



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – PPGCA**

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM  
MONOCULTURA E EM INTEGRAÇÃO LAVOURA  
PECUÁRIA FLORESTA**

**MACIEL DA COSTA TEIXEIRA**

**CHAPADINHA-MA  
2023**

MACIEL DA COSTA TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM  
MONOCULTURA E EM INTEGRAÇÃO LAVOURA  
PECUÁRIA FLORESTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador(a): Prof. Dr<sup>a</sup>. Rosane Claudi Rodrigues

CHAPADINHA-MA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

da Costa Teixeira, Maciel.

AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM MONOCULTURA E EM  
INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA / Maciel da Costa  
Teixeira. - 2023.

80 p.

Orientador(a): Rosane Claudia Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal/ccch, Universidade Federal do Maranhão,  
Chapadinha MA, 2023.

1. Biologia do solo. 2. Gliricidia. 3. Liteira. 4.  
Megathyrsus maximus cv. BRS Tamani. 5. Urochloa brizantha  
cv. Piatã; Morfogênese. I. Claudia Rodrigues, Rosane. II.  
Título.

MACIEL DA COSTA TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS EM  
MONOCULTURA E EM INTEGRAÇÃO LAVOURA  
PECUÁRIA FLORESTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação  
em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão,  
como requisito parcial para obtenção do título de Mestre  
em Ciência Animal.

APROVADO EM \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Rosane Cláudia Rodrigues (orientadora)  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

---

Prof. Dr. Dilier Olivera Viciado (Avaliador interno)  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

---

Prof. Dr Alex Carvalho Andrade (Avaliador externo)  
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

---

Prof. Dr Francisco Charles dos Santos Silva (Avaliador externo)  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, te ajudo e te sustento com a destra da minha justiça.”

Isaias 41:10

Ao meu pai, a minha mãe, a meus irmãos e minha esposa.

Dedico

## Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus por tudo que propôs em minha vida. A minha família em especial meu país **Raimundo Teixeira e Maria Jose da Costa Teixeira**, meus heróis que do cultivo da roça do toco e do extrativismo do babaçu criaram e educaram seus 8 filhos que hoje colhem frutos dos bons ensinamentos recebidos.

Aos meus irmãos **Maria Raimunda da Costa Teixeira, Paulo da Costa Teixeira, Maria Germana da Costa Teixeira, Angelica da Costa Teixeira, Marcos da Costa Teixeira, Biatriz da Costa Teixeira e João Pedro da Costa Teixeira** que durante toda minha trajetória estiveram unidos sempre no mesmo barco me dando força e apoio principalmente nos momentos de maiores desafios já passados.

A minha esposa **Maria do Socorro Silva do Lago** que desde os anos de 2015 vem apoiando e fazendo parte das minhas lutas principalmente dentro da minha vida acadêmica sendo uma das principais pessoas da fortaleza que me cerca.

A **Casa Familiar Rural de Itapecuru Mirim** que de forma diferenciada me mostrou o caminho do conhecimento e foi um divisor de água na minha trajetória.

A minha orientadora **Rosane Claudia Rodrigues** por ter me acolhido no seu grupo de pesquisa e me apoiado dentro e fora da minha acadêmica, se tornando minha mãe dentro da UFMA, um exemplo de profissional a ser seguido. Ao grupo FOPAMA que ao longo dessa carreira me ensinou muito sobre a importância de se trabalhar em grupo, lugar onde construir fortes laços de amizade e que agregou muito no meu conhecimento, principalmente no ponto prático das atividades agropecuárias.

A cada membro do grupo FOPAMA que durante este desafio estiveram juntos comigo, dividindo cada lanche, momentos de sol intenso, risadas e muito trabalho. Gratidão a cada uma dessas pessoas que diretamente ajudaram na minha construção como ser humano.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA, pelo financiamento concedido para a realização do meu trabalho de dissertação.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IT (índice de tombamento)

TApF cm (taxa de aparecimento filiar).

Nfol (número de folhas)

TAIF cm (taxa de alongamento foliar)

TST (taxa de senescência total)

TALC (taxa de alongamento do colmo)

PLF kg/ha (produção de lâmina foliar)

PC kg/há (produção de colmo)

PMM kg/ha (produção de material morto)

PTF kg/ha (produção total de forragem)

MS% (matéria seca)

PB % (proteína bruta)

FDN% (fibra em detergente neutro)

FDA% (fibra em detergente ácido)

HEM % (hemicelulose)

MM % (material mineral)

MO% (produção total de forragem)

NRL (número de ramos laterais)

CRL cm (comprimento de ramos laterais)

NPV (número de vagens por planta)

NGV (número de grãos por vagem).

PMG g (Peso de mil grãos).

PROD kg/ha (Produtividade)

AIE cm (altura de inserção da espiga)



Prol (prolificidade)  
NFP (número de fileiras por espiga)  
NGF (número de grãos por fileira)  
PAS (pastejando)  
RUM (ruminando)  
COC (cocho)  
O (outras atividades)  
Tx BOC (taxa de bocado)  
TAT (taxa de alimentação total).  
COT (carbono orgânico total)  
NBM (nitrogênio da biomassa microbiana)  
CBM (carbono da biomassa microbiana)  
RBS (respiração basal do solo)  
Qmic (coeficiente microbiano)  
qCO<sub>2</sub> (coeficiente metabólico)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Precipitação pluviométrica Chapadinhá-MA (Fonte: INMET, 2022). Precipitação (mm); Umidade relativa do ar (%); Temperatura °C .....	33
Figura 2: Gráfico de entrada de energia fotossinteticamente ativa (PAR) em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta nos anos de 2022 e 2023 em Chapadinhá-MA .....	39
Figura 3: Taxa de decomposição da serrapilheira em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinhá -MA .....	63
Figura 4: Atividade microbiana do solo sob pastagens dos capins <i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã e <i>Megathyrus maximus</i> cv. BRS Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinhá-MA. Respiração basal do solo (RBS); Coeficiente metabólico ( $q\text{ CO}_2$ ); Coeficiente microbiano ( $Q_{mic}$ ); Carbono Orgânico Total (COT); Carbono da Biomassa Microbiana (CBM); Nitrogênio da Biomassa Microbiana (NBM), Fosfatase; Urease. CT (capim Tamani), CP (capim Piatã), FC (feijão-caupi), CTFC (capim Tamani+Feijão-caupi), CPM (capim Piatã+milho), CPFC (capim Piatã+Feijão-caupi), CTM (capim Tamani+milho) .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Resultado de análise química do solo antes da implantação do sistema (2022) .....	34
Tabela 02: Resultado de análise química do solo 2023 CP (capim Tamani); CPFC (capim Piatã+feijão-caupi); CPM (capim Piatã+milho); CTFC (capim Tamani+feijão-caupi); CTM (capim Tamani+milho) e FC+M (feijão-caupi e milho).....	34
Tabela 03: Resumo da análise de variância para variáveis relacionadas à estrutura morfológica de plantas de capins Tamani e Piatã, cultivados em diferentes sistemas de cultivo. ....	40
Tabela 04: Morfologia dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA .....	41
Tabela 05: Produção dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA .....	43
Tabela 06: Composição bromatológica dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA.....	45
Tabela 07: Comportamento ingestivo de Ovinos em pasto de capim Tamani e capim Piatã em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha-MA. ....	47
Tabela 8: Deposição de serrapilheira em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha -MA.....	62
Tabela 9: Características agronômicas da Griricidia ( <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp em Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinha-MA.....	75
Tabela 10: Estrutura e produção do Feijão-caupi em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha-MA .....	76
Tabela 11: Estrutura e produção do milho ( <i>Zea Mays</i> . L) em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinha-MA .....	78

## Sumario

<b>CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>16</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
2.1 Objetivo Geral .....	18
2.2 Objetivos específico .....	18
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
3.1 Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) .....	19
3.2 Gliricidia sepium .....	20
3.3 <i>Megathyrus maximus</i> cv. BRS Tamani .....	20
3.4 <i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã .....	21
3.5 <i>Feijão-caupi (Vigna unguiculata L.)</i> .....	23
3.6 Milho ( <i>Zea Mays</i> ) .....	24
3.7 Serrapilheira.....	25
3.8 Atividade microbiológica do solo.....	26
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DOS CAPINS TAMANI E PIATÃ EM MONOCULTURA E EM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA</b> .....	<b>31</b>
Resumo .....	31
<b>4 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
5.1 Localização.....	33
5.2 Delineamento experimental.....	33
5.3 Características química do solo .....	34
5.4 Preparo da área experimental. ....	35
5.4.1 <i>Limpeza</i> .....	35
5.4.2 <i>Preparo do solo</i> .....	35
5.4.3 <i>Plantio</i> .....	36
5.4.4 <i>Adubação</i> .....	36
5.5 Avaliações.....	37
5.5.1 <i>Estrutura e morfologia</i> .....	37
5.5.2 <i>Produção</i> .....	37
5.5.3 <i>Composição bromatológica</i> .....	38
5.5.4 <i>Comportamento ingestivo animal</i> .....	38
5.5.5 <i>Energia fotossinteticamente ativa</i> .....	38
5.6 Análise estatística .....	39
5.7 Energia fotossinteticamente ativa (PAR).....	39
5.8 Estrutura.....	39
5.9 Morfologia.....	41
5.10 Produção .....	42
5.11 Composição bromatológica .....	44
5.12 Comportamento ingestivo.....	46
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>52</b>

<b>CAPÍTULO III: DINÂMICA DE DEPOSIÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB PASTAGEM EM MONOCULTURA E INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA. ....</b>	<b>55</b>
Resumo .....	55
<b>8 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>9 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>56</b>
9.1 Localização.....	56
9.2 Delineamento experimental.....	57
9.3 Características química do solo .....	57
9.4 Preparo da área experimental. ....	57
9.4.1 <i>Limpeza</i> .....	57
9.4.2 <i>Preparo do solo</i> .....	58
9.4.3 <i>Plantio</i> .....	58
9.4.4 <i>Adubação</i> .....	58
9.5 Avaliações.....	59
9.5.1 <i>Deposição e decomposição da serrapilheira</i> .....	59
9.5.2 <i>Atividade microbiana</i> .....	60
9.6 Análise estatística .....	60
<b>10 RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
<b>11 DISCUSSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>12 CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO IV: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO E DO FEIJÃO CAUPI CULTIVADOS EM MONOCULTURA E EM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA. ....</b>	<b>70</b>
Resumo .....	70
<b>13 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>14 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>71</b>
14.1 Localização.....	71
14.2 Delineamento experimental.....	71
14.3 Características química do solo .....	72
14.4 Preparo da área experimental. ....	72
14.4.1 <i>Limpeza</i> .....	72
14.4.2 <i>Preparo do solo</i> .....	72
14.4.3 <i>Plantio</i> .....	73
14.4.4 <i>Adubação</i> .....	73
14.5 Avaliações.....	74
14.5.1 <i>Características agronômicas e produtivas do Feijão-caupi (Vigna unguiculata L.)</i> 74	
14.5.2 <i>Características agronômicas do Milho (Zea Mays. L)</i> .....	74
14.6 Análise estatística .....	74
<b>15 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>16 CONCLUSÃO.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>79</b>

## RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar as Características agronômicas dos capins Tamani (*Megathyrsus maximus* cv. Brs tamani) e Piatã (*Urochloa brizantha* cv. piatã) e das graníferas Milho (*Zea mays*) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), bem como o comportamento ingestivo de Ovinos a pasto, a dinâmica de deposição e decomposição da serrapilheira e a atividade microbiano do solo. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x3 sendo duas culturas: capim Piatã e capim Tamani e três sistemas: monocultura, integração com Feijão-caupi e integração com milho, distribuídos em seis tratamento com seis repetições totalizando 36 (trinta e seis) unidades experimentais. Os tratamentos foram organizados em monoculturas de capim Piatã e capim Tamani e as integrações de capim Piatã+Feijão-caupi+Gliricidia; capim Piatã+milho+Gliricidia; capim Tamani+Feijão-caupi+Gliricidia e capim Tamani+milho+Gliricidia. Houve diferença para a densidade populacional entre os sistemas tanto no primeiro quanto no segundo ano de avaliação com 1105 e 555 perfilhos/m<sup>2</sup> respectivamente. Houve efeito de interação (P<0,05) para a altura do dossel forrageiro sendo observado altura de 71,55 cm para a monocultura do capim Piatã no segundo ano de avaliação. Houve efeito de interação (P<0,05) para a taxa de aparecimento foliar (TAiF), o número de folhas (Nfol) e o filocrono sendo melhores valores observados nas integrações. Houve efeito de interação (P<0,05) para produção de material morto, produção de colmo (PC), relação folha colmo, produção de lâmina foliar e produção total de forragem. Observou-se maiores produção de lâmina foliar 5.091,79 kg/ha, produção total de forragem 5.574,44 kg/ha e produção de colmo 821,65 kg/ha para o capim Piatã em monocultura. Maior produção de material morto foi observada no capim Tamani integrado com o milho com 1.606,29 kg/ha e integrado com o feijão-caupi com 2.375,27 kg/ha. Houve efeito de interação (P<0,05) para os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica (MO). Os teores de fibra em detergente neutro 72,91, 73,64 e 73,24% foram os respectivamente maiores no capim Tamani em monocultura e integrado com o Feijão-caupi e no capim Piatã integrado com o milho. Maiores teores de proteína bruta 13,02 e 12,45 % e 11,37 e 12,5% foram encontrados nas integrações do capim Tamani com Feijão-Caupi e integrado com o Milho respectivamente no primeiro e segundo ano de avaliação. Maior tempo de pastejo 7,85 hs e menores tempos de coxo 0,28 hs e de outras atividades 0,25 e menor taxa de bocado foram observados no pasto de capim Piatã em monocultura. Houve efeito de interação (P<0,05) na taxa de deposição da serrapilheira. Nos capins Tamani e Piatã em monocultura foi observado um maior acúmulo de serrapilheira de capim com 12,11 e 10,81 g/0,16m<sup>2</sup> respectivamente. Maiores frações de componente florestas de Gliricidia foram observados na serrapilheira do sistema de integração, com maior concentração de folhas na integração do capim Tamani+milho (7,02 g/0,16 m<sup>2</sup>) e de vagens e sementes, 16,29 e 0,93 g/0,16 m<sup>2</sup> respectivamente na integração do capim Tamani+Feijão-caupi. Houve efeito linear (P<0,05) na taxa de decomposição da serrapilheira com taxa de decomposição de 0,0769 e 0,044 g/dia para a serrapilheira com 100% de Gliricidia e 100% de capim Piatã respectivamente, maior e menor média observada. Na monocultura do milho observou-se maior concentração de carbono orgânico total COT (26,91 mg C/kg), coeficiente metabólico qCO<sub>2</sub> (1,90 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> MB-C) e fosfatase (1,84 µg PNP g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>) tanto em 2022 quanto em 2023. Já na monocultura do feijão-caupi observou-se as maiores concentrações de nitrogênio da biomassa microbiana NBM (175,3 e 270,3 mg N kg<sup>-1</sup> solo) em 2022 e 2023. A respiração basal do solo (RBS) foi maior nas monoculturas dos capins Tamani com (32,91 e 32,14 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) em 2022 e 2023 e na monocultura do capim Piatã e no capim Piatã integrado com milho em 2023 com 27,97 e 28,60 respectivamente. Não houve diferença (P>0,05) em 2022 entre os tratamentos com Feijão-caupi. Já no segundo ano de avaliação o Feijão-caupi em monocultura apresentou maior altura, 27,83 cm, maior número de vagens por planta 5,31, maior produtividade 1134,28 kg/ha e menor peso de mil grãos 18,6 g. Em 2022 a monocultura do milho foi superior as integrações com maior prolificidade, maior

número de fileira por espiga 13,2, maior número de grãos por fileira 20,9, maior peso de mil grãos e produtividade com 292 g e 84,53 sacas/ha respectivamente. Em 2023 não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para a produtividade e número de grãos por fileira. Já para as demais variáveis, o cultivo em monocultura foi melhor. A produção de forragem do capim Tamani é severamente afetada no sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta. Portanto, recomenda-se seu cultivo em sistema de monocultura. Para o sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta recomenda-se o cultivo do capim Piatã. O cultivo de gramíneas tanto em monocultura quanto em integração lavoura pecuária floresta favorece a atividade microbiana do solo

Palavras chaves: Biologia do solo; Gliricidia; Liteira; *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani; *Urochloa brizantha* cv. Piatã; Morfogênese; Produção de Forragem; Ovinos.

---

## CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de bens e alimentos é o principal desafio do setor agropecuárias tendo em vista o crescimento na demanda populacional por itens básicos para a garantia da sobrevivência do ser humano que tem sido elevada pelo aumento da população e a melhoria de renda, principalmente nos países em desenvolvimento, (CRISTINA; SOUZA; CORAZZA, 2017). Para atender essa demanda, o setor agropecuário buscou aumentar sua capacidade de produção intensificando suas atividades nas mais variadas linhas de produção.

No entanto, essa intensificação nos sistemas de produção agropecuárias trouxe consequências como a insustentabilidade ambiental em diversos ecossistemas, desencadeadas principalmente pelo manejo inadequado do solo, o uso incorreto de defensivos agrícolas e o descarte de resíduos sem tratamentos na natureza gerando grandes impactos ambientais.

Diante desse cenário, a preocupação para no setor de produção agropecuária passa de apenas em atender a demanda populacional por bens e alimentos, para também reduzir os impactos causados ao meio ambiente pelas atividades agropecuárias, sem que houvesse prejuízos econômicos aos produtores.

Com esse novo desafio, surgiu a necessidade da criação e aprimoramento de uma série de técnicas e sistemas de cultivos, com o objetivo de produzir bens e alimentos a reduzir os impactos ambientais provocados pelas atividades agropecuárias. Diante dessa necessidade, surge os sistemas integrados de produção agropecuárias (SIPAs) onde produzir bens e alimentos associado a redução de impactos ambientais é uma situação possível.

Dentro desses sistemas, a Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) apresentam-se como uma estratégia capaz de maximizar o uso da terra, garantindo melhorias na produção de grãos, carne e madeira com sustentabilidade e conservação dos recursos naturais, (NASCIMENTO et al., 2014) contribuindo para a geração de renda e desenvolvimento econômico no campo, além de ser empregado como uma estratégia ambiental e financeira, por integrar atividades pecuárias, agrícolas e florestal em uma mesma área de cultivo (GLÉRIA et al., 2017).

Essa estratégia de produção agropecuária integra dentro do mesmo sistema de produção, atividades agrícolas, pecuários e florestais, (EMBRAPA, 2017) caracterizando-a como uma produção sustentável que busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agro ecossistema (Gil et al., 2015), com maior eficiência no uso da terra, aumentando a produtividade animal e



o enriquecimento nos solos, principalmente em áreas de pastagens degradadas (JOSE; WALTER; MOHAN KUMAR, 2019) melhorando a atividade microbiológica dos solos.

O Brasil é um dos principais produtores de carne bovina do mundo e uma das principais características de seus sistemas de produção está no uso das gramíneas como a principal fonte de alimento para o rebanho. No entanto, o manejo inadequado dessas plantas associado a irregularidade na distribuição de chuvas, promove uma escassez de alimentos e aumentam risco o potencial de degradação das pastagens aumentando a necessidade de abertura de novas áreas para a produção desse alimento.

Com isso, a estratégia de utilizar áreas agrícolas para a produção de forragem por meio dos sistemas integrados de produção agropecuárias, aumentam a disponibilidade de áreas com oferta de forragem, reduzindo os impactos causados pela sazonalidade. Os capins *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani e o *Urochloa brizantha* cv. Piatã são duas plantas forrageiras de alto potencial produtivo, no entanto necessitam de um solo com uma boa fertilidade para o seu desenvolvimento. Estas duas espécies forrageiras são amplamente utilizadas na alimentação de rebanho de ruminantes, sendo, portanto, consideradas como principal fonte de alimento para esse grupo de animais.

Neste contexto, avaliar a adaptação dessas espécies forrageiras em diferentes sistemas agropecuários de fundamental importância para inferir o seu potencial produtivo e determinar a melhor forma de manejo para o desenvolvimento dessas gramíneas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar as características agronômicas dos capins *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani e o *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã cultivados em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta, bem como a atividade microbiana e a dinâmica de deposição e decomposição da serrapilheira nesses sistemas.

### **2.2 Objetivos específico**

- Avaliar as características estruturais e morfogênicas dos capins *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani e o *Urochloa brizantha* cv. Piatã
- Avaliar as características produtivas e valor nutritivo dos capins *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani e o *Urochloa brizantha* cv. Piatã;
- Avaliar a estrutura e produção do Feijão-caupi e do milho;
- Avaliar a taxa de deposição e decomposição da serrapilheira e a atividade biológica do solo

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)**

A Integração Lavoura Pecuária Floresta é a combinação de agricultura, animais e árvores em rotação, consórcio ou sucessão em uma mesma área, sua utilização nas propriedades rurais do Brasil, surgem como uma alternativa viável para a sustentabilidade dos ecossistemas, ou seja, equilíbrio entre produzir e preservar (GREGIO, 2020). Apresentam grande potencial para sua consolidação como uma alternativa interessante, do ponto de vista econômico, ao modelo de agricultura baseado na monocultura (EMBRAPA, 2019) associado à cultivos agrícolas e produção animal e tem sido adotado com os mais diferentes propósitos no agronegócio, (KUNRATH et al., 2015).

Vários são os benefícios dos silvipastoris, segundo (EMBRAPA 2019), esses sistemas favorecem a decomposição das raízes das gramíneas gerando melhoria na estrutura físico-químico do solo, possibilitando maior aprofundamento das raízes para suprir a demanda de água e nutrientes, além de garantir a estabilidade produtiva, elevar a PROD kg da terra, diversificar a produção, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de alimentos e forragem de boa qualidade.

Os sistemas agrícolas de exploração integrada permitem melhor aproveitamento dos recursos hídricos e do solo, aumentando a eficiência do uso da água por unidade de área produzida e a eficiência do uso da terra, (GREGIO, 2020) , além de cumprir algumas funções de floresta natural, pois tem vegetação permanente com raízes profundas e uma densa cobertura vegetal, (NASCIMENTO et al., 2014).

