduo de goiaba.

Zhang et al. (2013) notaram uma relação proporcional entre o aumento do NF e o teor de fibra da dieta para suínos em crescimento. De modo que a fibra dietética também serve de substrato para as bactérias do trato gastrointestinal, reduzindo o aproveitamento dos demais nutrientes presentes na dieta (Wang et al., 2006).

Nota-se, no presente estudo, que os maiores valores de nitrogênio total excretado ocorreram com os animais que consumiram maiores teores de PB. Salienta-se que todas as rações possuíam teores de PB acima da exigência mínima de PB (158.0 g kg<sup>-1</sup> de MS) para suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho regular, ocorrendo maior excreção de nitrogênio via urina (Lazzeri et al., 2011).

## CONCLUSÕES

O resíduo de goiaba apresentou teor de 1708 kcal/kg de EMA e CDAPB de 0.4161 kg kg<sup>-1</sup> de MS, enquanto o feno de moringa apresentou valor de 1419 kcal/kg de EMA e CDAPB de 0.3372 kg kg<sup>-1</sup> de MS. Ambos os alimentos apresentaram altos valores de aminoácidos essenciais aos suínos, configurando-se como alimentos indicados para utilização na dieta de suínos em crescimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeola, O. 2001. Digestion and balance techniques in pigs. p. 903-916. In: Swine nutrition. 2nd ed. Lewis, A. J. and Sourthern, L. L., ed. Boca Raton, CRC.
- Almeida, E. C.; Zangeronimo, M. G.; Fialho, E. T.; Cantarelli, V. S.; Wolp, R. C. e Rodrigues, V. V. 2011. Desempenho e balanço de nitrogênio de suínos em terminação que receberam dieta restrita ou à vontade, com diferentes teores de lisina. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 63:1519–1525.
- Castro Júnior, F. G.; Camargo, J. C. M.; Castro, A. M. M. G. e Budino, F. E. L. 2005. Fibra na alimentação de suínos. Boletim de Indústria Animal 63:265–280.
- Detmann, E.; Souza, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Berchielli, T. T.; Saliba, E. O. S.; Cabral, L.; Pina, D.; Ladeira, M. e Azevedo, J. 2012. Métodos para

- análise de alimentos. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, Visconde do Rio Branco.
- Gomes, J. D. F.; Blazquez, F. J. H.; Fukushima, R. S.; Utiyama, C. E.; Oetting, L. L. e Lima, G. J. M. M. 2006. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na ração de suínos sobre a histologia de segmentos do trato intestinal. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 43:202–209.
- Gomes, J. D. F.; Putrino, S. M.; Grossklaus, C.; Utiyama, C. E.; Oetting, L. L.; Souza, L. W. D. O.; Fukushima, R. S.; Fagundes, A. C. A.; Sobral, P. J. D. A. e Lima, C. G. 2007. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. *Ciências Agrárias*, doi: 10.5433/1679-0359.2007v28n3p483
- Lazzeri, D. B.; Pozza, P. C.; Pozza, M. S. S.; Bruno, L. D. G.; Pasquetti, T. J. e Castilha, L. D. 2011. Balanços metabólicos de suínos alimentados com rações referências e inclusões de farelo de soja. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 12:984–995.
- Lima, T. S. 2016. Utilização do Feno de Moringa (*Moringa Oleífera* Lam.) na Alimentação de Suínos em Crescimento e Terminação. Tese (D.Sc.). Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará, Recife, PE, Brasil.
- Lira, R.C. 2008. Valor nutricional e utilização do resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) e do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) na alimentação de frangos de corte. Tese (D.Sc.). Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará, Recife, PE, Brasil.
- Macambira, G. M. 2016. Uso da farinha de folhas de *Moringa oleífera* na alimentação de frangos de corte. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
- Matterson, L. D.; Potter, L. M.; Stutz, M. W. and Singsen, E. P. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. 7th ed. The University of Connecticut, Connecticut.
- Moyo, B.; Masika, P. J.; Hugo, A. and Muchenje, V. 2011. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, doi: 10.5897/AJB10.1599 (in press).
- Oliveira, V.; Fialho, E. T.; Lima, J. A. F. e Araújo, J. S. 2007. Metabolismo do nitrogênio em suínos alimentados com dietas contendo baixos teores de proteína bruta. *Revista Brasileira de Agrociências* 13:257–260.
- Oliveira, M. D. 2015. Efeito antioxidante do subproduto da goiaba na dieta de frangos sobre o desempenho e qualidade da carne. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.
- Oliveira, H. F. 2016. Extrato do resíduo do processamento da goiaba na alimentação de codornas japonesas. 28 f. Dissertação (M.Sc.) Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Pekas, J. C. 1968. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *Journal of animal Science* 27:1303-1306.
- Potkins, Z. V.; Lawrence, T. L. J.; Thomlinson, J. R. 1991. Effects of structural and non-structural polysaccharides in the diet of the growing pig on gastric emptying rate and rate of passage of digesta to the terminal ileum and through the total gastrointestinal tract. *British Journal of Nutrition* 65:391–413.

- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, L. S. T. e Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Sakomura, N. K. e Rostagno, H. S. 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2ª ed. Funep, Jaboticabal.
- Sakomura, N. K.; Silva, J. H. V.; Costa, F. G. P.; Fernandes, J. B. K.; Hauschild, L. 2014. Nutrição de Não Ruminantes. 1st ed. Funep, Jaboticabal, São Paulo.
- Shriver, J. A.; Carter, S. D.; Sutton, A. L.; Richert, B. T.; Senne, B. W. e Petty, L. A. 2003. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. *Journal of Animal Science* 81:492-502.
- Teixeira, E. M. B.; Carvalho, M. R. B.; Neves, V. A.; Silva, M. A. and Arantes-Pereira L. 2014. Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *Food Chemistry*, doi:10.1016/j.foodchem.2013.09.135 (in press).
- Wang, J. F.; Wang, M.; Lin, D. G.; Jensen, B. B. and Zhu, Y. H. 2006. The effect of source of dietary fiber and starch on ileal and fecal amino acid digestibility in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 19:1040–1046.
- Zhang, W.; Li, D.; Liu, L.; Zang, J.; Duan, Q.; Yang, W. and Zhang, L. 2013. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 4:1–7.

## TABELAS

**Tabela 1.** Composição centesimal da dieta controle em base na matéria natural

| <b>Ingrediente</b>                                      | <b>g kg<sup>-1</sup> de MN</b> |
|---|--------------------------------|
| Milho   | 698.57                         |
| Soja farelo   | 262.19                         |
| Fosfato bicálcico                                       | 13.91                          |
| Calcário  | 7.86                           |
| Óleo de soja  | 7.03                           |
| Premix vit + min <sup>1</sup>                           | 4.00                           |
| L-lisina HCl 78,8%                                      | 2.77                           |
| DL-metionina 99%  | 0.57                           |
| L-treonina 98,5%  | 0.48                           |
| Sal comum   | 2.60                           |
| <b>Composição nutricional calculada <sup>2</sup></b>    |                                |
| Energia metabolizável, kcal g <sup>-1</sup>             | 3230.0                         |
| Proteína Bruta, g kg <sup>-1</sup> de MN                | 173.5                          |
| Lisina digestível, g kg <sup>-1</sup> de MN             | 10.06                          |
| Metionina +cistina digestível, g kg <sup>-1</sup> de MN | 5.63                           |
| Treonina digestível, g kg <sup>-1</sup> de MN           | 6.34                           |
| Cálcio, g kg <sup>-1</sup> de MN                        | 7.21                           |
| Fósforo disponível, g kg <sup>-1</sup> de MN            | 3.57                           |
| Sódio, g kg <sup>-1</sup> de MN                         | 2.48                           |
| Cloro, g kg <sup>-1</sup> de MN                         | 1.90                           |

1- Vitamina A (min) 750,000 UI/kg, Vitamina D3 (min) 125,000 UI/kg, Vitamina E (min) 3,000 UI/kg, Vitamina K3 (min) 125 mg/kg, Vitamina B1 (min) 100 mg/kg, Vitamina B2 (min) 860 mg/kg, Vitamina B6 (min) 125 mg/kg, Vitamina B12 (min) 3,000 mcg/kg, Niacina (min) 3,750 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (min) 1,875 mg/kg, Ácido Fólico (min) 200 mg/kg, Cloreto de Colina (min) 12 g/kg, Ferro (min) 8,750 mg/kg, Cobre (min) 3,750 mg/kg, Manganês (min) 6,250 mg/kg, Zinco (min) 18.75 g/kg, Iodo (min) 250 mg/kg, Selênio (min) 75 mg/kg. 2- Calculada para atender as exigências nutricionais dos suínos na fase de crescimento (ROSTAGNO et al., 2011).

