



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA – DZ

ERIKA GONÇALVES CORRÊA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGÊNADA NA SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia*  
Benth), EM SISTEMA INTEGRADO, NO ECÓTONO DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-  
CERRADO**

SÃO LUÍS-MA

2023

**ERIKA GONÇALVES CORRÊA**

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGÊNADA NA SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia*  
Benth), EM SISTEMA INTEGRADO, NO ECÓTONO DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-  
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto  
ao curso de Zootecnia da Universidade Estadual do  
Maranhão – UEMA, para obtenção de Grau de  
Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 17/01/2023

**BANCA EXAMINADORA**



**1º EXAMINADOR (ORIENTADOR):**  
**Prof.ª Dr.ª Vália Xavier de Oliveira Apolinário.**

---

**2º EXAMINADOR:**

**Prof.º Dr.º José Antônio Alves Cutrim Júnior.**

---

**3º EXAMINADOR:**

**Prof.ª Dr.ª Diana Valadares Pessoa.**



Corrêa, Erika Gonçalves.

Influência da adubação nitrogenada na Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) em sistema integrado , no ecótono de transição Amazônia - Cerrado / Erika Gonçalves Corrêa. – São Luís, 2022.

...47

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual do Maranhão, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Valéria Xavier de Oliveira Apolinário.

1.Tanino. 2.Nitrogênio. 3.Produtividade. I.Título.

CDU: 631.84

## **DEDICO**

*A Deus, por nunca me desamparar e me dar forças até aqui!*

*Aos meus pais, Milton Campos Corrêa e Claudete Gonçalves Corrêa, por sempre acreditarem em mim e lutarem comigo na conquista desse sonho!*

*A minha irmã, Karina Gonçalves Corrêa, por ser minha âncora em todos os momentos!*

*Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.*

Josué 1:09

*“Nada é tão nosso quanto nossos sonhos”*

*Friedrich Nietzsche*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que mais uma vez me fortaleceu para que chegasse ao fim desse árduo desafio.

Aos meus pais, Milton Campos Corrêa, Claudete Gonçalves Corrêa, que foram essenciais durante essa longa jornada, meu alicerce, que acreditaram e me apoiaram em tudo que me propus a fazer. Quero agradecer também os meus pais de coração Adoclildes Lucimare, à vocês todo o meu amor e gratidão! Esse trabalho, não é apenas da Erika, esse trabalho é nosso! Cheguei até aqui, graças à vocês!

A minha irmã e fiel companheira Karina Corrêa, que esteve comigo em todos os momentos, festejou comigo os momentos bons e foi meu ombro amigo nos dias difíceis.

A minha Orientadora, Valéria Xavier de Oliveira Apolinário, que tenho como inspiração e imensa gratidão, respeito e admiração, obrigada por acreditar em mim, que desde de 2018 me concedeu oportunidades únicas, pela paciência, conselhos e incentivo desde o início.

A minha amiga e mestrandia Jossanya Castro por todo suporte, contribuições e correções direta para o enriquecimento deste trabalho.

A todo Grupo de Inovações em Sistemas de Integrados de Produção (GINTEGRA), pelo privilégio de trabalhar e aprender cada vez mais, em especial a Giselle Carneiro, Gislayne Barcelos, Danielle Rodrigues, Victor Hugo, Thaís Santos Figueiredo, sem a ajuda de vocês nada seria possível.

Ao meu amigo, Luís Raifere, do laboratório de Pós-colheita (LAPOC), pela amizade e suporte que contribuiu com esta pesquisa.

Aos meus amigos de curso Manuely Gomes, Rayanne Hissamy, Pedro Philipe, Yasmin Câmara, Epifânia Espindula, Davily Sousa, a companhia de vocês fez os meus dias na UEMA serem mais leves e felizes, obrigada!

A UFMA, em especial ao Dr. Livio M. Costa Junior, a Dauana Mesquita e toda sua equipe, sou grata por me acolherem tão bem e por todo apoio.

A UEMA, especialmente aos docentes do curso de Zootecnia, agradecer por todos os ensinamentos, por me proporcionarem ótimas oportunidades durante toda essa caminhada de aprendizado.

Enfim, quero agradecer a todos que direta e indiretamente fizeram parte dessa etapa importante em minha vida. Muito Obrigada!

## RESUMO

Na região do ecótono de transição Amazônia-Cerrado, há altos índices pluviométricos, temperatura e solos com baixa disponibilidade de nitrogênio (N), como os fertilizantes nitrogenados oneram os custos de produção, torna-se necessário assegurar sua máxima eficiência, por meio de doses adequadas. A introdução de leguminosas arbóreas nos sistemas agrossilvipastoris é uma abordagem possível à intensificação dos sistemas integrados, que além de contribuir com a fixação simbiótica de N, proporciona incremento na produção de forragem. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a composição química, dendrométrica, o efeito do tanino no desembainhamento larval e a umidade do solo sob níveis de adubação nitrogenada, em Sistema Agrossilvipastoril, no ecótono de transição Amazônia-Cerrado. O experimento foi conduzido na Unidade de Referência Tecnológica (URT) em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) da Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA), unidade Cocais, no município de Pindaré Mirim – MA, Brasil. O experimento foi implantado no ano de 2017 em 3 ha com o plantio do massai (*Megathyrsus maximus* Jaqc. cv. Massai) em consorcio com o milho (*Zea mays* L.) entre fileiras duplas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) no espaçamento de 30 × 3 × 2 m, e o babaçu (*Atallea speciosa* Mart.). O delineamento experimental utilizado foi o casualizado em blocos com três repetições. Cada bloco, foi subdividido em quatro piquetes de 0,25 ha. Os tratamentos foram 0, 100, 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. As adubações foram realizadas com ureia e parceladas nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2021. Foram utilizados novilhos anelados, com peso corporal (PC) médio inicial de 200 ± 35 kg, adotando o método de pastejo contínuo com taxa de lotação variável, segundo atécnicado put-and-take, permanecendo dois animais testes por piquete, e animais de ajustes de acordo com a disponibilidade de forragem (2 kg matéria verde seca (MVS) kg PC<sup>-1</sup>). A avaliação da sabiá foi realizada em fevereiro de 2022. Foram selecionadas 6 árvores por piquetes e avaliadas as variáveis dendrométricas (stand de plantas, comprimento do fuste (CF), diâmetro na base (DB), diâmetro na altura do peito (DAP), altura de Lorey (hL) e Volume, composição química (matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), nitrogênio (N), Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) das folhas e galhos. A análise estatística foi realizada utilizando o programa Infostat, pelo teste de Tukey (P<0,05). Os resultados encontrados, em relação as variáveis dendrométricas da sabiá, não houve diferença significativa (P>0,05) entre os níveis de avaliação (0, 100, 200 e 400 kg de N/ha/ano) para as variáveis Matéria Seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) contudo, o tratamento com 200N teve um maior incremento em todas as variáveis, apresentando DB médio de 9,03 cm, DAP médio de 7,78 cm e altura média de 6,66 m, para altura de Lorey encontrou-se a altura média estimada de 6,66 m com 5 anos de idade. A média estimada do volume da madeira da sabiá foi 0,5 m<sup>3</sup>. Em relação à composição química, na fração folha e galho, não houve diferença significativa (P>0,05) entre os níveis de avaliação para as variáveis Matéria Seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA). Quanto ao desembainhamento larval, o extrato cetônico da folha do tratamento 100 N (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) de *M. Caesalpinifolia* Benth, apresentou resultado mais eficaz, inibindo desembainhamento larval em 100% na concentração de 1,2 mg mL<sup>-1</sup>. Referente à Umidade do solo, não houve diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos e distâncias avaliadas. Dessa forma, quanto aos diferentes níveis de adubação nitrogenada, a dendrometria e composição química da sabiá não foram influenciadas no sistema agrossilvipastoril. Contudo, o extrato da folha de *Mimosa caesalpinifolia* Benth adubada com diferentes níveis de nitrogênio obtiveram resultados satisfatórios, na atividade inibitória de desembainhamento larval.

**Palavras Chaves:** leguminosa, dendometria, composição química, tanino.

## ABSTRACT

In the Amazon-Cerrado transition ecotone region, there are high rainfall, temperature and soils with low nitrogen (N) availability, as nitrogen fertilizers burden production costs, it becomes necessary to ensure their maximum efficiency, through doses suitable. The introduction of tree legumes in agrosilvopastoral systems is a possible approach to the intensification of integrated systems, which, in addition to contributing to symbiotic N fixation, provides an increase in forage production. The objective of this research was to evaluate the chemical composition, dendrometric, the effect of tannin on larval unsheathing and soil moisture under levels of nitrogen fertilization, in an Agrosilvopastoral System, in the Amazon-Cerrado transition ecotone. The experiment was conducted at the ICLF Technological Reference Unit -URT of the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), Cocais unit, located in the municipality of Pindaré-Mirim/MA. A randomized block design with four treatments and three replications was used. Each block had 1 ha and was divided into 12 plots of 0.25 ha. The treatments were: no nitrogen fertilization (0 N); application of 100 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (100N); application of 200 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (200 N); application of 400 kg of N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (400 N). Two test animals were used per paddock, while the adjustment animals were used based on the DM forage offer per kg of animal live weight. For sabiá evaluation, two collects were carried out with an interval of eight months and 72 trees were selected per collect to determine the plant stand per plot, stem length (SL), density, volume, height of Lorey (hL), diameter in the breast height (DBH), base diameter (BD) and total aerial biomass (leaves and branches). For the chemical composition of total biomass (leaves and branches), crude protein (CP), dry matter (DM), mineral matter (MM), nitrogen (N), in addition to BNF (leaves) were determined. Statistical analyzes were performed using the ProcMixed program from INFOSTAT. The means of each treatment were compared using the Tukey test, at the 5% probability level. The results found, in relation to the thrush dendrometric variables, there was no significant difference ( $P < 0.05$ ) between the evaluation levels for the variables Dry Matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP) Fiber in Neutral Detergent (FDN) and Fiber in Acid Detergent (FDA) however, the treatment with 200N had a greater increase in all variables, with an average DB of 9.03 cm, average DBH of 7.78 cm and average height of 6.66 m, for Lorey's height, an estimated average height of 6.66 m was found at 5 years of age. The estimated average volume of sabiá wood was 0.5 m<sup>3</sup>. Regarding the chemical composition, in the leaf and branch fraction, there was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the evaluation levels for the variables Dry Matter (DM), Mineral Matter (MM), Crude Protein (CP) Fiber in Neutral Detergent (FDN) and Fiber in Acid Detergent (FDA). As for larval unsheathing, the ketonic leaf extract of the 100 N (kg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>) treatment of *M. Caesalpinifolia* Benth showed the most effective result, inhibiting larval unsheathing by 100% at a concentration of 1.2 mg mL<sup>-1</sup>. Regarding soil moisture, there was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between treatments and evaluated distances. Thus, it is concluded that, regarding the different levels of nitrogen fertilization, the dendrometry and chemical composition of thrush were not influenced in the agrosilvopastoral system. However, the leaf extract of *Mimosa caesalpinifolia* Benth fertilized with different levels of nitrogen obtained satisfactory results in the inhibitory activity of larval unsheathing.