No âmbito da pecuária, os sistemas ILPFs têm sido empregados para recuperação de áreas degradadas de pastagens, para intensificação da produção animal, para diversificação da produção e para geração de serviços ambientais, como conforto térmico animal e mitigação de emissões de gases de efeito estufa e sequestro de carbono (Almeida et al., 2015) gerando aumento da renda, deixando maior capitalização, ampliação na produção de alimentos na mesma área, redução da sazonalidade da mão de obra e redução dos riscos de degradação do solo, (JUNIOR; FILHO, 2018).

A diversificação de atividades agropecuárias, acrescenta as fontes de renda do produtor e reduz-se os riscos operacionais, tais como preços ou perdas de produção por motivos climáticos, (AUGUSTO et al., 2018).

### 3.2 *Gliricidia sepium*

A *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp é uma espécie arbórea que denota vastos benefícios ecológicos ao ambiente além de apresentar diversas funcionalidade, sendo utilizada principalmente como forragem, lenha para produção de madeira, energia e adubo verde, além de apresentar forte resistência a seca (ARAÚJO et al., 2022)

Nativa da América central e norte da América do Sul e com ampla distribuição por toda a zona tropical do México e América Central (MONTERO-SOLÍS et al., 2019), é uma planta pertencente à família *Fabaceae*, apresenta ciclo perene e raízes profundas, podendo chegar a uma altura de 10 a 15 metros e diâmetro de até 40 cm (GOMÉZ et al., 2002)

No Brasil ainda é pouco estudada, mas aos poucos vem conquistando espaço como uma fonte de proteína de baixo custo na suplementação alimentar dos ruminantes (GARCEZ et al., 2014) em propriedades rurais principalmente no agreste paraibano por sua alta capacidade de produção de biomassa em condições de baixa disponibilidade hídrica, (BARRETO, 2021).

Resistente à seca e com alto valor proteico, vem sendo cultivada como fonte de forragem, lenha e adubação verde em propriedades rurais, principalmente em consórcio em razão de sua alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (CASTREJÓN-PINEDA et al., 2016) e contribuir com o desenvolvimento das culturas no sistemas.

O consórcio da *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp com o sorgo forrageiro contribui diretamente no crescimento e na produção de biomassa, tendo relação direta com o aumento na PROD kg da cultura (LEITE, et al., 2019).

Além dos resultados diretos na produtividade do milho (*Zea Mays*), o consorciado com *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp melhora a fertilidade do solo especialmente nos elementos mais limitantes do carbono orgânico do solo, nitrogênio e MO % (NYIRENDA, 2019).

### 3.3 *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani

O capim Tamani (*Megathyrus maximus* cv. *BRS Tamani*) foi o primeiro híbrido de *Panicum maximum* produzido pela Embrapa Gado de Corte, resultado obtido do cruzamento entre um acesso apomítico T60 (BRA-007234) e planta sexual S12, com apoio da Associação para Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (UNIPASTO) em 1992 (CAVALLI, 2016).

Lançado pela EMBRAPA em 2015, essa gramínea surge como uma alternativa para melhorar a produção de forragem e o valor nutritivo em pastagens de regiões tropicais (JANK et al., 2017).

Destaca por apresentar porte baixo, abundância de folhas e perfilhos, PROD kg, vigor, valor nutritivo (elevados teores de PB % e digestibilidade), resistência à cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*) e facilidade de manejo, (EMBRAPA, 2015)

Segundo Borges 2015, o *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani, possui porte cespitoso ereto e baixo, com folhas de tonalidades verde escuras, alongadas e finas com poucos pelos e arqueadas, com colmos finos e internódio curto sem apresentar cerosidade com bainhas.

Com altura da copa não superior a 70cm em crescimento ininterrupto, folhas estreitas de até 1,9 cm, longas, finas e decumbentes (CAVALLI et al., 2020), essa gramínea possui elevado potencial de produção de biomassa, flexível ao manejo com ótimas condições de adaptação as condições edafoclimáticas das regiões tropicais (LIMA et al., 2020).

Com alta exigência em fertilidade do solo, a cultivar *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani é uma planta apresenta alta resposta produtiva e morfológica sob o manejo com adubação nitrogenada (MARTUSCELLO et al., 2019; VASCONCELOS, et al., 2020) aumentando a sua capacidade de oferta de forragem.

Dessa forma, o manejo da gramínea pode ser realizado em uma faixa relativamente ampla de intensidade de pastejo quando em alta produção de forragem com entrada a 35cm e saída a 25cm de altura (CAVALLI et al., 2020).

### **3.4 *Urochloa brizantha* cv. Piatã**

A BRS Piatã é uma *Brachiaria brizantha* desenvolvida pela Embrapa a partir de uma planta que faz parte da coleção de forrageiras, originalmente, foi coletada pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), entre 1984 e 1985, na África esta gramínea vem ganhando espaço nas áreas destinadas ao cultivo de pastagens por ser considerada produtiva, apresentar maior acúmulo de folhas e maior tolerância a solos com má drenagem (Pimenta, 2009).

Dentre os cultivares de *Urochloa brizantha*, o cv Piatã é uma opção para a diversificação das pastagens, tendo produção de forragem com qualidade melhor que o Marandu e o Xaraés, maior acúmulo de folhas e maior tolerância a solos com má drenagem relativamente ao Marandu, assim como maior aptidão para diferimento do pastejo relativamente ao Xaraés (EMBRAPA-CNPGC, 2015).

A *Urochloa brizantha* cv. Piatã apresenta boa resposta a adubação fosfatada, com aumento na produção de biomassa de forragem em até 47% na terceira colheita quando adubado com 75 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, (DIAS et al., 2015).

No entanto, quando diferida, não apresenta aumento na taxa perfilhamento, no entanto, este é afetado na medida em que o período de diferimento se prolongue, ou seja, o número de perfilho dessa gramínea só é alto no início do diferimento ocorrendo uma redução nessa taxa durante o prolongamento desse período, (SOUSA et al., 2019).

A *Urochloa brizantha* cv. Piatã apresenta tolerância a intensidade de desfolha, podendo ser colhido a uma altura de pastejo de até 15 cm sem prejudicar a taxa de perfilhamento do seu dossel forrageiro, porém isso só deve ocorrer quando há disponibilidade de água suficiente no solo para a ativação dos processos fisiológicos da planta, (ROCHA et al., 2019).

Em dosséis de *Urochloa brizantha* cv. Piatã, a produção de forragem é maior com o manejo caracterizado por altura pós-corte de 20 cm e interrupção da rebrota quando o dossel alcança interceptação máxima de luz, com pouca variação da composição morfológica do estrato de forragem colhida, (ROCHA et al., 2020).

### 3.5 *Feijão-caupi (Vigna unguiculata L.)*

O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata L.*) é uma das leguminosas de maior importância alimentar do planeta, com ampla distribuição geográfica e muito cultivada nas regiões tropicais e subtropicais da América Latina, África e sul da Ásia. (BOUKAR et al., 2019).

Originário da África e trazido pelos colonizadores, o *Feijão-caupi (Vigna unguiculata L.)* é amplamente difundido no continente americano. No Brasil, é a leguminosa alimentar mais importante das regiões Norte e Nordeste, sendo amplamente cultivada, principalmente, nas áreas semiáridas da região Nordeste, (SILVA et al., 2020).

A região nordeste do Brasil, concentra-se como a principal fronteira agrícola do *Feijão-caupi (Vigna unguiculata L.)* no país com uma área de produção de 12 milhões de hectares, (DIAS; BERTINI; FREIRE FILHO, 2016).

Como sendo uma leguminosa rica em proteína, nos países em desenvolvimento, a sua utilização na alimentação das pessoas, pode ser uma alternativa de baixo custo em frente as fontes proteicas de origem animal como carne e produtos lácteos, (VOUKANG et al., 2018), tendo em vista a rápida elevação nos preços desses alimentos, (CULLIS; KUNERT, 2017).

Para pessoal de baixo aporte financeiro, o *Feijão-caupi (Vigna unguiculata L.)* é um dos alimentos mais importantes na mesa, sendo este consumido diariamente por mais de 200 milhões de pessoas em diversas regiões do planeta, devido seu fácil cultivo e de seu elevado teor de proteínas, (TEKA et al., 2020).

Além de sua grande importância na alimentação humana, o *Feijão-caupi (Vigna unguiculata L.)* pode ser um importante aliado na construção da fertilidade do solo devido seu potencial de fixação de nitrogênio atmosférico. Principalmente em solos de regiões tropicais que em geral apresentam baixa fertilidade, com níveis particularmente baixos de nitrogênio (N) e fósforo (P), (JAISWAL; DAKORA; RAMÍREZ-BAHENA, 2019).

No entanto, apesar de sua forte contribuição na fertilidade do solo, para aumentar a PROD kg da cultura é necessário a adoção de várias tecnologias, como a inoculação com estipes de rizóbios para elevar o potencial de fixação biológica do nitrogênio pela cultura (SILVA et al., 2018). Principalmente porque a PROD kg da cultura é fortemente influenciada pelos sistema de cultivo na qual está inserida, (FOGAÇA et al., 2022).

### 3.6 Milho (*Zea Mays*)

Com centro de origem, domesticação e diversificação no México, (PATERNIANI & VIEGAS, 1987) o milho (*Zea Mays*) está amplamente difundido nas diversas regiões do planeta e encontra-se como um dos cereais mais importante e consumidos do mundo, (RODRÍGUEZ-SALINAS et al., 2019).

Fortemente empregado em cultivos de grande e pequena escala, é uma cultura muito importante na economia de muitos países como fonte dietética e potencial de energia, sendo sua produção anual a mais altas de todos os cereais cultivados, (SARAVANAKUMAR; INDRAN; SIENGCHIN, 2023), sendo muito utilizado tanto na alimentação humana como na nutrição animal como a principal fonte de energia.

Nos últimos anos, a América do Sul emergiu como a principal fonte de exportação de milho para o mercado mundial, (KLEIN; LUNA, 2022), isso devido as largas fronteiras agrícolas e as condições edafoclimáticas das regiões da América Latina.

Amplamente difundido nas mais diversas regiões do planeta, as grandes adaptabilidade a condições físicas e a facilidade de plantio do milho, permitiu que este seja cultivado em 170 países diferente, (KLEIN; LUNA, 2022), o que faz da cultura um dos cereais mais importantes na agricultura.

Com ampla área territorial disponível para o cultivo e com condições edafoclimáticas favoráveis, no Brasil, o milho é uma das principais culturas cultivadas no setor agrícola, isso devido uma evolução recente em produção e PROD kg, resultados obtidos por meio da transformação e modificação da agricultura brasileira que teve início na década de 60, (KLEIN & LUNA, 2019).

O avanço da agricultura obtido na década de 1960 e expansão das fronteiras agrícolas, permitiram que o milho chegasse a ser cultivado em todas as regiões do país, consolidando sua produção em 112,3 milhões de toneladas de grãos (CONAB 2022a), sendo exportado em 2021 20,8 milhões de toneladas do grão (CONAB 2022b).