**Tabela 2.** Composição bromatológica das dietas experimentais com base na matéria seca

| Variáveis  | Rações <sup>1</sup> |                 |                 |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|
|  | RR                  | RT <sub>G</sub> | RT <sub>M</sub> |
| Matéria seca, g kg <sup>-1</sup> de MN               | 875.4               | 883.2           | 850.7           |
| Proteína Bruta, g kg <sup>-1</sup> de MS             | 189.8               | 194.4           | 195.3           |
| Fibra em detergente neutro, g kg <sup>-1</sup> de MS | 209.0               | 266.6           | 309.9           |
| Fibra em detergente ácido, g kg <sup>-1</sup> de MS  | 51.1                | 136.8           | 94.7            |
| Lignina, g kg <sup>-1</sup> de MS                    | 2.2                 | 40.0            | 47.4            |
| Cinzas, g kg <sup>-1</sup> de MS                     | 55.3                | 49.6            | 56.8            |
| Extrato Etéreo, g kg <sup>-1</sup> de MS             | 33.0                | 37.5            | 40.8            |
| Energia Bruta, kcal/kg                               | 4379                | 4525            | 4490            |

<sup>1</sup> RR = Ração Referência; RT<sub>G</sub> = Ração teste resíduo de goiaba; RT<sub>M</sub> = Ração teste de moringa.

**Tabela 3.** Composição bromatológica do Resíduo de Goiaba (*Psidium guajava* L.) e da *Moringa oleifera* Lam., com base na matéria seca

| Variáveis  | Alimentos         |         |
|--|-------------------|---------|
|  | Resíduo de Goiaba | Moringa |
| Matéria seca, g kg <sup>-1</sup> de MN               | 908.3             | 881.6   |
| Proteína Bruta, g kg <sup>-1</sup> de MS             | 103.5             | 217.8   |
| Fibra em detergente neutro, g kg <sup>-1</sup> de MS | 729.9             | 359.5   |
| Fibra em detergente ácido, g kg <sup>-1</sup> de MS  | 583.0             | 229.1   |
| Hemicelulose, g kg <sup>-1</sup> de MS               | 146.9             | 130.4   |
| Lignina, g kg <sup>-1</sup> de MS                    | 245.3             | 39.3    |
| Cinzas, g kg <sup>-1</sup> de MS                     | 33.7              | 101.3   |
| Extrato Etéreo, g kg <sup>-1</sup> de MS             | 28.9              | 60.8    |
| Energia Bruta, kcal/kg                               | 5181              | 4632    |

**Tabela 4.** Composição aminoacídica do Resíduo de Goiaba (*Psidium guajava* L.) e *Moringa oleífera* Lam, em base da Matéria Natural (MN).

| Aminoácido          | Conteúdo (g kg <sup>-1</sup> de MN) |                              |
|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|
|                     | Resíduo de Goiaba                   | <i>Moringa oleífera</i> Lam. |
| Metionina           | 1.63                                | 3.02                         |
| Cistina             | 2.97                                | 2.16                         |
| Metionina + Cistina | 4.60                                | 5.18                         |
| Lisina              | 1.56                                | 6.82                         |
| Treonina            | 2.17                                | 6.68                         |
| Arginina            | 12.55                               | 10.87                        |
| Isoleucina          | 3.11                                | 6.55                         |
| Leucina             | 6.60                                | 11.47                        |
| Valina              | 3.76                                | 8.32                         |
| Histidina           | 2.18                                | 3.57                         |
| Fenilalanina        | 4.33                                | 9.15                         |
| Glicina             | 7.77                                | 7.46                         |
| Serina              | 3.77                                | 7.45                         |
| Prolina             | 2.67                                | 7.16                         |
| Alanina             | 3.33                                | 8.75                         |
| Ácido Aspártico     | 8.79                                | 15.01                        |
| Ácido Glutâmico     | 17.32                               | 22.85                        |