**Keywords:** legume, dendometry, chemical composition, tannin.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Mapa da localização geográfica da URT em experimento de ILPF, em Pindaré-Mirim, MA, Brasil.....20
- Figura 2** - Temperatura (°C) e precipitação mensal (mm), do período experimental, no município de Pindaré-Mirim, MA.....20
- Figura 3** – Área experimental da sabiá em sistema agrossilvipastoril, na URT de ILPF, da Embrapa Cocais, Pindaré – Mirim, Brasil.....22
- Figura 4** – Distribuição da leguminosa arbórea no sistema agrossilvipastoril, em Pindaré Mirim - MA.....23
- Figura 5** – Identificação dos fustes.....25
- Figura 6**- Esquema demonstrando a ativação de enzimas.....26
- Figura 7**– Medição de circunferência para obtenção da Altura de Lorey(hl).....25
- Figura 8**- Teste de desembainhamento larvar do extrato de folha de *Mimosa caesalpinifolia* Benth sob níveis de adubação nitrogenada.....38

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Atributos químicos do solo, da área experimental na profundidade de 0-10, 10-20, 20-30 cm, em novembro de 2019.....**21**
- Tabela 2** - Atributos físicos do solo, da área experimental na profundidade de 0-10, 10-20, 20-30 cm, em novembro de 2019.....**21**
- Tabela 3** - Variáveis dendrométricas da sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) sob níveis de adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, no município de Pindaré Mirim – MA.....**29**
- Tabela 4** - Composição química da sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) sob diferentes níveis de adubação nitrogenada em SIPA no município de Pindaré Mirim – MA..... **30**
- Tabela 5** - Composição química da sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) sob diferentes níveis de adubação nitrogenada em SIPA no município de Pindaré Mirim – MA.....**32**
- Tabela 8** – Valores médios do teor de umidade relativa do solo da profundidade 10-20cm, sob diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada em SIPA no município de Pindaré Mirim – MA.....**40**

## **LISTA DE SIGLAS**

**CF** - Comprimento do fuste

**DAP** - Diâmetro a altura do peito

**DB** - Diâmetro da base

**EA** - Entre Árvores

**FBN** - Fixação Biológica de Nitrogênio

**FDN**- Fibra em Detergente Neutro

**FDA**- Fibra em Detergente Ácido

**hL** - Altura de Lorey

**ILPF** - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

**MM** - Matéria Mineral

**MO** - Matéria Orgânica

**MS**- Matéria Seca

**N** - Nitrogênio

**PB** - Proteína Bruta

**PSOL** - Pleno Sol

**SIPA**- Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

**TC**- Tânilo Condensado

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 Sistemas Agrossilvipastoril.....	14
2.2 Fixação biológica da Sabiá .....	15
2.3 Adubação Nitrogenada em Sistema Agrossilvipastoril .....	16
2.4 Umidade do Solo em Sistema Agrossilvipastoril .....	17
2.5 Benéficos do tanino condensado na dieta de ruminantes.....	18
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 GERAL:.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1 ESPECÍFICOS: .....</b>	<b>19</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
4.1 Localização e Caracterização da Área Estudada .....	20
4.2 Histórico da área .....	22
4.3 Descrição de Delineamento Experimental.....	23
4.4 Avaliação Dendométrica da Sabiá.....	25
4.5 Avaliação da Composição Química.....	26
4.6 Avaliação do Teste de desbainhamento larvar.....	26
4.7 Avaliação da Umidade do Solo .....	27
<b>5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....</b>	<b>28</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
6.1 Variáveis Dendométricas da Sábvia .....	28
6.2 Composição Química.....	32
6.3 Teste da utilização de tanino no desembainhamento larvar.....	35
6.4 Umidade do Solo .....	37
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas projeta que até 2050 ocorrerá um aumento de 70% na demanda mundial por alimentos e de 55% na de água (WWAP, 2014). A produção de alimentos deverá ter como premissa básica o uso sustentável dos recursos naturais, especialmente solo e água. Estimativas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) para a qualidade das pastagens referem que mais da metade da área de pastagens no Bioma Cerrado do Brasil pode estar em algum estágio de degradação. Isso corresponde a aproximadamente 32 milhões de hectares de pastagens, abaixo do esperado (VALLE JÚNIOR et al., 2019), gerando grandes prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

O custo global anual das perdas na produção de carne devido à degradação das pastagens é de cerca de 7 bilhões de dólares, chegando a 1 bilhão de dólares nos países da América Latina (KWON et al., 2016). A degradação avançada implica em redução progressiva da massa forrageira e conseqüentemente no desempenho dos animais (PACIULLO et al., 2014).

Uma alternativa para minimizar essa problemática, seria a implantação do Sistema de Produção Agropecuária (SIPA), combinação simultânea ou intercalada de cultivos agrícolas, florestais e criações de animais (PARRON et al., 2019) compatíveis com a Organização das Nações Unidas (ONU), denominado Redução de Emissões provenientes de desmatamento e degradação florestal (REDD+), por sua capacidade de fixar carbono e conservar paisagens florestais com alto grau de diversidade (SCHROTH et al. 2015).

Dentre os exemplos benéficos promovidos por SIPA, incluem o aumento da fertilidade e conservação do solo (LIMA et al., 2018), fixação biológica de nitrogênio (FBN) considerada a principal via de inclusão do N atmosférico no sistema solo-planta (TERRA et al., 2019), maior conforto térmico para os animais (PACIULLO et al., 2014), Também existem benefícios ambientais, como conservação da biodiversidade, mitigação de gases de efeito estufa (FROTA et al., 2017).

Com o intuito de estabelecer sistemas produtivos capazes de manter ou melhorar o meio ambiente a adoção de sistemas integrados de produção, tais como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) pode ser uma das alternativas visando tornar esses sistemas mais sustentáveis e rentáveis para os produtores (DUBEUX JR. et al., 2017).

Vale ressaltar que, o preço dos adubos importados acumulam alta de até 53% no Brasil desde o início da guerra entre Rússia e Ucrânia, reduzindo o uso desse recurso. O valor da ureia, referência para nitrogenados, avançou 46% na mesma base comparativa, para US\$ 856,70 por tonelada, avalia o diretor de Fertilizantes (MELLO, 2022).

A leguminosa arbórea *Mimosa caesalpinifolia* Benth (sabiá), é uma das opções utilizadas em SIPA, na região nordeste, devido a sua alta adaptação e por prestar diversos

serviços ecossistêmicos na pastagem (HERRERA et al. 2021). Os serviços ecossistêmicos representam condições e processos por meio dos quais os ecossistemas contribuem direta e indiretamente para a qualidade e manutenção da vida humana (PARRON et. al., 2019).

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA)

Sistemas Integrados de Produção Agropecuária(SIPA), é uma estratégia viável, que integra na mesma área lavoura, árvores ou arbustos em pastagens com a presença de animais, diversificando a exploração dos serviços ecossistêmicos (PINHEIRO et al. 2018). Em 2010, a área com Sistemas Integrados de Produção Agropecuária era de 5,5 milhões de hectares, passando para 17,43 milhões no ano de 2021, demonstrando boa adoção por parte dos produtores (REDE ILPF, 2021).

A adesão da utilização destes sistemas deve-se principalmente aos seus benefícios e vantagens, tais quais: eficiência no uso de recursos naturais (WRIGHT et al., 2011); capacidade melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo e ciclagem de nutrientes, reduzindo os gastos de produção (RYSCHAWY et al., 2012).

A implantação do Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, utilizando leguminosas arbóreas como alternativa, fornecem diversas vantagens, como a elevação da matéria orgânica no solo, conforto para animais, permitindo uma gestão, com uso eficiente dos recursos naturais e intensificação do solo. Chará et al. (2019), observaram aumento da produtividade e a recuperação de áreas degradadas, caracterizados por integrar cultivos agrícolas, florestais e criações de animais, com interações sociais, biológicas e econômicas.

A leguminosa *Mimosa caesalpinifolia* Benth, popularmente conhecida como Sabiá, é uma planta da família *Fabaceae*, a espécie apresenta rápido crescimento, alta capacidade de regeneração e resistência à seca. Possui potencial para o reflorestamento em áreas de solos tropicais degradados (MELO et al., 2018). Conforme Barcellos et al. (2008) a leguminosa contribui diretamente na produção animal, no perfil quantitativo e qualitativo da dieta, com o efeito mais marcante sobre o desempenho animal (produção/ animal/dia), a qual apresenta uma relação inversa com a taxa de lotação (animais/áreas) e direta com a oferta de forragem (kg de forragem/animal/dia).

No entanto, ainda existe a necessidade de aprimoramento e conhecimento à cerca desses sistemas de produção, para torná-los mais eficientes no uso dos recursos naturais. Buscando conhecer sobre os impactos que esse sistema causa na sociedade e na economia, ocorreu a COP

27, a 27ª sessão da Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês).

O principal objetivo da COP 27 foi a reiteração e cumprimento dos compromissos e metas de redução da emissão de gases do efeito estufa estabelecidos em sessões anteriores, visando acelerar a ação sobre as mudanças climáticas. Foram promovidas inúmeras discussões sobre temas importantes para a ação climática, como medidas de adaptação e resiliência, redução do desmatamento, transição energética, adoção de práticas sustentáveis pelo agronegócio (GUITARRARA, 2022).

Ressaltando-se a importância do conhecimento acerca de técnicas que otimizem a produção com baixo impacto ambiental, mostrando que a intensificação na produção seja baseada pelo uso eficiente dos recursos ambientais, de forma a tornar a prática cada vez mais sustentável (TERRA et al., 2019).

## **2.2 Fixação biológica de nitrogênio da Sabiá**

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma das características mais atraentes nas leguminosas, e pode variar de acordo com a espécie, ambiente e manejo (DUBEUX JR. et al., 2017). A fixação biológica de nitrogênio é realizada por meio de um complexo enzimático denominado nitrogenase, presente em alguns microrganismos conhecidos como diazotróficos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006) que pode ser afetado por fatores ambientais como: acidez do solo, deficiência/excesso de minerais e quantidade de N inorgânico no solo (BARCELLOS et al., 2008).

As leguminosas compreendem espécies que desempenham papel relevante na produção animal, em virtude do elevado teor de proteína e da capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico no solo. A *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, pertence à família *Fabaceae* e é conhecida no Nordeste popularmente como sabiá (LACERDA et al., 2006). Leguminosas com capacidade biológica de fixar N apresenta menor relação C/N (ZANETTI, 2010), o que pode proporcionar maior mineralização e disponibilização do N para o solo durante o processo de decomposição, aumentando o teor de N no sistema e reduzindo a necessidade de aplicação de fertilizantes químicos.