Apesar da grande distribuição geográfica do milho cultivado, em muitas regiões há uma limitação quanto a disponibilidade de fertilizantes acessível para que o produtor possa estar desenvolvendo a atividade. No entanto, o milho é uma cultura que responde bem ao uso fertilizantes orgânicos, como observado por (VITTO et al., 2022).



### 3.7 Serrapilheira

A serrapilheira é um importante reservatório de nutrientes nos ecossistemas de pastagens (Dubeux Jr., et al, 2006), essa é formada pelo acúmulo de material senescente que ao se desprender da planta é depositado sobre o solo.

Em pastagens de clima quente, a decomposição da serrapilheira pode ser a rota mais importante de retorno de nutrientes para o solo, sendo, portanto, especialmente mais importante em pastagens com taxa de lotação reduzida onde o acúmulo de excreta do animal é menor (Boddey et al., 2004).

Com o avanço da idade da planta e a senescência dos perfilhos, os tecidos mortos ao se desprenderem da planta, são depositados na superfície do solo e a partir daí constituem a serrapilheira do sistema (LONGHINI et al., 2021)

Nesses ecossistemas, esse material depositado sobre o solo torna-se um fator chave na dinâmica de seu desenvolvimento afetando no ciclo de nutrientes, na produção de forragem e o carbono orgânico do solo (KRISHNA; MOHAN, 2017).

Essa dinâmica é favorecida quando há a inclusão de plantas leguminosas no sistema, devido seu papel fundamental na dinâmica da ciclagem de nitrogênio por meio da fixação biológica desse nutriente e a deposição de compostos ricos em nitrogênio e de fácil decomposição, (RUMPEL et al., 2015).

Essas características favorecerão a qualidade da serrapilheira formada, fator que associado as condições climáticas, umidade do solo, a taxa de lotação, ao aporte de nitrogênio e a comunidade de microrganismos no solo afetarão diretamente na sua taxa de decomposição, (Dubeux Jr and Sollenberger, 2020).

### 3.8 Atividade microbiológica do solo

A fertilidade do solo e a produtividade dos agroecossistemas estão intrinsicamente ligadas à sua atividade microbiológica, isso por que nesses sistemas a comunidade microbiana exerce papel fundamental na ciclagem dos nutrientes e na decomposição da serrapilheira formada pelos restos vegetais depositados sobre o solo, (BENINTENDE et al., 2008; GONÇALVES et al., 2019).

No entanto, a aridez determina a resposta da biomassa, a atividade e a estrutura microbiana do solo, influenciando a estabilidade e resiliência da comunidade a distúrbios futuros, apesar dos microrganismos do solo não responderem a condições ambientais médias, mas sim em condições instantâneas em microescalas que desencadeiam reações bioquímicas, respostas microbianas e interações metabólicas, (JANSSON; HOFMOCKEL, 2020).

Nesse contexto, realizar a determinação da biomassa e a atividade microbiana no solo é uma forma rápida e prática para a verificação da sua qualidade, pois esses indicadores são muito sensíveis a mudanças do meio, oriundas de práticas de manejo do solo e das culturas do sistema (GONÇALVES et al., 2019) e os níveis da biomassa microbiana do solo e a atividade microbiana, são determinantes críticos na saúde do solo (SUJIT et al., 2023).

Pois, além de serem influenciados pela localização e condições edafoclimáticas, a atividade biológica do solo é fortemente influenciada por características intrinsicamente ligadas ao sistema, como o pH do solo, a disponibilidade de nitrogênio no sistema, o tipo de cobertura vegetal e sua relação C/N, (TOLEDO et al., 2023).

Em sistemas integrados, a adição de leguminosas influenciam nos atributos microbianos do solo (VIEIRA et al., 2022) , isso ocorre porque nesses sistemas, o carbono orgânico particulado apresenta em maior proporção uma vez que este representa a fração lábil do carbono orgânico total composto pelo resíduo da decomposição inicial de serrapilheira depositada sobre o solo, (CATES; RUARK, 2017).

## REFERENCIAS

ARAÚJO, M. B. DE et al. DECOMPOSIÇÃO DA FITOMASSA DE *Gliricidia sepium* EM DIFERENTES SISTEMAS DE OCUPAÇÃO DA TERRA. **Nativa**, v. 10, n. 3, p. 423–430, 2022.

AUGUSTO, C. et al. Análise Econômica da Implantação de Diferentes Sistemas De Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Município de Pindaré-Mirim , Maranhão Economic Analysis Of The Implantation Of Different Integra- Ted Crop-Livestock-Forestry S. **SODEBRAS**, v. 13, n. January, p. 114–118, 2018.

AUSTECLÍNIO LOPES DE FARIAS NETO ALEXANDRE FERREIRA DO NASCIMENTO ANDRÉ LUIS ROSSONI et al. **Embrapa Agrossilvipastoril**. [s.l: s.n.].

BENINTENDE, S. M. et al. Soil microbiological indicators of soil quality in four rice rotations systems. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 5, p. 704–708, 2008.

BOUKAR, O. et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. **Plant Breeding**, v. 138, n. 4, p. 415–424, 2019.

CASTREJÓN-PINEDA, F. A. et al. Partial substitution of soybean meal by *Gliricidia sepium* or *Guazuma ulmifolia* leaves in the rations of growing lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 1, p. 133–137, 2016.

CATES, A. M.; RUARK, M. D. Soil aggregate and particulate C and N under corn rotations : responses to management and correlations with yield. **Plant Soil**, v. 2, p. 521–533, 2017.

CAVALLI, J. et al. Herbage responses of Tamani and Quênia guineagrasses to grazing intensity. n. September 2019, p. 2081–2091, 2020.

CONAB. 2022 a. Companhia Nacional de Abastecimento. Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/41380\\_1353e587f0d8a7bf425a3a0e1e5bb959](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/41380_1353e587f0d8a7bf425a3a0e1e5bb959) . Acesso em: 05 Jul. 2023.

CONAB. 2022b. Companhia Nacional de Abastecimento. Análise de mercado do milho - médias semanais. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/> . Acesso em: 05 Jul. 2023

CRISTINA, M.; SOUZA, O.; CORAZZA, R. I. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris : uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 42, p. 52–80, 2017.

CULLIS, C.; KUNERT, K. J. Unlocking the potential of orphan legumes. v. 68, n. 8, p. 1895–1903, 2017.

DIAS, D. G. et al. Produção do capim Piatã submetido a diferentes fontes de

fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 330–335, 2015.

DIAS, F. T. C.; BERTINI, C. H. C. DE M.; FREIRE FILHO, F. R. Genetic effects and potential parents in cowpea. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 315–320, 2016.

EMBRAPA. BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum*. **Unipasto**, n. 67, 2015.

EMBRAPA AGROSSILPASTORIL. ILPF em Números. **Sinop, MT: Embrapa, 2017, 2017.**

FOGAÇA, J. J. N. L. et al. Yield and profitability responses of cowpea to cropping systems and sowing seasons in Vitória da Conquista, Bahia State, Brazil. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 44, p. 1–11, 2022.

GLÉRIA, A. A. et al. Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 253, 2017.

GONÇALVES, V. A. et al. Biomassa e atividade microbiana de solo sob diferentes sistemas de plantio e sucessões de culturas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, p. 1–8, 2019.

GREGIO, J. V. Da degradação à floresta: A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch e sua aplicação nas Fazendas Olhos D'Água e Santa Teresinha, Piraí do Norte/BA. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 2, p. 106, 18 dez. 2020.

JAISWAL, S. K.; DAKORA, F. D.; RAMÍREZ-BAHENA, M. H. Widespread Distribution of Highly Adapted Bradyrhizobium Species Nodulating Diverse Legumes in Africa. v. 10, n. February, p. 1–16, 2019.

JANSSON, J. K.; HOFMOCKEL, K. S. Soil microbiomes and climate change. **Nature Reviews Microbiology**, v. 18, n. 1, p. 35–46, 2020.

JOSE, S.; WALTER, D.; MOHAN KUMAR, B. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 1, p. 317–331, 15 fev. 2019.

JUNIOR, N. S.; FILHO, J. V. Agricultura e sustentabilidade: esforços brasileiros para mitigação dos problemas climáticos. 2018.

KLEIN, H. S.; LUNA, F. V. The Impact of the Rise of Modern Maize Production in Brazil and Argentina. p. 1–38, 2022.

KRISHNA, M. P.; MOHAN, M. Litter decomposition in forest ecosystems: a review. **Energy, Ecology and Environment**, v. 2, n. 4, p. 236–249, 2017.

KUNRATH, T. R. et al. Grazing management in an integrated crop-livestock system: Soybean development and grain yield. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 46, n. 3, p. 645–653, 2015.

LEITE, R. C. R. et al. Leguminous alley cropping improves the production, nutrition,

and yield of forage sorghum. **Agronomy**, v. 9, n. 10, 2019.

LIMA, H. N. B. et al. Herbage responses of signalgrass under full sun or shade in a silvopasture system using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 3, p. 1839–1848, 1 maio 2020.

LONGHINI, V. Z. et al. Nitrogen fertilizer increased litter deposition and litter N in warm-climate grasslands. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 119, n. 2, p. 247–258, 2021.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. undefined-undefined, 2019.

MONTERO-SOLÍS, F. M. et al. Gliricidia sepium and fertilization affect growth, nutrient status, and incidence of *Hypsipyla grandella* in a *Cedrela odorata* plantation. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 3, p. 813–823, 2019.

NASCIMENTO, L. E. DA S. et al. Subsídios técnicos para gestão ambiental em sistemas silvipastoris. **Pubvet**, v. 8, n. 6, 2014.

NYIRENDA, H. Achieving sustainable agricultural production under farmer conditions in maize-gliricidia intercropping in Salima District, central Malawi. **Heliyon**, v. 5, n. 10, p. e02632, 2019.

ROCHA, G. O. et al. Perfilamento do capim-piatã submetido a regimes de desfolhação intermitente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 6, p. 2057–2064, 1 nov. 2019.

ROCHA, G. O. et al. Características estruturais e produção de forragem do capim-piatã submetido a regimes de desfolhação intermitente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 6, p. 2339–2347, 1 nov. 2020.

RODRÍGUEZ-SALINAS, P. A. et al. thermal processing effects on the microbiological, physicochemical, mineral, and nutraceutical properties of a roasted purple maize beverage. v. 67, 2019.

RUMPEL, C. et al. The impact of grassland management on biogeochemical cycles involving carbon, nitrogen and phosphorus. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 15, n. 2, p. 353–371, 2015.

SARAVANAKUMAR, B. B. S. S.; INDRAN, P. S. S.; SIENGCHIN, S. Evaluation of physiochemical , mechanical , thermal , UV barrier , and biodegradation properties of PVA / corn (*Zea Mays*) cob powder biofilms. **Biomass Conversion and Biorefinery**, n. 0123456789, 2023.

SILVA, B. J. ELSON et al. Rhizobium Inoculation of Cowpea in Brazilian Cerrado Increases Yields and Nitrogen Fixation. v. 727, p. 722–727, 2018.