**Tabela 5.** Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e valores médios da energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (EMA), e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do Resíduo de Goiaba (*Psidium guajava* L.) e da *Moringa oleífera* Lam., com base na matéria seca.

| Variáveis <sup>1</sup>            | Alimentos         |         | Pr > F<br>(<0.05) | CV <sup>2</sup> (%) |
|-----------------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------------------|
|                                   | Resíduo de Goiaba | Moringa |                   |                     |
| CDAMS, kg kg <sup>-1</sup> de MS  | 0.3678*           | 0.3138  | 0.0030            | 3.02                |
| CDAPB, kg kg <sup>-1</sup> de MS  | 0.4161*           | 0.3372  | 0.0005            | 2.43                |
| CDAFDN, kg kg <sup>-1</sup> de MS | 0.2176            | 0.2812* | 0.0039            | 5.20                |
| CDAFDA, kg kg <sup>-1</sup> de MS | 0.1209            | 0.1512  | 0.3532            | 26.00               |
| CDALIG, kg kg <sup>-1</sup> de MS | 0.0553*           | 0.0368  | 0.0034            | 7.93                |
| CDAEE, kg kg <sup>-1</sup> de MS  | 0.3190            | 0.1875  | 0.2304            | 44.96               |
| CMAEB, kg kg <sup>-1</sup> de MS  | 0.3654*           | 0.3071  | 0.0011            | 2.54                |
| ED, kcal/kg                       | 1740*             | 1472    | 0.0026            | 6.11                |
| EMA, kcal/kg                      | 1708*             | 1419    | 0.0024            | 6.70                |
| EMAn, kcal/kg                     | 1661*             | 1360    | 0.0231            | 6.78                |

<sup>1</sup> Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), fibra em detergente neutro (CDAFDN), fibra em detergente ácido (CDAFDA), lignina (CDALIG) e energia bruta (CMAEB).

<sup>2</sup> CV= Coeficiente de Variação.

\* Significativo pelo teste F (P<0.05).



**Tabela 6.** Balanço de Nitrogênio de suínos alimentados com resíduo de goiaba (*Psidium guajava* L.) e *Moringa oleifera* Lam.

| Variáveis <sup>1</sup>   | Rações <sup>2</sup> |                 |                 | Pr > F<br>(<0.05) | CV <sup>3</sup><br>(%) |
|--|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------|
|  | RR                  | RT <sub>G</sub> | RT <sub>M</sub> |                   |                        |
| Nitrogênio ingerido (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS)                   | 24.41b              | 31.99a          | 31.33a          | <0.0001           | 2.25                   |
| Nitrogênio fecal (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS)                      | 2.14b               | 3.18b           | 8.53a           | <0.0001           | 17.22                  |
| Nitrogênio absorvido (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS)                  | 22.26b              | 28.80a          | 22.80b          | <0.0001           | 3.91                   |
| Nitrogênio urinário (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS)                   | 13.82a              | 13.26a          | 14.62a          | 0.7858            | 19.86                  |
| Nitrogênio excretado total (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS)            | 15.97b              | 16.44b          | 23.15a          | 0.0074            | 16.37                  |
| Nitrogênio retido (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS)                     | 8.43b               | 15.54a          | 8.18b           | 0.0121            | 31.86                  |
| Utilização líquida de proteína (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS)        | 0.34ab              | 0.48a           | 0.26b           | 0.0628            | 33.21                  |
| Valor biológico da proteína dietética (g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> de MS) | 0.37a               | 0.53a           | 0.35a           | 0.1305            | 30.88                  |

<sup>1</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0.05) pelo teste Tukey.

<sup>2</sup> RR = Ração Referência; RT<sub>G</sub> = Ração teste resíduo de goiaba; RT<sub>M</sub> = Ração teste de moringa.

<sup>3</sup> CV = Coeficiente de Variação.