A planta sabiá geralmente em condições naturais está associada simultaneamente a fungos micorrízicos arbusculares e bactérias fixadoras de nitrogênio, favorecendo a nutrição da planta, absorção de água e tolerância a estresses abióticos (MAIA, 2019). A FBN é considerada a principal via de inclusão do N atmosférico no sistema solo-planta (TERRA et al., 2019).

Vale destacar que, na Zona da Mata de Pernambuco, Apolinário et al. (2015) encontraram concentração de N na folha da sabiá em Sistema Sivilpastoril variando de 27 a 38,5 g/kg<sup>1</sup>. O N biologicamente fixado nas folhas variou de 30 a 121 kg ha<sup>-1</sup>. Além do mais, a sabiá tem potencial para ser utilizada como forrageira, por apresentar elevado teor proteico, com média de 187 g/kg MS em suas folhas (HERRERA et al., 2021).

### **2.3 Adubação Nitrogenada em Sistema Agrossilvipastoril**

Sabe-se que existem nutrientes que são essenciais ao desenvolvimento de plantas e que são classificados em macro e micronutrientes, conforme a quantidade extraída pela planta (SANTOS, 2016). Dentre estes, um dos principais nutrientes exigido na manutenção da produtividade da gramínea é o nitrogênio (N), sendo o principal componente das proteínas participando dinamicamente da síntese de compostos orgânicos que compõem a estrutura vegetal (ABREU et al., 2020).

De acordo com a Lei do Mínimo, criada por Liebig em 1840, o crescimento de plantas é controlado pelo recurso mais escasso (fator limitante) e não pela quantidade de recursos totais (NODARI, GUERRA, 2015). A adubação nitrogenada tem influência significativa na produção de biomassa das gramíneas forrageiras, o nitrogênio atua no controle de diferentes processos de crescimento e desenvolvimento do vegetal, em especial na fixação de carbono.

Dessa forma, em condições de baixa disponibilidade de N no tecido vegetal, a taxa fotossintética das plantas pode ser afetada diretamente, por meio de efeitos na síntese e atividade da enzima ribulose-1,5-bisfosfato-carboxilase-oxigenase, Rubisco, responsável pela assimilação do CO<sub>2</sub> (ROSADO; GONTIJO, 2017). Além disso, o uso da adubação nitrogenada em pastagens é uma opção para intensificar os sistemas de produção animal, aumentando a produtividade e com consequência elevando a taxa de lotação animal (VIÇOSI et al., 2020).

Devido à elevada concentração de N no fertilizante e o menor custo por quilograma de N, a ureia é, a fonte mais utilizada pelos produtores em todo o país (ROSADO; GONTIJO, 2017). Atualmente, um dos principais sistemas de produção onde observa-se capacidade de suprir as exigências de N das culturas agrícolas, são os chamados Sistemas Integrados de Produção Agropecuária – SIPA, (SILVA et al. 2020).

Neste tipo de sistema de produção agropecuária, o nitrogênio é um dos nutrientes com maior destaque, uma vez que a presença de espécies com grande absorção de nitrogênio, além de contribuir para a ciclagem de N, reduzem a ocorrência de lixiviação devido a presença de matéria orgânica (SANGOI et al., 2003).

Dessa forma, precisa-se de constantes pesquisas no sentido de se obter conhecimento do comportamento de repostas de forrageiras (gramíneas e leguminosas), quais fatores ambientais (abióticos e bióticos) influenciam, modo de utilização e manejo adequados (MARTUSCELLO et al., 2019) e a intensificação dos sistemas cultivados, buscando-se uma produção sustentável, maiores produtividades com menores gastos com insumos externos, consequentemente visando grandes rendimentos.

#### **2.4 Umidade do Solo em Sistema Agrossilvipastoril**

O solo é um recurso natural essencial para o funcionamento dos ecossistemas. A qualidade do solo é um atributo fundamental para manutenção sustentável das culturas e consequentemente para a garantia de alimentos para a população (ROCHA et al., 2022). O manejo inadequado e intensivo do solo pode provocar gradativamente sua degradação, que configura-se como um processo multifatorial de forte ameaça ao meio ambiente e a produção agrícola (JIN et al., 2022).

Entre as estratégias agrícolas que tendem a contribuir para o aumento da sustentabilidade do solo, destacam-se os sistemas agrossilvipastoris, que favorece a qualidade do solo, pois a manutenção de resíduos vegetais é constante, possibilitando melhorias nas condições físico-químicas e biológicas, incorporação de matéria orgânica, além de aumentar a ciclagem e eficiência de utilização dos nutrientes (ALVARENGA et al. 2010).

Aguiar (2008) afirma que plantas florestais, devido a maior capacidade de absorção de água, podem reduzir rapidamente a umidade do solo (principalmente em solos novos, com pouca capacidade de armazenamento de água). O microclima do solo causado pela sombra da espécie arbórea no sistema e a serapilheira, e a retenção de umidade, pode contribuir com a fertilidade do solo (DUBEUX et al. 2017).

É importante ressaltar que, o teor de umidade do solo, estimula o desenvolvimento microbiano (GUANGMING et al. 2017), no qual, o manejo inadequado reflete estresse na biomassa microbiana no sistema solo, que afetam a densidade, a diversidade e a atividade das populações do solo, logo torna-se um importante parâmetro utilizado como indicadores de qualidade do solo (VINHAL FREITAS et al. 2017; MAHARJAN et al. 2017).

Além disso, umidade e a temperatura do solo são os fatores que mais influenciam a emissão de CO<sub>2</sub>, (LOURENTE et al., 2011). As raízes das espécies arbóreas, por exemplo, contribuem com a fertilidade, pois são capazes de acessar os reservatórios de nutrientes das camadas mais profundas do solo, contribuindo com o aporte de N e C do solo (SIQUEIRA et al., 2014).

Dessa forma, a determinação da umidade do solo (BONINI; ALVES, 2012) é um parâmetro importante para ser estudado e analisado para incorporar e colaborar com os parâmetros físicos e biológicos de qualidade do solo.

## **2.5 Benefícios do tanino condensado na dieta de ruminantes**

Taninos são polímeros de polifenóis solúveis em água de peso molecular relativamente alto e tem a capacidade de formar complexos principalmente com proteínas devido à presença de um grande número de grupos hidroxila fenólicos. Eles ocorrem em muitas plantas forrageiras, arbustos e leguminosas, frutas, cereais e grãos (PATRA & SAXENA, 2010). Estudos vêm sendo desenvolvidos, buscando espécies da região Nordeste do Brasil com potencial taninífero (AZEVEDO et al., 2017).

A *Mimosa caesalpinifolia* Benth, popularmente conhecida como sabiá, é uma planta taninífera que ocorre naturalmente em vários estados da região Nordeste do Brasil. Caracterizada pelo rápido crescimento, alta capacidade de regeneração e resistência à seca, é amplamente consumida por pequenos ruminantes na estação chuvosa e também tem sido utilizada como suplemento alimentar em períodos de escassez (BARBOSA, 1997). Esses compostos que podem ser encontrados na sábia, são capazes de interferir no metabolismo de proteínas e lipídios no rúmen, formando complexos não degradáveis com proteínas dietéticas e assim modulam várias atividades bacterianas, incluindo a biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados (BUCCIONI et al., 2015). Uma vez hidrolisados, os AGI passam por um processo conhecido como biohidrogenação, que consiste na adição de hidrogênio nas duplas ligações, aumentando o grau de saturação destes ou seja diminui a toxicidade dos lipídios para os microrganismos ruminais e assim favorecem a digestibilidade. (KOZLOSKI, 2011).

Em concentrações moderadas os taninos podem ser utilizados para promover aumento na eficiência na digestão da proteína, dessa forma, a utilização dessas leguminosas taníferas na alimentação de ruminantes influencia positivamente na qualidade da carne (AZEVEDO et al., 2018). A identificação de taninos condensados nas partes da planta, agrega ainda mais valor a espécie, estudos mostram que partes da árvore podem conter um teor de taninos condensados que justifiquem a sua extração. Todas as partes da planta apresentam taninos vegetais, as folhas possuem 5,71%, ramos finos com 4,38% e a cascas com 8,38% de teor de taninos condensados (FADEL, 2011).

Além disso, dietas com níveis moderados de taninos condensados podem melhorar a utilização do nitrogênio pelos ruminantes, estando ligado à redução da atividade proteolítica dos microrganismos no rúmen, sem reduzir a síntese de proteína microbiana (MIN et al., 2003),

sendo uma vantagem para o desempenho animal, aumentando assim o fluxo de proteínas não degradadas para o abomaso (WOODWARD et al., 2000). Desta forma, há uma maior retenção do nitrogênio pelos animais, com melhorias no seu desempenho, redução dos efeitos negativos sobre o meio ambiente e redução nos custos de produção (ÁVILA, 2018).

Atualmente o tanino condensado é muito utilizado na produção de resinas para uso na indústria de painéis de madeira (BATTESTIN et al., 2004) e como aditivo na alimentação animal (AGUERRE et al., 2016). Foram relatados também outros benefícios como, redução na produção de metano, redução na ocorrência de timpanismo e aumento nas concentrações de ácido linoléico conjugado no leite (BENCHAAR et al., 2008; CIESLAK et al., 2012).

De acordo com NIEZEN et al. (1995), o uso de plantas ricas em taninos condensados (TC) pode ser indicado como uma alternativa no controle de helmintos, reduzindo o uso de produtos químicos, assim como os custos de produção. Forrageiras com alto teor de TC, quando fornecidos a ovinos e bovinos, melhoram a digestão proteica e absorção dos aminoácidos. (VALDERRÁBANO; DELFA; URIARTE, 2002).

Sabe-se que o parasitismo de nematóides gastrointestinais é um dos principais fatores limitantes da exploração de pequenos ruminantes em áreas tropicais e temperadas, resultando em baixa produtividade e alta mortalidade (COSTA JÚNIOR et al., 2005). TC podem ser utilizados no bloqueio do ciclo de nematódeos em pastagens contaminadas, desenvolvimento larval, reinfecções e reduzindo a viabilidade dos nematódeos (MOLAN et al., 2003). Portanto, a utilização de fontes de TC na dieta dos animais diminui a pressão de seleção sobre os nematódeos gastrintestinais (NGI).

Nesse contexto é necessária estratégias para o controle desses nematoides. Uma alternativa sustentável é o estudo com extratos de plantas leguminosas, que possuem compostos fitoquímicos com ação anti-helmíntica (MARIE-MAGDELEINE et al., 2009; ADEMOLA; ELOFF, 2010; WATERMAN et al., 2010; HOSTE; TORRES-ACOSTA, 2011; HOSTE et al., 2012).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL:**

Avaliar a biomassa, dendrometria, composição química, o efeito anti-helmíntico do tanino e a umidade do solo sob níveis de adubação nitrogenada, em Sistema Integrados de Produção Agropecuária , no ecótono de transição Amazônia-Cerrado.