SILVA, A. L. DA et al. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE FEIJÃO-CAUPI DE PORTE SEMIERETO E SEMIPROSTRADO EM DIFERENTES POPULAÇÕES. **Revista**

**Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 193–198, 31 ago. 2020.

SOUSA, B. M. LANA et al. Effect of nitrogen fertilization on structure and tillering dynamics of Piata palisade grass during the deferment period. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 249–258, 2019.

SUJIT, D. et al. Soil microbial biomass carbon stock and its relation with climatic and other environmental factors in forest ecosystems : A review. **Acta Ecologica Sinica**, n. November 2022, 2023.

TEKA, T. A. et al. Protein fractions, in vitro protein digestibility and amino acid composition of select cowpea varieties grown in Ethiopia. **Food Bioscience**, v. 36, n. April 2019, p. 100634, 2020.

TOLEDO, S. et al. Environmental factors regulate soil microbial attributes and their response to drought in rangeland ecosystems. **Science of the Total Environment**, v. 892, n. May, 2023.

VASCONCELOS, et al. Morphogenesis and biomass production of ' BRS Tamani ' guinea grass under increasing nitrogen doses. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 2020.

VIEIRA, J. et al. Does grass-legume intercropping change soil quality and grain yield in integrated crop-livestock systems. **Applied Soil Ecology**, v. 170, n. May 2021, 2022.

VITTO, D. C. et al. Produção e PROD kg de milho inoculado com Azospirillum brasilense fertilizado com cama de frango Production and productivity of corn inoculated with Azospirillum brasilense fertilized with chicken bed. p. 477–485, 2022.

VOUKANG, D. et al. Under-exploited wild Vigna species potentials in human and animal nutrition : A review. v. 18, n. February, p. 1–11, 2018.

## CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DOS CAPINS TAMANI E PIATÃ EM MONOCULTURA E EM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA

### Resumo

Objetivou-se avaliar as Características agronômicas dos capins Tamani (*Megathyrsus maximus* cv. BRS tamani) e Piatã (*Urochloa brizantha* cv. piatã) e o comportamento ingestivo de Ovinos a pasto em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x3 sendo duas culturas: capim Piatã e capim Tamani e três sistemas: monocultura, integração com Feijão-caupi e integração com milho, distribuídos em seis tratamentos com seis repetições totalizando 36 (trinta e seis) unidades experimentais. Os tratamentos foram organizados em monoculturas de capim Piatã e capim Tamani e as integrações de capim Piatã+Feijão-caupi+Gliricídia; capim Piatã+milho+Gliricídia; capim Tamani+Feijão-caupi+Gliricídia e capim Tamani+milho+Gliricídia. Houve diferença para a densidade populacional entre os sistemas tanto no primeiro quanto no segundo ano de avaliação com 1105 e 555 perfilhos/m<sup>2</sup> respectivamente. Houve efeito de interação (P<0,05) para a altura do dossel forrageiro sendo observado altura de 71,55 cm para a monocultura do capim Piatã no segundo ano de avaliação. Houve efeito de interação (P<0,05) para a taxa de aparecimento foliar (TAiF), o número de folhas (Nfol) e o filocrono sendo melhores valores observados nas integrações. Houve efeito de interação (P<0,05) para produção de material morto, produção de colmo (PC), relação folha colmo, produção de lâmina foliar e produção total de forragem. Observou-se maiores produção de lâmina foliar 5.091,79 kg/ha, produção total de forragem 5.574,44 kg/ha e produção de colmo 821,65 kg/ha para o capim Piatã em monocultura. Maior produção de material morto foi observada no capim Tamani integrado com o milho com 1606,29 kg/ha e integrado com o feijão-caupi com 2375,27 kg/ha. Houve efeito de interação (P<0,05) para os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica (MO). Os teores de fibra em detergente neutro 72,91, 73,64 e 73,24% foram os respectivamente maiores no capim Tamani em monocultura e integrado com o Feijão-caupi e no capim Piatã integrado com o milho. Maiores teores de proteína bruta 13,02 e 12,45 % e 11,37 e 12,5% foram encontrados nas integrações do capim Tamani com Feijão-Caupi e integrado com o Milho respectivamente no primeiro e segundo ano de avaliação. Maior tempo de pastejo 7,85 hs e menores tempos de coxo 0,28 hs e de outras atividades 0,25 e menor taxa de bocado foram observados no pasto de capim Piatã em monocultura. A produção de forragem do capim Tamani é severamente afetada no sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta. Portanto, recomenda-se seu cultivo em sistema de monocultura. Para o sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta recomenda-se o cultivo do capim Piatã.

Palavras chaves: *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani; *Urochloa brizantha* cv. Piatã; Morfogênese; Produção de Forragem; Ovinos.

## 4 INTRODUÇÃO

A produção de bens e alimentos para atender a demanda da sociedade, requer emprego de atividades agropecuárias intensivas e cada vez mais lucrativa. No entanto, o desenvolvimento dessas atividades geram uma preocupação com a escalada gradual da poluição (SANTOS et al., 2020) e o aumento nos problemas ambientais (CARVALHO et al., 2018) como a degradação do solo e o processo de desertificação de áreas antes produtivas.

Para maximizar a produção agropecuária e ao mesmo tempo garantir a redução nos impactos ambientais causados pela atividade, é necessário o uso de técnicas e tecnologias que atribuam produção e preservação ambiental simultaneamente. Nesse sentido, uma alternativa é a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária (Carvalho et al. 2019), que além de promover benefícios ecológicos com a prestação de serviços ambientais, também garantem ganhos socio econômicos com a diversificação de produtos que auxiliam na segurança alimentar e geração de renda ao produtor rural (ASSIS et al., 2020).

As plantas forrageiras, são consideradas a fonte de alimento mais barata e mais amplamente utilizadas na alimentação dos ruminantes, no entanto, a sua produção em monocultura requer uma grande quantidade de área, o que aumenta a necessidade no desmatamento de novas áreas e conseqüentemente mais impactos ambientais são gerados. Para reduzir a necessidade de aberturas de áreas para cultivo de plantas forrageiras e mitigar os impactos causados pela atividade, a integração de culturas anuais e espécies forrageiras em consórcio, rotação, e/ou sucessão (LEAL et al., 2023), é considerado uma alternativa promissora e de alto retorno econômico e ambiental.

No entanto, a produção de forragem nesses sistemas são severamente afetados devido a redução na taxa radiação fotossinteticamente ativa no sistema integrado com o componente florestal ser menor (PEZZOPANE et al., 2019) devido ao sombreamento exercido pelas árvores.

Nesse sentido, a adequação no melhor arranjo florestal na integração lavoura pecuária floresta, associados a plantas forrageiras que tolerem a uma determinada taxa de sombreamento sem que sua produção seja severamente afetada, é imprescindível para a implantação desse sistema, uma vez que o a resposta no desenvolvimento das gramíneas é linearmente positivo com o aumento dos valores de radiação fotossinteticamente disponível (PAR) (SANTOS et al., 2016).

O presente trabalho tem como hipótese que o sistema de integração lavoura pecuária floresta afeta a produção e a estrutura do dossel forrageiro e melhoram a composição bromatológica e morfologia dos capins *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani e o *Urochloa*



*brizantha* cv. Piatã. Portanto, objetivou-se avaliar as Características agrônômicas dos capins Tamani e Piatã, bem como o comportamento ingestivo de Ovinos a pasto de capim Tamani e Piatã em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

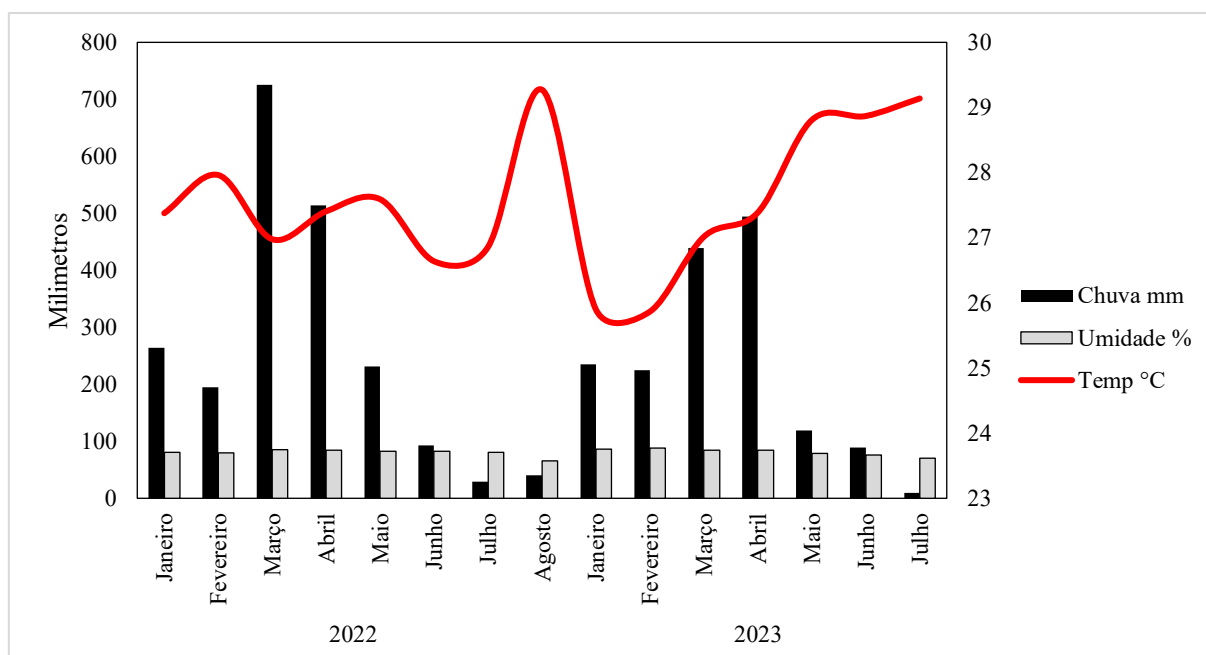
### 5.1 Localização

O experimento foi conduzido no SETOR DE FORRAGICULTURA da Universidade Federal do Maranhão no Centro de Ciências Chapadinha localizado a Latitude de 3° 44' 26" S e Longitude 43° 21' 33" W na cidade de Chapadinha-MA na região do baixo Parnaíba.

A área experimental total compreendeu a 0,432 hectares, com topografia levemente inclinada de solo latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA 2013). Anteriormente ocupada por uma integração pecuária-floresta (IPF), uma monocultura de capim Massai e um bosque de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp respectivamente separados.

O clima da região é classificado como quente úmido segundo classificação de Koppen. O acúmulo total de chuva de janeiro a julho de 2022 e 2023 foram de 2090,8 e 1611,6 mm respectivamente. (Figura 01).

Figura 1– Precipitação pluviométrica Chapadinha-MA (Fonte: INMET, 2022). Precipitação (mm); Umidade relativa do ar (%); Temperatura °C



### 5.2 Delineamento experimental

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x3 sendo duas culturas (capim Piatã e capim Tamani) e três sistemas (monocultura, integração com Feijão-

caupi e integração com milho), distribuídos em seis tratamentos com seis repetições totalizando 36 (trinta e seis) unidades experimentais, ordenados em duas monoculturas e quatro integrações. Monoculturas: capim Piatã e capim Tamani. Integrações: Capim Piatã+Feijão-caupi+Gliricidia; Capim Piatã+milho+Gliricidia; Capim Tamani+Feijão-caupi+Gliricidia, Capim Tamani+milho+Gliricidia.

### 5.3 Características química do solo

Para determinação das características químicas do solo, foram realizadas amostragens de solo com auxílio de parafusadeira à bateria e broca de coleta de solo. Para a cada amostra composta enviada a laboratório, 10 amostras simples foram coletadas, homogêneas e posterior separada 0,5 kg, colocada em saco plástico devidamente identificado e encaminhadas para laboratório de análise química de solo para determinação de fertilidade. Com resultados obtidos da análise química do solo, observou-se que o solo apresentava fertilidade de baixa a mediana (Tabela 1 e 02), sendo necessário a realização de calagem para oferecer condições de solo favorável para o desenvolvimento das culturas de acordo com sua necessidade.

*Tabela 01: Resultado de análise química do solo antes da implantação do sistema (2022)*

	pH	P(res)	S	K (res)	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	SB	CTC	V
		mg .dm <sup>-3</sup> (ppm)			mmolc. dm <sup>-3</sup>				g/kg	mmolc. dm <sup>-3</sup>		%
Pastagem	4,3	5	26	0,2	6	3	32	31	17	9	41	22
Aleias	5	9	3	2,5	15	11	3	27	16	28	56	51
Micronutrientes												
	B	Cu		Fe		Mn		Zn				
	mg/dm <sup>3</sup>											
Pastagem	1,99	1,3		63		0,9		1,3				
Aleias	0,26	2,6		57		0,9		1,8				

pH – potencial hidrogeniônico; P(res) – fosforo; S – enxofre; K(res) – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; (H+Al) – hidrogênio mais alumínio; MO- matéria orgânica; SB – soma de bases; CTC - capacidade de troca de cátions; V – saturação por base; “m” – saturação de alumínio; B-Boro, Cu- cobre, Fe-Ferro, Mn-Mangânês, Zn-Zinco

*Tabela 02: Resultado de análise química do solo 2023 CP (capim Tamani); CPFC (capim Piatã+feijão-caupi); CPM (capim Piatã+milho); CTFC (capim Tamani+feijão-caupi); CTM (capim Tamani+milho) e FC+M (feijão-caupi e milho).*

	Tratamentos						
	CP	CT	CPFC	CPM	CTFC	CTM	FC+M
pH	4,3	5	4,3	4,3	4,5	4,5	4,4

P (mg.dm <sup>3</sup> )	7	8	14	27	9	15	11
S (mg.dm <sup>3</sup> )	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3
K (mmolc. dm <sup>-3</sup> )	0,4	0,4	0,5	0,8	0,6	0,7	0,4
Ca (mmolc. dm <sup>-3</sup> )	7	16	10	12	15	16	12
Mg (mmolc. dm <sup>-3</sup> )	3	9	5	8	8	6	6
Al (mmolc. dm <sup>-3</sup> )	3,3	1,1	2,6	3,6	2,6	2,2	3,2
H+Al (mmolc. dm <sup>-3</sup> )	36	25	40	38	36	36	36
MO (g/kg)	14	16	14	16	17	16	15
SB (mmolc. dm <sup>-3</sup> )	10,4	25,4	15,5	18,8	23,6	22,7	18,4
CTC (mmolc. dm <sup>-3</sup> )	50	50	56	57	60	59	54
V (%)	21	51	28	33	39	38	34
B (mg.dm <sup>3</sup> )	0,14	<0,12	0,17	0,2	0,17	0,18	0,13
Cu (mg.dm <sup>3</sup> )	0,7	0,4	0,6	1	0,5	1,1	1,2
Fe (mg.dm <sup>3</sup> )	98	81	111	126	101	131	136
Mn (mg.dm <sup>3</sup> )	0,7	6	0,5	0,7	0,8	1,2	1
Zn (mg.dm <sup>3</sup> )	0,7	3	1,7	1,8	1,5	2,9	0,9

pH – potencial hidrogeniônico; P(res) – fósforo; S – enxofre; K(res) – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; (H+Al) – hidrogênio mais alumínio; MO- matéria orgânica; SB – soma de bases; CTC - capacidade de troca de cátions; V – saturação por base; “m” – saturação de alumínio; B-Boro, Cu- cobre, Fe-Ferro, Mn-Manganês, Zn-Zinco

## 5.4 Preparo da área experimental.

### 5.4.1 Limpeza

A limpeza da área experimental ocorreu na primeira quinzena de janeiro do ano de 2022, onde foram realizadas as etapas de desbaste do bosque florestal e remoção da vegetação (gramíneas) existentes na área.

A desbaste do bosque florestal foi realizado de forma manual com o auxílio de motosserras, facões e machado. O resíduo vegetal grosso (galhos e troncos) foi retirado da área experimental enquanto os resíduos vegetais finos (folhas e galhos finos) foram deixadas na área e incorporados no solo com grade.

A remoção da gramínea na integração pecuária floresta (IPF) e na monocultura, foram realizadas por meio de aração profunda com arado de discos seguidas de gradagem com auxílio de um trator. O resíduo grosso (touceiras) foi coletado e retirada da área experimental. Já a remoção das árvores da integração pecuária floresta (IPF) foi realizada com uso de uma retroescavadeira.

### 5.4.2 Preparo do solo

Após a limpeza da área e de posse dos resultados da análise química do solo, deu-se início a segunda etapa de preparo do solo, sendo esta realizada na segunda quinzena de janeiro do ano de 2022. Nesta etapa foram realizadas a calagem e gradagem utilizado trator com grade e calcário dolomítico com PRNT 99,96%.

A determinação da quantidade de calcário necessário para a calagem foi realizada pelo método da elevação da saturação por bases com uso da seguinte fórmula:  $NC = ((Ve - Va) * CTC) / PRNT * 10$  buscando atender a necessidade das culturas. Para tanto, elevou-se a saturação por bases para 60% e 70% nas unidades experimentais onde foram implantadas as culturas dos capins Piatã e Tamani, sendo necessário o equivalente de 1,5 e 2 toneladas de calcário por hectares, respectivamente.

O calcário foi distribuído a lanço manualmente em toda a área experimental e incorporado a 20 cm de profundidade no solo com grade acoplada em um trator.

#### 5.4.3 *Plantio*

Com o preparo do solo realizado, na primeira quinzena de fevereiro de 2022 realizou-se a semeadura das monoculturas das gramíneas capins Piatã e Tamani e das graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) bem como das respectivas graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) nas integrações. A semeadura das gramíneas nas integrações ocorreu aos 20 dias após a emergência das culturas graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.).

A semeadura das gramíneas foi realizada em linhas com espaçamento de 30 cm entre fileiras. O milho (*Zea Mays*. L) e o Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) foram semeados com semeadeira mecânica tracionada por um trator, com linhas reguladas a 60 cm entre fileiras e distribuição de 3 e 14 sementes por metro linear para o milho (*Zea Mays*. L) e o Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) respectivamente.

#### 5.4.4 *Adubação*

As adubações de plantio e cobertura foram determinadas com base nos resultados da análise química do solo e exigências das culturas.

Na adubação de plantio das gramíneas foram utilizadas doses equivalentes a 80 e 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para os capins Piatã e Tamani, respectivamente e enquanto na adubação de cobertura foi realizado doses equivalentes a 150 kg de nitrogênio e 80 kg de potássio por hectares.

A distribuição do fosforo (100% da dose) foi realizada a lanço manualmente antes da semeadura. Já as adubações de cobertura foram parceladas em duas vezes, sendo o equivalente a 50 kg de nitrogênio e 40 kg de potássio por hectares 30 dias após a emergência das culturas e 100 kg de nitrogênio e 40 kg de potássio por hectares após o primeiro corte.

A adubação de plantio das graníferas ocorreu no momento do plantio sendo distribuída pelo tanque distribuidor de adubo da semeadeira mecânica.

Para a cultura do milho (*Zea Mays*. L), utilizou-se o equivalente a 20 kg de nitrogênio, 80 kg de fosforo e 40 kg de potássio por hectares. Já para a cultura do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) utilizou-se o equivalente a 30 kg de nitrogênio, 80 kg de fósforo e 50 de potássio. A adubação de cobertura foi realizada a lanço manualmente na superfície do solo em ambas as culturas. Para tanto, utilizou-se os equivalentes a 100 e 20 kg de nitrogênio por hectares nas culturas do milho (*Zea Mays*. L) e do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) respectivamente

## 5.5 Avaliações

### 5.5.1 Estrutura e morfologia

A avaliação da estrutura do dossel forrageiro foi realizada com o auxílio de uma régua milimetrada. Na ocasião, foram medidos a altura do dossel e da planta esticada (10 pontos por tratamento) para determinação de altura e índice de tombamento (IT) do dossel. Para a determinação da densidade populacional de perfilho (DPP) seis (6) amostragens foram realizadas por tratamento com o auxílio de um quadrado de PVC com dimensões de 50x50 cm lançado aleatoriamente sobre o pasto. Na área interceptada pelo quadrado foi realizada a contagem de perfilhos vivos, os resultados obtidos com a contagem dos perfilhos em cada amostragem foram utilizados para a determinação da densidade populacional de perfilho (DPP/m<sup>2</sup>).

A avaliação da morfologia das gramíneas foi realizada por meio da técnica dos perfilhos marcados em cada parcela durante o período de 28 dias conforme (MARTUSCELLO et al., 2019). Foram marcados seis (6) perfilhos por tratamentos e avaliados uma vez por semana para determinação comprimento total das lâminas expandidas, das lâminas emergentes e a taxa de alongamento do colmo. O comprimento das lâminas expandidas foi realizado medindo-se a distância da sua lígula até o ápice da folha. O comprimento da lâmina emergente foi obtido medindo-se a distância do ápice dessa folha até a lígula da folha expandida imediatamente anterior. Já o comprimento do colmo foi obtido medindo-se a distância da última lígula exposta até a base do perfilho. De posse desses valores foram determinados a taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FIL), a taxa de alongamento das folhas (TAIF), a taxa de alongamento do colmo (TAIC), o número de folhas verdes (Nfol) e taxa de senescência (TST).

### 5.5.2 Produção

Para estimar a produção de forragem, foram coletadas seis amostras por tratamento utilizando uma armação de PVC com área de 0,25 m<sup>2</sup> (0,50 x 0,50m). Na área delimitada pelo quadrado, a forragem foi colhida a 25 cm do nível do solo. Todo o material colhido foi acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados e posteriormente levados para o

laboratório de Forragicultura onde ocorreu o fracionamento das amostras em lâmina foliar, colmo e material senescente. As frações foram colocadas em sacos de papel, identificados pesados e levado a estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas. Posterior a esse período, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas novamente. Com os dados foram estimadas a produção de lâmina foliar (PLF kg/ha); produção de colmo (PC kg/ha); produção total de forragem (PTF kg/ha) e a produção de material morto (PMM kg/ha).