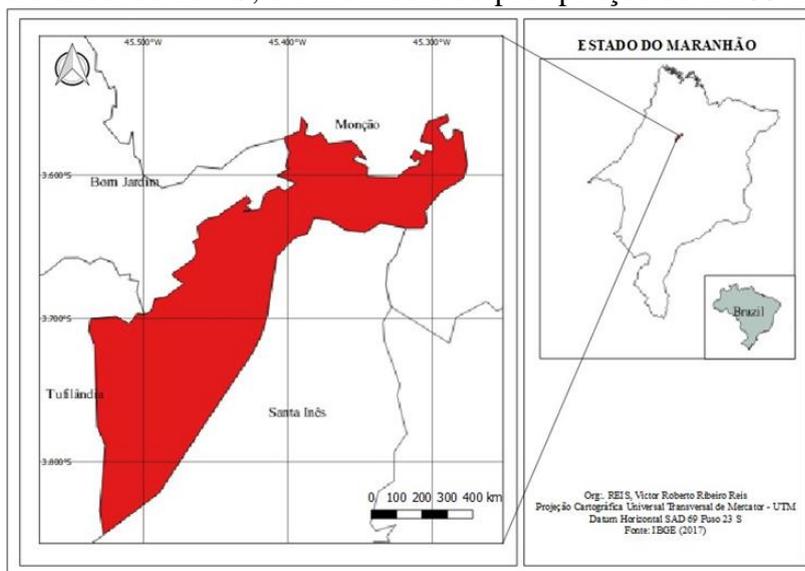
### 3 HÍPOTESE:

O uso da adubação nitrogenada influencia na produção, composição química da *Mimosa caesalpinifolia* Benth (sabiá) e umidade do solo, em Sistema Integrados de Produção Agropecuária nas condições do ecótono de transição Amazônia-Cerrado.

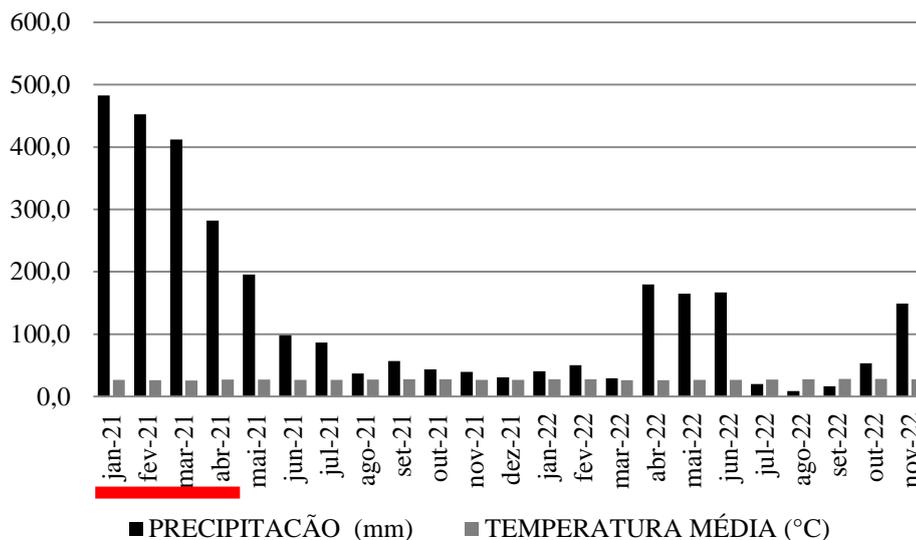
## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Localização e Caracterização da Área Estudada

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Referência Tecnológica - URT de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, unidade Cocais, localizada no município de Pindaré-Mirim – MA, BR. Localizada entre as coordenadas geográficas 3° 46' 9.12'' S de latitude, 45° 30' 1.44'' W de longitude e 33 m ao nível do mar. O clima da região é do tipo Aw, segundo (PEEL et al., 2007) com temperatura média anual de 27 °C, e uma média de precipitação de 2.100 mm ano-1 (INMET, 2021).



**Figura 2** - Mapa da localização geográfica da URT em experimento de ILPF, em Pindaré-Mirim, MA, Brasil. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).



**Figura 3** - Temperatura (°C) e precipitação mensal (mm), do período experimental, no município de Pindaré-Mirim, MA. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022).

O solo do local é classificado como Plintossolo Argilúvico Distrófico típico (ARAÚJO et al., 2019), recoberto originalmente por vegetação de Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, com predomínio de palmeira Babaçu (*Atallea speciosa* Mart.). Na implantação do experimento, em novembro de 2017, foi realizada análise física e química do solo de acordo com TEXEIRA et al., (2017) encontrando os seguintes resultados apresentados na Tabela 3 e 4.

**Tabela 3** - Atributos químicos do solo, da área experimental na profundidade de 0-10, 10-20, 20-30 cm, em novembro de 2019.

	MO	pH	P	K	Ca	Mg	Na	SB	Al	H	CTC	V
Profundidades (cm)	g kg <sup>-1</sup>	CaCl	mg dm <sup>-3</sup>	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )							%	
0 – 10	4,0	5,1	5,6	0,5	0,2	0,1	0,9	0,8	0,0	0,2	1	71
10 – 20	3,0	4,8	4,0	0,4	0,3	0,1	0,7	0,8	0,0	1,7	2,5	70
20 – 30	3,0	4,2	2,3	0,3	0,2	0,16	0,7	0,6	0,3	1,7	2,6	64

P: fósforo (Mehlich-I); K<sup>+</sup>: potássio; Ca<sup>+2</sup>: cálcio; Mg<sup>+2</sup>: magnésio; Na<sup>+</sup>:sódio; Al<sup>+3</sup>: alumínio; H<sup>+</sup>: hidrogênio; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases.

**Tabela 4** - Atributos físicos do solo, da área experimental na profundidade de 0-10, 10-20, 20-30 cm, em novembro de 2019.

	AG	AF	Silte	Argila	S/A	Textura
Profundidades	(2 – 0,02)	(0,02–0,05)	(0,05 – 0,002)	(<0,002)		

(cm)		(mm)					
0 – 10	3	78	10	10	1	Franco Arenoso	
10 – 20	3	75	8	14	0,5	Franco Arenoso	
20 – 30	3	75	9	14	0,6	Franco Arenoso	

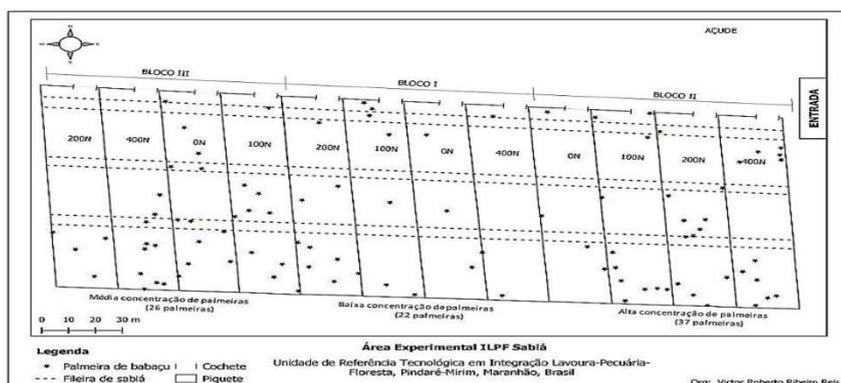
AG: areia grossa; AF: areia fina; S/A: relação silte e argila.

## 4.2 Histórico da área

A área experimental com SIPA foi implantada no ano de 2017 em substituição à pastagem degradada de massai, possuindo 3 ha com média de 28 palmeiras de babaçu (*Atallea speciosa* Mart) distribuídas aleatórias por hectare. No plantio da sábia as mudas foram transplantadas com 50 cm de altura em espaçamento de 3 m x 2 m x 30 m entre fileiras duplas (figura 5). Em 2018 e 2019 foram realizadas podas, com a retirada dos galhos mais finos e distorcidos, permanecendo de um a três fustes por plantas com objetivo de deixar os mais retos e grossos para servir de estaca.

Na instalação do experimento, o plantio do milho e da pastagem foram feitos em consórcio, no primeiro ano foi plantado uma safra de milho híbrido KWS9304, antes da formação da pastagem de *M. maximus* cv. Massai, consorciado com dois componentes arbóreos babaçu e sabiá. Para adubação da área foi utilizado 1,0 ton. ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico para o cultivo do milho, após 15 dias da semeadura foi aplicado uma subdosagem dos herbicidas Atrazina e Nicosulfuron para atrasar o desenvolvimento da forragem, que associada ao sombreamento do milho diminuiria a competição por nutrientes do solo.

A adubação da cultura do milho foi realizada da seguinte maneira: adubação de fundação = 400 kg/ha<sup>-1</sup> da fórmula (04 - 30 - 10 + Zn); 1ª adubação de cobertura = 200 kg/ ha<sup>-1</sup> da fórmula (36-00-30), após 10 dias da emergência do milho; e a 2ª adubação de cobertura = 200 kg/ha-1 da fórmula (36-00-30), 20 dias após a primeira adubação de cobertura.

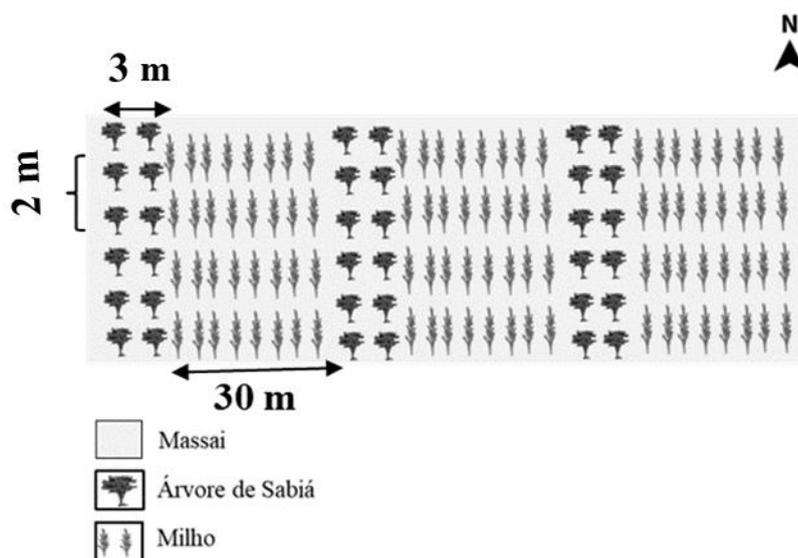


**Figura 4** – Área experimental da sabã em sistema agrosilvipastoril, na URT de ILPF, da Embrapa Cocais, Pindaré – Mirim, Brasil.