### 5.5.3 *Composição bromatológica*

Para determinar a composição químico-bromatológica da forragem, foram utilizadas as mesmas amostras coletadas para a determinação da forragem produzida. Após a secagem das frações lâmina foliar e colmos, estas foram homogeneizadas e moídas em moinhos de facas com peneira de 1mm. Após a moagem do material, subamostras de 2 g foram coletadas para determinação da composição químico-bromatológica da forragem por meio dos métodos analíticos para determinação da MS% (método G-003/1), PB % (método N-001/2), cinzas (método M-001/2) e fibra insolúvel em detergente neutro (método F-002/2), fibra insolúvel em detergente ácido (método F-004/2) conforme (DETMANN, et al., 2021).

### 5.5.4 *Comportamento ingestivo animal*

Para a avaliação do comportamento ingestivo do animal foram utilizados dois momentos, um no primeiro dia de ocupação e o outro no último dia de ocupação. O tempo de alimentação total (TAT) foi determinado por meio da equação:  $TAT = PAS + COC$ . Em que: PAS (minutos) = tempo de pastejo; COC (horas) = tempo de alimentação no cocho.

Avaliou-se o tempo de pastejo (PAS), tempo de ruminação (RUM), tempo de consumo no cocho (COC), tempo de bebedouro (BEB) e tempo de outras atividades (O), realizando as observações em intervalo de cinco minutos no período das 08:00 às 17:00 horas (PENNING 2004). A avaliação da taxa de bocado (TxBO) foi realizada cronometrando quanto tempo que o animal gastaria para realizar 100 bocados (PENNING e RUTTER 2004). Foram observados seis animais por tratamento nos horários de 08:30; 10:30; 12:30; 14:30 e 16:30 horas, quando os animais estavam em atividade de pastejo há mais de 30 minutos (FORBES e HODGSON 1985).

### 5.5.5 *Energia fotossinteticamente ativa*

Para mensurar a entrada de energia luminosa nos sistemas, utilizou-se o aparelho AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, model PAR-80 (DECAGON Devices). Foram realizadas seis coletas por tratamentos entre as 11:00 e 13:00hs. A coletas ocorreram em momentos em que não havia nuvens que impedisse ou reduzisse a radiação solar.

## 5.6 Análise estatística

Após coletados em campo e laboratório, os dados foram tabulados e submetidos aos testes que assegurem as prerrogativas de normalidade e homoscedasticidade. Sendo normal e homocedásticos, os dados foram submetidos a análise de variância. A comparação de média foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o Software InfoStat versão 2020

## RESULTADOS

### 5.7 Energia fotossinteticamente ativa (PAR).

A entrada de energia fotossinteticamente ativa (PAR) foi significativamente melhor (P-Valor <0,05) na monocultura tanto em 2022 quanto em 2023 com 1156,83 e 1282,71 respectivamente. Por outro lado, não houve diferença (P>0,05) entre as integrações.

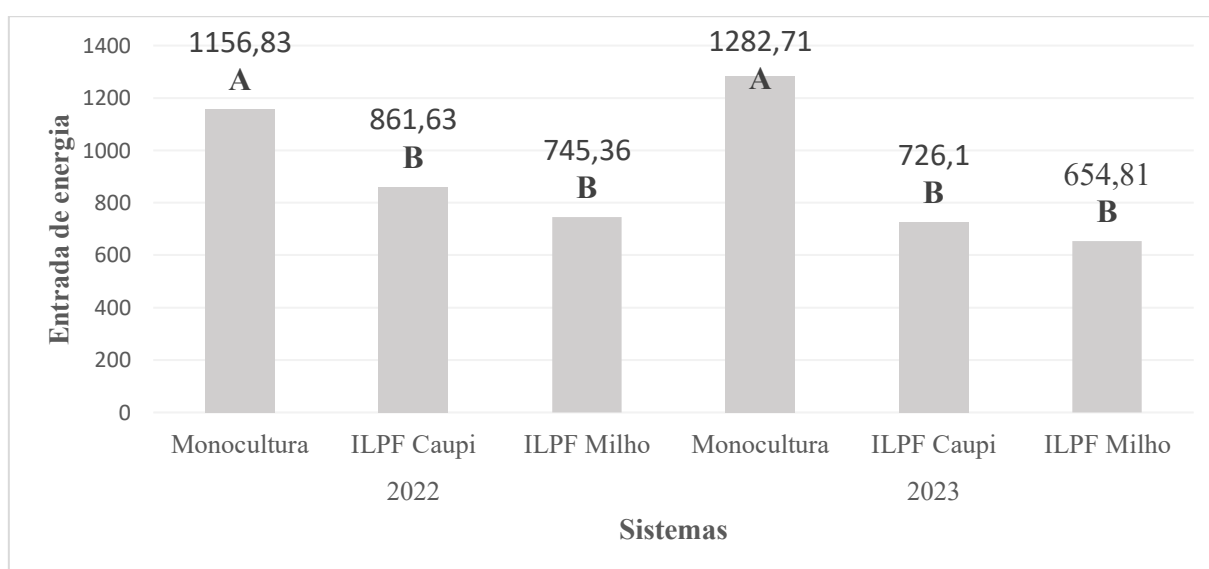


Figura 2: Energia de fotossinteticamente ativa (PAR) nos sistemas de monocultura e integração lavoura pecuária floresta nos anos de 2022 e 2023 em Chapadinha-MA

### 5.8 Estrutura

Houve efeito de interação (P<0,05) para a densidade populacional de perfilho (DPP) e altura do dossel forrageiro. Já o índice de tombamento (IT) foi influenciado apenas pelas gramíneas (Tabela 3).

No primeiro ano de avaliação (2022) não houve diferença entre os tratamentos para altura do dossel forrageiro e índice de tombamento. Já a densidade populacional de perfilho (DPP) foi influenciada tanto pelo sistema quanto pelas gramíneas, sendo observados 1102 perfilhos/m<sup>2</sup> para a monocultura e 1112 perfilhos/m<sup>2</sup> para o capim Tamani. No ano de 2023, segundo ano de avaliação, houve interação tanto para a altura do dossel forrageiro quanto para a densidade populacional de perfilho. Já o índice de tombamento foi influenciado apenas pelas gramíneas. Maior altura (71,51cm) foi registrada na monocultura do capim Piatã, enquanto o

maior índice de tombamento (1,74) foi observado para o capim Tamani independente do sistema de cultivo. Já a maior densidade populacional de perfilhos (772,67) foi observada na monocultura do capim Tamani.

Tabela 03: Altura, densidade populacional de perfilhos e índice de tombamentos dos capins Tamani e Piatã, cultivados em diferentes sistemas de cultivo.

2022									
Gramíneas	Sistemas				Média	EPM	P-Valor (%)		
	Monocultura	ILPF Caupi	ILPF Milho				Gram	Sist	Gram*Sist
<b>Altura (cm)</b>									
Tamani	39,17	51,33	39,53	42,81					
Piatã	49,17	40	39,58	42,92	1,54	0,9716	0,1760	0,284	
Média	44,7	45,67	38,75						
<b>IT (índice de tombamento)</b>									
Tamani	1,61	1,75	1,65	1,67 A					
Piatã	1,49	1,42	1,47	1,46 B	0,025	0,0519	0,9617	0,6941	
Média	1,55	1,59	1,56						
<b>DPP (Perfilhos/M2)</b>									
Tamani	1312	1079	944	1112 A					
Piatã	892	862	663	806 B	39,5	0,0005	0,0158	0,5703	
Média	1102 A	971 B	804 B						
2023									
<b>Altura (cm)</b>									
Tamani	48,17 Ba	26 Bb	36,33Ab	36,83					
Piatã	71,51 Aa	50,50Ab	46,83 Ab	57,61	1,09	<0,0001	<0,0001	0,0067	
Média	59,83	40,25	41,58						
<b>IT (índice de tombamento cm)</b>									
Tamani	1,77	1,78	1,67	1,74 A					
Piatã	0,99	1,37	1,41	1,25 B	0,05	0,0002	0,3431	0,1705	
Média	1,38	1,57	1,54						
<b>DPP (Perfilhos/M2)</b>									
Tamani	772,67 Aa	219,33 Ac	508,67 Ab	500,22					
Piatã	338 Ba	402,67 Aa	448,67 Aa	396,18	27,33	0,0674	0,0033	0,0003	
Média	555,33	311,12	478,67						

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas para colunas e minúsculas para linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. EPM Erro padrão da média. Altura (cm) IT (índice de tombamento cm) DPP (densidade populacional de perfilho m2)



## 5.9 Morfologia

Houve efeito de interação entre os fatores ( $P < 0,05$ ) para a taxa de aparecimento foliar (TApF), número de folhas (Nfol), filocrono, taxa de senescência total (TST) e taxa de alongamento do colmo (TALC) no ano de 2022. Apenas a taxa de alongamento foliar (TAIF) não diferiu entre os tratamentos no respectivo ano de avaliação. No ano de 2023, não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos em nenhuma das variáveis avaliada.

A taxa de aparecimento foliar (TApF), o número de folhas (Nfol) e o filocrono foram maiores nas integrações, exceto para a integração do capim Piatã com o Feijão-caupi. Apesar do respectivo tratamento ter sido melhor que as monoculturas, este não foi igual as demais integrações (Tabela 4). Com taxa de alongamento do colmo (TALC) de 0,53 e 0,71 cm, as integrações do capim Piatã com Feijão-caupi e milho respectivamente foram estatisticamente maiores. Por outro lado, nas integrações do capim Tamani foram observadas maiores taxas de senescência (Tabela 3).