### 4.3 Descrição de Delineamento Experimental

A área experimental foi composta por 3 ha, com 28 palmeiras de babaçu (*Atallea speciosa* Mart) distribuídas aleatórias por hectare. O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições, cada bloco com 1 ha subdividido em quatro piquetes, cada piquete com área de 0,25 ha com uma média inicial de 51 árvores de sabã por piquete dispostos em fileira dupla  $30 \times 3 \times 2$ .

Cada piquete correspondeu a um tratamento da combinação do uso de leguminosa, e níveis de adubação nitrogenada, resultando em quatro tratamentos: (0, 100, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). As adubações nitrogenadas foram realizadas com ureia e parceladas quatro vezes nos meses de maior precipitação pluviométrica (figura 3) janeiro, fevereiro, março e abril de 2021. O adubo foi distribuído manualmente em intervalo de 28 dias.



**Figura 5** – Distribuição da leguminosa arbórea no sistema agrossilvipastoril, em Pindaré Mirim - MA.

O método de pastejo utilizado foi de lotação contínua com carga variável, conforme metodologia proposta por Mott e Lucas (1952). Onde o ajuste dos animais nos piquetes foi adaptado conforme recomendação de Sollenberger et al. (2005), ajustando a oferta de forragem por meio da relação direta entre massa de forragem verde seca e o peso vivo dos animais. Assim, os animais testadores permanecerão nas parcelas pelo tempo necessário e, quando possível, foi utilizado um número variável de animais de ajuste para a manutenção da oferta de forragem.

Os animais utilizados foram novilhos anelados machos não castrados, com peso médio de 230 kg que são distribuídos nos tratamentos, de acordo com a oferta de forragem. Foram utilizados dois animais “Testes” por piquete, enquanto que os animais “ajustes” foram utilizados de acordo com a disponibilidade de forragem a fim de manter uma oferta de forragem de 3 em todos tratamentos. A cada 28 dias os animais foram pesados e realizado controle de endo e ectoparasitas a cada três meses. Tanto o sal mineral quanto a água foram disponibilizados para consumo “*ad libitum*” em todos piquetes com cerca elétrica.

#### 4.4 Avaliação Dendométrica da Sabiá

A coleta para avaliação da sabiá foi realizada em fevereiro de 2022, quando as árvores apresentavam 5 anos de idade, derrubando seis árvores por parcela (uma em cada fileira), totalizando 72 árvores na área experimental. O critério usado para o desbaste da sabiá foi feito com base no número de fustes, duas árvores com um fuste, duas com dois fustes e duas com três ou quatro fustes, para melhor representatividade.

Foi avaliado o stand, número de árvores por parcela, e nas árvores selecionadas foram avaliados o diâmetro na base (DB), diâmetro na altura do peito (DAP), comprimento do fuste (CF) dos fustes, utilizando uma fita métrica. Com a medição do comprimento do(s) fuste(s), considerando a porção entre a altura de corte e as últimas ramificações da copa (MOURA et al. 2006), foi estimada a altura de Lorey (hL) (MACHADO E FIGUEIREDO FILHO, 2006).

Posteriormente, foi realizado o desbaste das seis árvores por parcela a 25 cm de altura do solo, em cada parcela experimental, com medição do comprimento do(s) fuste(s), considerando a porção entre a altura de corte e as últimas ramificações da copa (MOURA et al., 2006), para a estimativa da altura de Lorey (hL) conforme a seguinte expressão:

$$hL = \frac{\sum_i^n (h_i * g_i)}{\sum_i^n g_i}$$

Em que: hL = altura de Lorey; i = quantidade de fustes; h<sub>i</sub> = comprimento do(s) fuste(s); g<sub>i</sub> = área basimétrica do(s) fuste(s).



**Figura 6-** (A)-Identificação dos fuste (B)-Medição de DAP e DB (C)-Altura de Lorey

#### **4.5 Avaliação da Composição Química**

Para determinação da composição química, as folhas e os galhos total foram pesados no campo logo após a separação; as subamostras pesadas úmidas foram secas em estufa a 65°C por 72 h. As amostras retiradas da estufa foram pesadas novamente após pré secagem (peso seco) e moídas, nas folhas e nos galhos foram avaliadas matéria seca (MS), proteína bruta (PB), Material Mineral(MM), utilizando a metodologia descrita por Detmann et al., (2012), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) pelo método de Van Soest et al. (1991), em autoclave, conforme relatado por Pell e Schofiel (1993).

#### **4.1 Avaliação da Biomassa Aérea da Sabiá**

A biomassa aérea total e por partes das plantas (folhas e fuste; em que os galhos finos possuíam < 4,9 cm; galhos médios 5 - 10 cm e galhos grossos > 10 cm de circunferência) foram pesados no campo logo após a separação, as subamostras das folhas e dos galhos foram compostas por 500 e 1000 g, nessa ordem. Após esse processo foram encaminhadas para a Universidade Estadual do Maranhão e analisadas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia – LANAB, secadas em estufa a 55 °C até peso constante.

#### **4.2 Avaliação do efeito antihelmintico da sabiá pelo teste de desbainhamento larval**

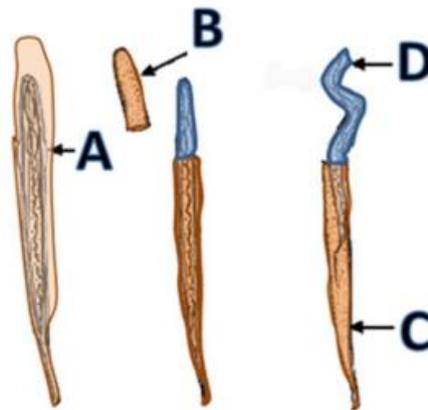
O teste para avaliar o desbainhamento larval foi realizado utilizando metodologia descrita por MINHO et al. (2014). O teste foi realizado na Universidade Federal do Maranhão.

Dividido em 4 etapas:

1. Preparação do extrato a ser testado
2. Lavagem
3. Solução de Miton

#### 4. Preparo da placa de 24 poços

O cálculo da porcentagem (%) de desembainhamento é realizado segundo a equação a seguir: (número de larvas (L) sem bainha/ número de L<sup>3</sup> sem bainha + número de L<sup>3</sup> com bainha \* 100)



**Figura 7.** Esquema demonstrando a ativação de enzimas, incluindo a leucina aminopeptidase, as quais são liberadas para o ducto excretor da larva e passam para o espaço entre as duas cutículas. A ação enzimática enfraquece a cutícula (A). A quebra da cutícula na extremidade anterior da larva permite que esta região se destaque como uma tampa (B). A larva infectante ou L<sup>3</sup> (C) se contorce, deixando a bainha (D) para trás, tornando-se infectante no trato digestório do animal. Adaptado de Johnstone (1998).

#### 4.7 Avaliação da Úmidade do Solo

A coleta para avaliação da umidade do solo foi realizada nos meses de março e julho de 2022. Coletando-se 6 amostras por piquete, foram 12 piquetes com 3 fileiras duplas, em cada rua foi coletada 2 amostras com a profundidade de 10-20 cm,

totalizando 72 amostras. As amostras foram coletadas a pleno sol e entre árvores, afim de analisar se há interferência da adubação e do sombreamento no teor de umidade do solo. Dessa forma, foram 36 amostras coletadas a pleno sol e 36 amostras entre árvores, sendo 2 amostras por Rua, 1 a pleno sol e 1 entre a fileira de árvore. Logo após a coleta, ainda com o solo úmido as amostras foram pesadas para obter o peso úmido e levadas à estufa posteriormente, para obtenção do peso do solo seco.

Para a determinação da umidade do solo (US), foi usado o método termogravimétrico, conforme Embrapa (2009), que consiste em pesar a massa de solo úmido e, em seguida, secá-lo em estufa a 105 – 110°C por 24 horas, e, após esses passos, determinar sua massa seca, conforme Equação:

Em que:  $US = MSU = \text{Massa de Solo Úmida (g)} / MSS = \text{Massa de Solo Seco (g)}$ .

## **5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o pacote estatístico InfoStat, para realizar análise de variância. As médias de cada tratamento foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Variáveis Dendométricas da Sábua**

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 3). Segundo Silva et al. (2003), as respostas à aplicação de N podem ser esperadas em solos com teores mais baixos de MOS, geralmente arenosos, como o solo do presente estudo (Tabela 4).

**Tabela 3** – Variáveis dendrométricas da sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) sob níveis de adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, no município de Pindaré Mirim – MA.

Variável Dendrométricas	Níveis de N (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				
	0	100	200	400	EPM
Stand (árvores ha <sup>-1</sup> )	196	215	180	156	0,4
DB (cm)	9,03	9,2	9,65	9,87	1,45
DAP (cm)	7,24	7,22	7,65	7,78	1,23
CF (cm)	6,53	6,43	5,73	7,17	0,8
hL (m)	6,66	6,46	6,54	7,35	0,5
Vol (m <sup>3</sup> )	0,5	0,5	0,4	0,5	0,1

DB: Diâmetro da base; DAP: diâmetro à altura do peito; CF: Comprimento do fuste; hL: Altura de Lorey; Vol: Volume da tora; EPM: padrão da média.

Paiva (2019) avaliando um monocultivo de sabiá com 7 anos de idade encontrou DB médio de 6,5 cm, DAP médio de 3,4 cm e altura média de 6,5 m, valores inferiores as médias encontradas na presente pesquisa, onde a sabiá com 5 anos apresentou DB médio de 9,87 cm, DAP médio de 7,78 cm e altura média de 7,35 m (Tabela 3).

Esses resultados demonstram que as variáveis estudadas são suscetíveis a sofrer influência de fatores como a idade, genética, desbaste e espaçamento (ELOY et al., 2016; SILVA et al., 2016; MOULIN et al., 2017).

Os resultados encontrados na presente pesquisa, estão relacionados com as condições climáticas da região do ecótono de transição amazônia-cerrado, com alta precipitação e temperatura o que pode ter contribuído para maior crescimento das árvores do experimento.

O resultado de DAP encontrado (7,24 cm), permite a comercialização da sabiá

para estaca, pois de acordo com CARVALHO et al. (2004) o DAP mínimo para a produção de estacas é de 7 cm para a produção de estacas com 2,2 metros de comprimento. Essa característica da sabiá favorece melhores estacas e mourões, usados no campo, e entroncas, usadas na construção civil (CARVALHO et al.; 2007).

Para altura de Lorey (hL), segundo CARVALHO et al., (2004) a Sabiá atinge altura de 7,0 a 10,0 m quando adulta, justificando o resultado da altura média estimada de 7,35 m com 5 anos de idade encontrada nesta pesquisa, sendo uma média superior à encontrada por SUASSUNA (2003) que avaliou a altura de um sabiazal com 6 anos de idade, espaçado de 2,0 x 2,0 m e obteve altura média das plantas de 5,6 m com taxa de incremento médio anual de 0,9 m;

A média estimada do volume da madeira da sabiá foi 0,5 m<sup>3</sup>, valor superior ao encontrado por HERRERA et al. (2020) cujo volume da sabiá foi de 0,3 m<sup>3</sup> nas árvores da sabiá com 7 anos de idade na Zona da Mata Norte de Pernambuco. Esses resultados podem está relacionados às condições climáticas como maior precipitação e umidade de solo. A disponibilidade da água segundo MACHADO et al. (2008) é um fator determinante para aumentar a produção vegetal.

BARROS (2010) ao encontrar o volume de 0,78m<sup>3</sup>, indica que a Sabiá, é uma espécie recomendável, tornando mais rentável a implantação, visto que o retorno em volume empilhado de lenha é bem maior, tendo um retorno econômico e ambiental mais satisfatório.

## 6.2 Biomassa Aérea da Sabiá

Observou-se que, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de avaliação (Tabela 4).

**Tabela 4** - Biomassa aérea da sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) sob níveis de adubação nitrogenada em sistema agrossilvipastoril, no município de Pindaré Mirim – MA.

---

Níveis de N (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)

---

<b>Variável</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>EPM</b>
<b>Biomassa (kg ha)</b>					
Folha	274,1	222,24	131,25	197,68	0,34
<b>Galhos (cm)</b>					
Finos (<4,9)	1.010,40	1.038,80	1.223,30	710,6	0,73
Médios (5-10)	1.422,00	1.590,70	777,3	865,4	0,19
Grossos (> 10)	4.119,70	4.909,80	2.135,20	3.700,70	0,22
<b>Total</b>	<b>7.626,30</b>	<b>6.991,60</b>	<b>4.267,20</b>	<b>5.474,40</b>	<b>0,33</b>

EPM: erro padrão da média.

Quanto aos galhos, mesmo não tendo diferença significativa, percebe-se que teve um maior incremento o tratamento 200N, na fração de galhos finos com 1.223,30(kg ha). Sabe-se que as frações dos galhos finos, por apresentarem velocidade de decomposição mais rápida de acordo com APOLINÁRIO et al., (2016) servem como alternativa de proteção e retorno de nutrientes na pastagem.

Em relação aos galhos grossos, houve um maior incremento no tratamento 100N com 4.909,80 (kg ha), eles servem como estacas e sua comercialização tem um potencial de permitir uma renda anual da produção total do sistema de U\$ 500-600 ha<sup>-1</sup> (APOLINÁRIO et al., 2015), e sua implantação pode contribuir na redução da exploração irracional da floresta nativa, produto da extração irregular de madeira (NÓBREGA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2019).

O valor comercial das estacas de sabiá conforme a Secretaria do Estado da Fazenda do Maranhão (2021), com diâmetro maior que sete cm é estimado aproximadamente entre R\$ 5,17 (com 2,2 m de comprimento).

### 6.3 Composição Química

Na fração folha, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis de avaliação para as variáveis Matéria Seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido(FDA) (Tabela 5).

Os teores de MS, assumem papel fundamental na taxa de consumo de forragem, pois, quanto maior o valor nutritivo da forragem, maior também o aporte de nutrientes disponíveis para o animal (DE LIMA, 2008). Em relação à variável MM, sabe-se que altos teores de matéria mineral colaboram para diminuição do poder calorífico, podem ainda causar perda de energia e sua presença afeta também a transferência de calor (KLAUTAU, 2012).

O resultado encontrado por COSTA et al. (2011) que aborda sobre a folhagem da sábia, como sendo uma fonte de alimento para grandes e pequenos ruminantes, devido ao alto valor nutricional contendo aproximadamente 17% de proteína bruta, contribui com o resultado encontrado nesta pesquisa, com teor de PB de  $18,36(\text{g kg}^{-1})$  na fração folha. Podendo também ser utilizada com intuito de diminuir os efeitos da falta de forragem na época seca, sendo ofertada em cocho na forma de silagem ou feno (NETO; OLIVEIRA; VALEN, 2015).

Quanto à variável Fibra em Detergente Neutro (FDN), em suas pesquisas VIEIRA et al. (2005) encontrou teor de 46,1% no período chuvoso, corroborando com os resultados encontrados, na qual obteve 46,04% de FDN no tratamento 200 N(kg/ha/ano), na fração folha.

**Tabela 5** - Composição química de folhas e galhos da sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) sob diferentes níveis de adubação nitrogenada em SIPA no município de Pindaré Mirim – MA.

Variáveis	Níveis N (kg/ha/ano)				EPM	Valor - P
	0	100	200	400		
<b>Folha</b>						

MS (g kg <sup>-1</sup> )	27,97	27,28	28,29	28,21	4,69	0,0133
MM (g kg <sup>-1</sup> )	33,2	35,4	32,8	34,7	0,56	0,0235
PB (g kg <sup>-1</sup> )	176,6	168,7	183,76	178,77	0,68	0,0923
FDN (g kg <sup>-1</sup> )	423,4	312,2	460,4	304,6	1,7	0,0309
FDA (g kg <sup>-1</sup> )	125,6	132,2	125,1	133,9	2,08	0,0423
<b>Galhos (&lt; 4,9)</b>						
MS (kg MS ha <sup>-1</sup> <sub>1</sub> )	40,97	35,76	34,67	35,01	4,57	0,0735
MM (g kg <sup>-1</sup> )	31,5	33,3	33,5	31,6	0,04	0,0238
PB (g kg <sup>-1</sup> )	54,6	53	51	49,31	1,31	0,0378
FDN (g kg <sup>-1</sup> )	65,18	68,03	76,43	67,02	3,1	0,0178
FDA (g kg <sup>-1</sup> )	128,5	124,3	120,4	132,2	0,79	0,0481
<b>Galhos (5 - 10)</b>						
MS (kg MS ha <sup>-1</sup> <sub>1</sub> )	56,06	59,76	49,85	53,88	2,14	0,0277
MM (g kg <sup>-1</sup> )	3,39	3,44	3,5	3,44	0,07	0,0338
PB (g kg <sup>-1</sup> )	51,07	47	46,41	46,73	0,73	0,0647
FDN (g kg <sup>-1</sup> )	69,09	51,8	64,67	60,68	9,81	0,0131
FDA (g kg <sup>-1</sup> )	155,2	151,7	147,3	146,3	0,85	0,0552
<b>Galhos (&gt; 10)</b>						
MS (kg MS ha <sup>-1</sup> <sub>1</sub> )	58,25	55,99	63,29	57,69	5,72	0,0357
MM (g kg <sup>-1</sup> )	3,43	3,17	3,19	4,41	1,14	0,0538
PB (g kg <sup>-1</sup> )	43,81	42	44,11	43,23	0,58	0,0787
FDN (g kg <sup>-1</sup> )	43,68	71,15	45,38	69,51	2,06	0,0231
FDA (g kg <sup>-1</sup> )	100,5	109	102,7	104,2	6,09	0,0567

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EPM: erro padrão da média.

Nas frações galhos e folhas, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os níveis de avaliação para as variáveis Matéria Seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) (Tabela 5). No entanto, ao avaliar o teor de matéria seca nas folhas de sabiá ALMEIDA (2006) encontrou o valor de 17,5 (kg MS ha<sup>-1</sup>), valor inferior ao encontrado no presente trabalho, em que o teor de matéria seca da componente folha foi de 28,29(kg MS ha<sup>-1</sup>) no tratamento 200N .

Em relação ao Material Mineral, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ), porém vale destacar que, Gonçalves et al. (2010) ressaltam que a resistência natural da madeira de sabiá ao ataque de cupins e outros organismos xilófagos estar relacionada aos teores de MM.

Avaliando Protéina Bruta, a fração folha, apresentou no tratamento 200N um teor de 18,36% de N. (Tabela 5). É importante destacar que as folhas da sabiá são alternativas para suplementação alimentar *in natura* ou conservada. O maior teor de N encontrado nas leguminosas ressalta o incremento de PB na dieta dos animais. (NETO; OLIVEIRA; VALEN, 2016).

Além disso, as folhas contribuem com a ciclagem de nutrientes, que apresentam maiores teores de nitrogênio e mineralizam mais rapidamente que os galhos, com potencial de cobertura e incorporação de matéria orgânica ao solo, com possível aumento da produtividade do pasto, a longo prazo (MELLO et al. 2014).

Para FDA, segundo COSTA et al. (2021), no período de menor precipitação, a proporção de componentes da parede celular é elevada, ocorrendo o aumento dos constituintes fibrosos, corroborando com as médias encontrada de 15,02% na fração do galho médio (Tabela 5).

Os galhos finos, normalmente ficam depositados no solo e apresentam velocidade de decomposição mais rápida, em relação aos médios e grossos, de acordo com APOLINÁRIO et al. (2016), e servem como alternativa de proteção e retorno de

nutrientes na pastagem, tendo em vista que não possuem finalidade comercial. Além disso, garantem a cobertura do solo por mais tempo. (LIN et al. 2012).

Os valores das fibras variam em função das partes das plantas, e isso pode explicar as diferenças encontradas no componente folha. Outros fatores como idade da planta, precipitação e complexo tanino podem contribuir com essas variações (MARTINS et al. 2021).

#### **6.4 Teste do uso de tanino no desembainhamento larvar**

O extrato cetônico da folha do tratamento 100 N ( $\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) de *M. Caesalpinifolia* Benth, apresentou resultado mais eficaz, inibindo o desembainhamento larval em 100% na concentração de  $1,2 \text{ mg mL}^{-1}$  e mesmo na última concentração ( $0,075 \text{ mg mL}^{-1}$ ), a eficiência na inibição manteve-se em torno de 50%. (Figura 8).

Valor superior ao encontrado por (COSTA JÚNIOR et al., 2017) que na dose de  $1,2 \text{ mg mL}^{-1}$ , o extrato de folha e caule de *M. caesalpinifolia* inibiu a desembainhamento larval do larvas mistas de *H. contortus* e *T. colubriformis* em torno de 94,3%. OLIVEIRA et., al (2011) obtiveram resultados semelhantes ao encontrado, em um estudo da ação anti-helmíntica do extrato de folha de *Leucaena leucocephala* e *Mimosa tenuiflora*: os extratos bloquearam completamente o desembainhamento larval de *H. contortus*.

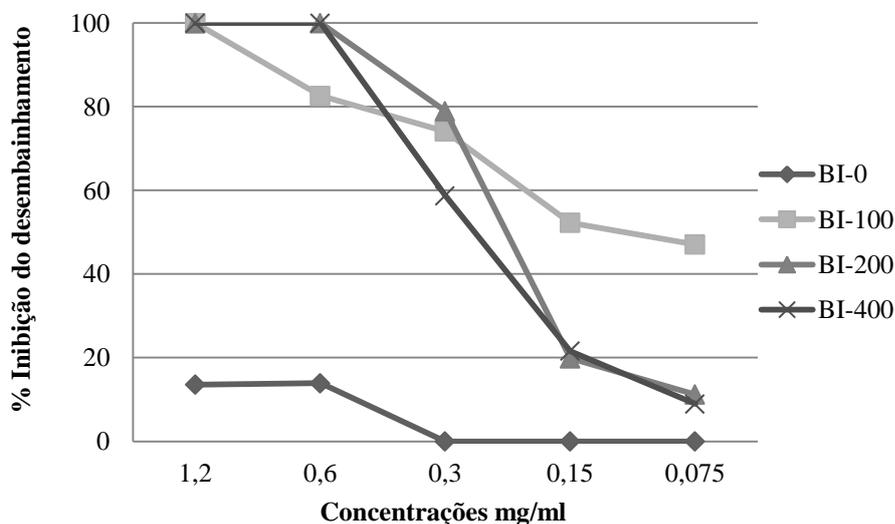
Neste trabalho, observou-se que todos os tratamentos atingem 100% de eficiência na inibição, contudo a partir da 3ª concentração de  $0,3 \text{ mg mL}^{-1}$ , todos os tratamentos começam a ter uma eficiência menor, em torno de 12% , porém destaca-se o tratamento 100 N ( $\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ), que se sobrepõe aos demais níveis de nitrogênio, com cerca de 90% de inibição.

Os extratos de plantas taniníferas têm demonstrado maior atividade do que outros extratos, dependendo da estrutura dos monômeros tâninos condensados presentes na planta (MOLAN et al., 2003). Corroborando com os resultados encontrados na presente pesquisa, mostrando que o extrato cetônico da folha de *Mimosa caesalpinifolia*

Benth, adubada com diferentes níveis de nitrogênio obtiveram resultados satisfatórios, na atividade inibitória de desembainhamento larval.

É importante ressaltar que, em baixas concentrações os taninos podem agir de forma semelhante a alguns antibióticos, manipulando o ambiente ruminal e promovendo benefícios nutricionais ao animal (BRUTTI, 2017).

Além disso, esses compostos encontrados na sábia, são capazes de interferir no metabolismo de proteínas e lipídios no rúmen, formando complexos não degradáveis com proteínas dietéticas e assim modulam várias atividades bacterianas (BUCCIONI et al., 2015).



**Figura 8-** Teste de desembainhamento larvar do extrato de folha de *Mimosa caesalpinifolia* Benth sob níveis de adubação nitrogenada.

### 6.5 Úmidade do Solo

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e distâncias avaliados (Tabela 8). Entretanto, sabe-se que a umidade do solo pode ser influenciada pela absorção e transpiração das plantas, sendo provável que o consumo de água pelas árvores promova uma menor umidade (MENECHALI et al. 2019). Explicando a média encontrada de 4,38% na distância Entre Árvores do tratamento 0 N (Tabela 8).

Os mesmos autores, destacam que outro fato a ser considerado, é a interceptação da chuva pela parte aérea das plantas, é provável que as árvores presentes proporcionam maior interceptação da água precipitada, dessa forma, reduzindo a quantidade de água da chuva que alcança e conseqüentemente se infiltra no solo.

Plantas de maior capacidade de absorção de água, reduzem mais rapidamente a umidade do solo (DA SILVA et al. 2021). Avaliar o teor de umidade do solo é essencial, pois conforme ALEIXO et al. (2020) características como umidade, temperatura, disponibilidade de oxigênio e o clima, são alguns dos fatores importantes que direcionam o fluxo e velocidade de mineralização do N.

Altos níveis de N podem influenciar na umidade do solo, gerando salinidade no solo, dificultando a absorção de água e outros nutrientes (BATISTA et al, 2018). Explicando que as doses aplicadas na presente pesquisa, podem ter influenciado nos teores de umidade encontrados (Tabela 6).

**Tabela 6** – Teor de umidade do solo da profundidade 10-20 cm, sob diferente Níveis de Adubação Nitrogenada em SIPA no município de Pindaré Mirim – MA.

Distâncias Avaliadas	
Níveis de N	PSOL
0	5,8288889
400	4,7877778
100	4,3177778

200            4,1388889

EPM=0,6173382

**Valor P-** 0,0395

Níveis de N	EA
200	5,0366667
400	4,8700000
100	4,5866667
0	4,3833333

EPM= 0,6173382

**Valor P-** 0,0233

Esse resultado pode ser explicado pelo fato da textura do solo da área experimental, ser classificada como Franco Arenosa (Tabela 2). Segundo BOSSOI (2011) um solo com textura arenosa apresenta menor superfície específica e, conseqüentemente, menor retenção de água e conforme CHERUBIN (2015) inúmeros fatores influenciam na qualidade do solo, tais como: umidade, clima, planta, manejo e suas interações. Segundo GALONET et al., (2010), a temperatura influencia na umidade do solo, fator que pode ter influenciado nos resultados encontrados.

## CONCLUSÃO

A dendrometria, a composição química da sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e a úmidade do solo não foram influenciadas pelos níveis de adubação nitrogenada no sistema agrossilvipastoril.

O uso de 100 N ( $\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) contribuiu na atividade inibitória de desembainhamento larval, com ação inibitoria em 100% na concentração de 1,2 mg  $\text{mL}^{-1}$  e mesmo na ultima concentração (0,075 mg  $\text{MI}^{-1}$ ), a eficiência na inibição manteve-se em torno de 50% .

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. J. INÁCIO. Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem do *Megathyrus maximus* brs zuri submetido a adubação nitrogenada. **Boletim De Indústria Animal**, v. 77, p. 1-17, (2020).
- AGUIAR, M.I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: UFV, (2008).
- ALMEIDA, A. C. S.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, J. A. A.; LIRA, M.A.; GUIM, A. Avaliação química-bromatológica de espécies arbóreas e arbustivas de pastagens em três municípios de Pernambuco. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 1, p. 1-9, (2006).
- ALVARENGA, RAMON COSTA et al. **Sistema integração lavoura-pecuária-floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras**, Informe Agropecuário, v. 31, n. 257, p. 59-67, jul./ago. (2010).
- ALVES, J. S.; PIRES, A. J. V.; MATSUMOTO, S. N.; FIGUEIREDO, M. P.; RIBEIRO, G. S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 1, p. 1-10, (2008).
- ANANTASOOK, N.; WANAPAT, M.; CHERDTHONG, A. et al. Effect of tannins and saponins in *Samanea saman* on rumen environment, milk yield and milk composition in
- ANGULO, A. M. H. **Sistemas silvipastoris com leguminosas arbóreas e *Brachiariadecumbens* Stapf: Biomassa arbórea, decomposição de folhas e fertilidade do solo**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, (2020).
- APOLINÁRIO, V. X. O.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L.; COELHO, C. D. L.; MUIR, J. P.; SAMPAIO, E. V. S. B. Decomposition of arboreal legume fractions in a silvopastoral system. **Crop Science**, v.1, n.3, p.1-24. (2016).
- APOLINÁRIO, V. X. O.; DUBEUX, J. C. B.;JR.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, M. V. F.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MUIR, J. P. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**. v. 107, p. 1915-1921. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj14.0624>, (2015).

BARROS, B. C.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; REBOUÇAS, A. C. M. N. Volumetria e sobrevivência de espécies nativas e exóticas no polo gesseiro do Araripe, PE. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 641-647. <http://dx.doi.org/10.5902/198050982422>, (2010).

BASSOI, Luís Henrique; SOARES, José Monteiro. **Relação solo-água-plantas**, (2011).

BATISTA, AUGUSTO et al. **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral**. Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, p. 113-161, (2018).

BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 545-553, (2018).

BLANS, N. BRANDÃO. Estudo de sistemas agrossilvipastoris sob a ótica da avaliação do ciclo de vida. 2019. 87 f. **Dissertação (Mestrado Agronegócios)** – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, (2019).]

BRUTTI, D.D. **Taninos na fermentação ruminal in vitro do capim Marandu adubado ou não com nitrogênio**. 57 f. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. (2017).

BUCCIONI, A.; SERRA, A.; MINIERI, S. et al. Milk production, composition, and milk fatty acid profile from grazing sheep fed diets supplemented with chestnut tannin extract and extruded linseed. **Small Ruminant Research**, v.130, p.200–207, (2015).

CARVALHO, F. C.; GARCIA, R.; DE ARAÚJO FILHO, J. A.; COUTO, L.; NEVES, J. C.L.; ROGÉRIO, M. C. P. Manejo in situ do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) para produção simultânea de madeira e forragem, em um sistema silvipastoril. **Embrapa Caprinos e Ovinos**. (2004).

CARVALHO, P.E.R. **Sabiá - *Mimosa caesalpinifolia***. Circular técnica, 135. Colombo: Embrapa Florestas, (2007).

CORDEIRO, L. A. M., VILELA, L., MARCHÃO, R. L., KLUTHCOUSKI, J., & MARTHA JÚNIOR, G. B. **Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo** (2015).

COSTA JÚNIOR, G. S.; MENDONÇA, I. L.; CAMPELO, J. E. G.; CAVALCANTE, R. R.; FILHO, L. A. D.; NASCIMENTO, I. M. R.; ALMEIDA, E. C. COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; CAMURÇAVASCONCELOS, A. L. F.; MACIEL, M. V.;

MORAIS, SM; CASTRO, CMS; BRAGA, R. S.; CHAVES, R. M. **Efeito de vermifugação estratégica, com princípio ativo à base de ivermectina na incidência de parasitos gastrintestinais no rebanho caprino da UFPI.** *Ciência Animal Brasileira, Goiânia*, v. 6, n. 4, p. 279-286, (2005).

COSTA, M. R. G. F., CARNEIRO, M. D. S., Pereira, E. S., Magalhaes, J. A., COSTA, N. D. L., MOCHEL FILHO, W., & BEZERRA, A. **Utilização do feno de forrageiras lenhosas nativas do Nordeste brasileiro na alimentação de ovinos e caprinos** (2011).

COSTA, S. B. M.; MELLO, A. C. L.; DUBEUX JR, J. C. B.; SANTOS, M. V, F.; CUNHA, M. V.; COELHO, J.J. (2021). Proportion and digestibility of tree legumes in diets of grazing cattle in a tropical silvopastoral system. **Livestock Science**. 252, 104689,(2021).

COUTINHO, L. M. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de textos, p.128, (2016).

DA SILVA, T. R. G., DA COSTA, M. L. A., FARIAS, L. R. A., DOS SANTOS, M. A., DE LIMA ROCHA, J. J., & SILVA, J. V. **Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas**. *Research, Society and Development*, 10(4), e19710413817-e19710413817, (2021).

DAVIDSON, E., DE ARAÚJO, A., ARTAXO, P. et al. The Amazon basin in transition. *Nature*, v.481, p.321–328, (2012).

DE LIMA, I. C.; LIRA, M. D. A.; DE MELLO, A. C.; DOS SANTOS, M. V.; DE FREITAS, E. V.; FERREIRA, R. L. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 289- 294, (2008).

DUBEUX JCB JR, MUIR JP, APOLINÁRIO VX, DE O et al . Leguminosas arbóreas: um recurso subexplorado em silvopastos de clima quente. **Rev Bras Zootec** 46:689–703. doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000800010>, (2017).

DUBEUX JR, J. C. B.; CUNHA, M. V.; SANTOS, M. V. F. Potential of *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex Walp and *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. in silvopastoral systems intercropped with signalgrass [*Urochloa decumbens* (Stapf)]. *Agrofor Syst*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00625-7>, (2021).

ELOY, E.; SILVA, D. A.; SCHMIDT, D.; TREVISAN, R.; CARON, B. O.; ELLI, E.F.(2016) Effect of planting age and spacing on energy properties of *Eucalyptus grandis* w. Hill ex maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 4, p.749-758, <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000400019>, (2016).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisas de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 212p. (1997).

FONTANELI, R. S., FONTANELI, R. S., SANTOS, H. P. dos, NASCIMENTO JUNIOR, A. do, MINELLA, E., CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 111, p. 2116-2120, (2009).

GALON, L., TIRONI, S. P., ROCHA, A. A., SOARES, E. R., CONCEIÇÃO, G. & ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. *Revista Trópica*, 4(3), 18-38. 10.0000/rtcab.v4i3.307, (2010).

GUITARRARA, Paloma. "COP 27 — **Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas**"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/cop-27-conferencia-das-nacoes-unidas-sobre-as-mudancas-climaticas.htm>. Acesso em 13 de dezembro de 2022.

HERRERA, A. M, MELLO, A. C. L; MELLO, A. C. L.; APOLINÁRIO, V. X. O; DUBEUX JR, J. C. B.; CUNHA, M. V.; SANTOS, M. V. F. Potential of *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex Walp and *Mimosa caesalpinifolia* Benth. in silvopastoral systems intercropped with signalgrass [*Urochloa decumbens* (Stapf)]. *Agrofor Syst.* DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00625-7>, (2021).

IBGE. Produção Agropecuária 2020. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>>. Acesso em: 27 ago. 2021.

JIN, Q.; WANG, C.; SARDANS, J.; VANCOV, T.; FANG, Y.; WU, L.; HUANG, X.; GARGALLO-GARRIGA, A.; PEÑUELAS, J.; WANG, W. Effect of soil degradation on the carbon concentration and retention of nitrogen and phosphorus across Chinese rice paddy fields. *Catena*, v. 209, 105810, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105810>, (2022).

JORDÃO, HALF WEINBERG CORRÊA. Qualidade do solo em um sistema integrado de produção agropecuária com pastejo por ovinos, (2022).

KOZLOSKI, G.V. Bioquímica dos ruminantes. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011, 216p.

KWON, H. Y.; NKONYA, E.; JOHNSON, T.; GRAW, V.; KATO, E.; KIHU, E. Global Estimates of the Impacts of Grassland Degradation on Livestock Productivity from 2001 to 2011. In: Nkonya, E., Mirzabaev, A., Von Braun, J. (Eds.), *Economics of*

Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development. Springer Open, pp. 197–214, (2016).

LACERDA, M. R. BELTRÃO et al. Physical and chemical characteristics of coir dust and sisal residue for seedling production of sabiá (*Mimosa casalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, p. 163-170, (2006).

lactating dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n. 2, p. 335–344, (2015).

LEMOS, B. J. MARTINS. Avaliação da digestibilidade in vitro de alimentos para ruminantes. **Seminários aplicados do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás.(Mestrado) Goiânia**, (2011).

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. Dendrometria. 2 ed. Guarapuava: **Editora Unicentro**, 316 p. (2008).

MAKKAR, HPS (2003). Medição de Fenólicos Totais e Taninos pelo Método de Folin-Ciocalteu. In: Quantificação de Taninos em Folhagem de Árvores e Arbustos. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-0273-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-0273-7_3), (2003).

MARTUSCELLO, J. A.;RIOS J. F.;FERREIRA,M. R.;ASSIS, J. A.;BRAZ, T. G. S.; VIEIRA CUNHA, D. N. F. produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Industria**. Animal,Nova Odessa, v. 76, n.5, p.1-10, (2019).

MENECHILI FILHO, Humberto Tadeu. **Efeito do desbaste na interação entre os componentes de um sistema silvipastoril**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, (2019).

MOLAN, AL; MEAGHER, LP; SPENCER, P. UMA.; SIVAKUMARAN, S. Efeito dos avan-3-ols na eclosão de ovos in vitro, desenvolvimento larval e viabilidade de larvas infectantes de *Trichostrongylus colubriformis*. *Jornal Internacional de Parasitologia*, Victoria, v. 33, n. 14, pág.1691-1698, (2003)

MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2a ed. UFLA, Lavras, Brasil. 729 p, (2006).

NODARI, RUBENS ONOFRE; GUERRA, Miguel Pedro. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos avançados**, v. 29, p. 183-207, (2015).

OLIVEIRA, L. M. B.; BEVILAQUA, C. M. L.; IARA MACEDO T. F.; MORAIS, S. M.; MONTEIRO, M. V. B.; CAMPELLO, C. C.; RIBEIRO, W. L. C.; BATISTA, E. K. F. Effect of six tropical tanniferous plant extracts on larval exsheathment of *Haemonchus contortus*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, Jaboticabal, v.20, n. 2, p. 155-160, (2011b).

OLIVEIRA, V. S.; MORAIS, J. A. S.; RANGEL, J. H. A.; NETO, J. A. S.; SANTOS, A. C. P.; VALENÇA, R. L.; FAGUNDES, J. L. Disponibilidade de forragem, resíduos pós-pastejo e comportamento ingestivo de bovinos de corte em sistema silvipastoril. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.1 2, n 2, p. 223-232. (2016).

PACHECO, Abílio Rodrigues. A importância da ILPF para produção de água. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE). SEMINÁRIO AMBIENTAL**, 5., 2018. Belo Horizonte. Água: conexão entre o meio ambiente e produção sustentável: anais. Belo Horizonte: Sistema FAEMG,( 2018).

PADUA, F. TEIXEIRA de et al. Produção de matéria seca e composição químico-bromatológica do feno de três leguminosas forrageiras tropicais em dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1253-1257, (2006).

PAIVA, L. L. (2019) **O raleio altera a produtividade do plantio e a concentração de taninos na casca da Mimosa caesalpinifolia Benth.** 70 f. Dissertação (Mestrado) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, (2019).

PARRON, L. M. et al. Avaliação de serviços ecossistêmicos em sistemas agrossilvipastoris. **Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica**, v. 30, n. 1, p. 81, (2019).

PEREIRA, A. P. A.; MENDES, L. W.; OLIVEIRA, F. A. S.; ANTUNES, J. E. L.; MELO, V. M. M.; ARAÚJO, A. S. F. **Land degradation affects the microbial communities in the Brazilian Caatinga biome.** *Catena*, v. 211, 105961. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105961>, (2021).

ROCHA, A. F. BRANDÃO et al. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroecológicos no Cerrado Mineiro. **Sociedade & Natureza**, v. 34, (2022).

Rodrigues Barros Brito, D., Martins Costa Júnior, L., Garcia, J. L., Gomes Lopes, S., Cutrim de Oliveira Santos, G., & da Silva Sousa, J. V. **In vitro action of Mimosa caesalpinifolia ketone extract on Haemonchus contortus and Trichostrongylus colubriformis.** *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4), 1963-1971. (2017).

RODRIGUES, L.NEIVA ; PRUSKI, Fernando Falco. Fundamentos e benefícios do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para os recursos hídricos. **Embrapa Cerrados-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, (2019).

ROMEIRO, E. RENATO, C. DOS SANTOS BATISTA BONINI, and, A. BATISTA NETO. "Infiltração de água no solo sob diferentes usos e manejo." **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental** da Alta Paulista 10.7, (2014).

ROSADO, T. LOPES; GONTIJO, IVONEY. Adubação nitrogenada em pastagens: os resultados promissores obtidos na pesquisa e a realidade enfrentada pelos produtores. **Vértices (Campos dos Goitacazes)**, v. 19, n. 1, (2017).

SANGOI, LUÍS et al. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, v. 33, p. 65-70, (2003).

SANTANA NETO, JA, OLIVEIRA, VS, & VALENÇA, RL. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido–revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 14(2), 191-200, (2015).

SANTOS, RICARDO MARTINS et al. Montagem e acurácia de um sistema experimental de pesagem para calibração de sensores de umidade do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1162-1169, (2006).

SCHETTINI, B. L. S., JACOVINE, L. A. G., NOLASCO, S. N. D. O. N., TORRES, C. M. M. E., VILLANOVA, P. H., DA ROCHA, S. J. S. S., COMINI, I. B. Potencial de estocagem de carbono em sistemas silvipastoris no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, (2019).

SCHROTH, G.; BEDE, L. C.; PAIVA, A. O.; CASSANO, C. R.; AMORIM, A. M.; FARIA. Contribution of agroforests to landscape carbon storage. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(7), 1175-1190,(2015).

SEFAZ - **Secretária de Estado da Fazenda do Maranhão**. 2021. Disponível em: <https://sistemas1.sefaz.ma.gov.br/portalsefaz/pdf?codigo=2081>. Acesso em: 01/08/2021.

SILVA, N. G.; SILVA, C. V. Percepção dos produtores rurais sobre os sistemas integrados na produção agropecuária (SIPAs). **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 2, p. 172-186, (2020).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed. (2013).

TERRA, A. B. C; FLORENTINO, LIGIANE, A. F; REZENDE, A. V; SILVA, N. C. D. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 42, n.2, p. 309-310. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16016>, (2019).

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 18(2):104-111, (1963).

VALLE JÚNIOR, R. F.; SIQUEIRA, H. E.; VALERA, C. A.; OLIVEIRA, C. F.; FERNANDES, L. F. S.; MOURA, J. P.; PACHECO, A. L. Diagnosis of degraded pastures using an improved NDVI-based remote sensing approach: an application to the Environmental Protection Area of Uberaba River Basin (Minas Gerais, Brasil). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 14, p. 20-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.02.01>, (2019).

VAN SOEST, P.J.; J.B. ROBERTSON.; B.A. LEWIS. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, (1991).

VIÇOSI, KAREN ANDREON, et al. Características bromatológicas e produtividade do capim Tifton 85 submetido a fontes de adubos nitrogenados. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 29, n. 1, p. 106-117, (2020).