Tabela 04: Características morfológicas dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA

		2022					P-Valor (%)		
Gramíneas	Sistemas de Cultivo			Média	EPM	Gram	Sistemas	Gram*Sist	
	Monocultura	ILPF Caupi	ILPF Milho						
<b>TApF (cm)</b>									
Tamani	0,14 Ab	0,27 Aa	0,22 Aa	0,21					
Piatã	0,16 Ab	0,20 Ba	0,24 Aa	0,20	0,001	0,4259	<0,0001	0,0054	
Média	0,15	0,23	0,23						
<b>Nfol</b>									
Tamani	3,83 Ab	6,75 Aa	5,58 Ab	5,39					
Piatã	4,80 Ab	5,42 Bb	6,33 Aa	5,52	0,097	0,5171	<0,0001	<0,0001	
Média	4,32	6,08	5,96						
<b>Filocrono (dias)</b>									
Tamani	7,54 Aa	3,83 Bb	4,71 Ab	5,36					
Piatã	6,65 Aa	5,37 Aa	4,37 Aa	5,46	0,181	0,7843	<0,0001	0,0264	
Média	7,10	4,60	4,54						
<b>TAIF (cm)</b>									
Tamani	2,27	1,59	1,30	1,72					
Piatã	1,48	1,69	1,43	1,53	0,01	0,3698	0,1305	0,1145	
Média	1,87	1,64	1,36						
<b>TST (cm)</b>									
Tamani	1,56 Ab	3,43 Aa	3,24 Aa	2,74					
Piatã	2,50 Aa	1,57 Ba	2,27 Aa	2,11	0,149	0,0434	0,1513	0,0021	
Média	2,03	2,50	2,75						

<b>TALC (cm)</b>									
Tamani	0,12 Bb	0,37 Ba	0,12 Bb	0,20					
Piatã	0,47 Ab	0,53 Aa	0,71 Aa	0,57	0,023	<0,0001	0,0321	0,0031	
Média	0,30	0,45	0,42						
<b>2023</b>									
<b>TApF (cm)</b>									
Tamani	0,17	0,20	0,21	0,19					
Piatã	0,17	0,22	0,17	0,19	0,008	0,6526	0,1997	0,3170	
Média	0,17	0,21	0,19						
<b>Nfol</b>									
Tamani	4,83	5	5,50	5,11					
Piatã	4,83	5,67	4,67	5,06	0,196	0,8887	0,5895	0,3109	
Média	4,83	5,33	5,08						
<b>Filocrono (dias)</b>									
Tamani	5,81	5,33	5,21	5,45					
Piatã	6,15	4,80	6,38	5,77	0,252	0,5287	0,3073	0,4009	
Média	5,98	5,80	5,06						
<b>TAIF (cm)</b>									
Tamani	1,49	1,16	1,23	1,29					
Piatã	1,51	1,33	0,70	1,18	0,122	0,6655	0,2186	0,4794	
Média	1,50	1,25	0,96						
<b>TST (cm)</b>									
Tamani	0,83	0,26	0,54	0,54					
Piatã	0,0	0,59	1,29	0,63	0,120	0,7479	0,2058	0,0457	
Média	0,42	0,12	0,91						
<b>TALC (cm)</b>									
Tamani	0,10	0,0	0,0	0,03 B					
Piatã	0,11	0,19	0,20	0,17 A	0,023	0,0063	0,9751	0,1516	
Média	0,10	0,09	0,10						

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas para colunas e minúsculas para linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Taxa de aparecimento foliar (TApF); Taxa de alongamento foliar (TAIF); Número de folhas (Nfol); filocrono (Fil); taxa de senescência (TST) e taxa de alongamento do colmo (TALC).

### 5.10 Produção

Houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) entre os fatores avaliados para produção de material morto (PMM) nos anos de 2022 e 2023, produção de colmo (PC) e relação folha colmo (RFC) no ano de 2022, e produção de lâmina foliar (PLF) e produção total de forragem (PTF) no ano de 2023. A produção de lâmina foliar (PLF) e produção total de forragem (PTF) foram influenciadas tanto pelo sistema quanto pelas gramíneas cultivadas no ano de 2022. A influência

também observada na produção de colmo (PC) no ano de 2023. A relação folha colmo em 2023 não foi influenciada por nenhum dos fatores avaliados. (Tabela 5).

Com produção de 5.091,79 e 5.574,44 kg/ha o capim Piatã apresentou maior produção de lâmina foliar e produção total de forragem, enquanto na monocultura as respectivas variáveis foram registradas com 5.395,07 e 7.136,67 kg/ha no ano de 2022 (Tabela 5). No ano de 2023 a produção de lâmina foliar (PLF) 4595,42 e 4346,67 kg/ha e produção total de forragem (PTF) 5.492,92 e 5.444,17 kg/ha foram estatisticamente maiores para as monoculturas dos capins Tamani e Piatã respectivamente (Tabela 5). No ano de 2022 a maior produção de colmo (821,65 kg/ha) foi observada na monocultura do capim Piatã, enquanto em 2023, independente do sistema e das gramíneas, as maiores produções de colmo (1.083,01 e 1.158,75 kg/ha) foram observadas no capim Piatã e na monocultura respectivamente. Já a produção de material morto (PMM) maior nas integrações do capim Tamani com 1.606,29 e 2.375,27 kg/ha em 2022 e nas monoculturas com 1.994,58 e 973,33 kg/ha nos capins Tamani e Piatã respectivamente em 2023.

Tabela 05: Produção de lâmina foliar, colmo, relação folha colmo, produção total de forragem e material senescente dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA

Gramíneas	Sistemas			Média	EPM	P-Valor (%)		
	Monocultura	ILPF Caupi	ILPF Milho			Gram	Sistema	Gram*Sist
<b>PLF (kg/ha)</b>								
Tamani	4476,67	2495,15	2673,21	3215,1 B				
Piatã	6314,67	5055,93	3904,77	5091,79 A	151,76	<0,0001	<0,0001	0,2182
Média	5395,67 A	3775,54 B	3288,99 B					
<b>PC (kg/ha)</b>								
Tamani	79,91 Ba	202,46 Aa	63,89 Bb	115,42				
Piatã	821,65 Aa	199,75 Ac	427,88 Ab	483,09	12,79	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Média	450,78	201,11	245,89					
<b>PTF (kg/ha)</b>								
Tamani	4556,57	2697,62	2737,11	3330,43 B				
Piatã	7136,22	5255,68	4332,64	5574,88 A	155,2	<0,0001	<0,0001	0,3482
Média	5846,45 A	3976,65 B	3534,88 B					
<b>RFC</b>								
Tamani	5,28 A	5,05 Ab	9,32 Aa	6,55				
Piatã	8,48 Aa	7,42 Aa	4,98 Bb	6,96	0,463	0,6609	0,7115	0,0042
Média	6,88	6,26	7,15					
<b>PMM</b>								
Tamani	993,39 Ac	1606,39 Ab	2325,77 Aa	1641,85	82,56		0,0034	0,0099

Piatã	1050,70 Ab	672,33 Bb	1120,93 Ba	947,99					0,0002
Média	1022,05	1139,36	1723,35						
<b>2023</b>									
<b>PLF (kg/ha)</b>									
Tamani	4595,42 Aa	1307,92 Ab	2208,75 Ac	2704,03					
Piatã	4346,67 Aa	3210,83 Bc	2293,75 Ab	3283,75	93,89	0,0043	<0,0001	0,0001	
Média	4471,04	2259,28	2251,25						
<b>PC (kg/ha)</b>									
Tamani	897,50	31,21	139,58	356,11 B					
Piatã	1420	943,20	885,83	1083,01 A	53,05	<0,0001	<0,0001	0,3361	
Média	1158,75 A	478,22 B	512,71 B						
<b>PTF (kg/ha)</b>									
Tamani	5492,92 Aa	1339,17 Bb	2348,33 Ab	3060,14					
Piatã	5244,17 Aa	4154,03 Aa	3179,58 Ab	4192,59	106,43	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Média	5368,92	2746,60	2763,96						
<b>RFC (kg/ha)</b>									
Tamani	11,66	4,74	8,05	8,15					
Piatã	7,76	11,11	4,36	7,74	1	0,8412	0,3793	0,0765	
Média	9,71	7,93	6,20						
<b>PMM (kg/ha)</b>									
Tamani	1194,58 Aa	80 Ac	790,83 Ab	688,47					
Piatã	973,33 Aa	240 Ab	200 Bb	471,11	37,45	0,0069	<0,0001	0,0013	
Média	1083,96	160	495,42						

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas para colunas e minúsculas para linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. PLP kg/ha (Produção de lâmina foliar), PC kg/ha (produção de colmo), RFC (relação folha colmo), PTF kg/ha (produção total de forragem) e PMM kg/ha (produção de material morto).

### 5.11 Composição bromatológica

Houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) para os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica (MO) no ano de 2022. Os teores de proteína bruta foram influenciados tanto pelo sistema quanto pela gramínea avaliada em 2022, enquanto em 2023 apenas o fator gramínea influenciou na respectiva variável. Hemicelulose diferiu apenas em 2023 sendo influenciada pelo fator gramínea. Demais variáveis (MS%, FDN%, FDA%, MM% e MO%), não diferiram em 2023 (Tabela 6).

Independentemente do tipo de sistema, no capim Tamani observou-se os maiores teores de proteína bruta (12,45 e 11,44%), enquanto os maiores teores de proteína bruta (PB%) foram observados nas integrações, com 11,88; 11,84 % para a integração com feijão-caupi e 10,8; 10,48% para integração com o Milho no primeiro e segundo ano de avaliação (Tabela 6). No ano de 2022, a monocultura do capim Tamani apresentou o menor teor de matéria seca (39,66%)

entre os tratamentos. Por outro lado, no segundo ano de avaliação (2023) não houve diferença entre os tratamentos para a respectiva variável. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN%) foram os respectivamente maiores no capim Tamani em monocultura (72,91%) e integrado com o Feijão-caupi (73,64%) e no capim Piatã integrado com o milho (73,24%) em 2022. Nos respectivos tratamentos também foram observados maiores teores de material mineral (MM%) 5,70, 5,75 e 5,67% e menores teores de matéria orgânica (MO %) 94,30, 94,65 e 94,33% em 2022. Já no segundo ano de avaliação (2023) não houve diferença entre os tratamentos para as respectivas variáveis. 2023

Tabela 06: Composição bromatológica dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA

Gram	2022							
	Sistemas			Média	EPM	P-Valor (%)		
	Monocultura	ILPF Caupi	ILPF Milho		Gram	Sistemas	Gram*Sist	
<b>MATÉRIA SECA (MS%)</b>								
Tamani	39,66 Bb	46,77 Aa	45,55 Aa	43,99				
Piatã	45,80 Aa	45,97 Aa	45,85 Aa	45,87	0,424	0,0026	<0,0001	<0,0001
Média	42,73	43,37	45,70					
<b>PROTEÍNA BRUTA (PB%)</b>								
Tamani	11,88	13,02	12,45	12,45 A				
Piatã	9,60	10,74	11,23	10,52 B	0,239	<0,0001	0,0107	0,3405
Média	10,74 B	11,88 A	11,84 A					
<b>FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN %)</b>								
Tamani	72,91 Aa	72,65 Aa	67,09 Bb	70,88				
Piatã	68 Bb	69,32 Bb	73,24 Aa	70,19	0,369	0,1864	0,4304	<0,0001
Média	70,46	70,99	70,16					
<b>FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA%)</b>								
Tamani	41,66	45,75	37,95	41,79				
Piatã	38,74	39,60	41,07	39,80	1,354	0,3044	0,3707	0,1420
Média	40,20	42,68	39,51					
<b>HEMICELULOSE %</b>								
Tamani	30,22	26,90	28,06	28,39				
Piatã	28,31	29,72	32,17	30,07	1,287	0,3603	0,7228	0,3708
Média	29,27	28,31	30,11					
<b>MATERIAL MINERAL (MM %)</b>								
Tamani	5,70Aa	5,35Aa	4,92 Bb	5,32				
Piatã	4,61Bb	4,61 Bb	5,67Aa	4,96	0,052	<0,0001	0,0074	<0,0001
Média	5,16	5,29	4,98					
<b>MATÉRIA ORGÂNICA (MO (%))</b>								
Tamani	94,30 Bb	94,65 Bb	95,08 Aa	94,68				
Piatã	95,39 Aa	95,39 Aa	94,33 Ba	95,04	0,052	<0,0001	0,0074	<0,0001

Média	94,71	95,02	94,71					
<b>2023</b>								
<b>MATÉRIA SECA (MS%)</b>								
Tamani	43,63	45,87	49,04	46,18				
Piatã	46,95	48,64	47,12	47,57	1,68	0,6352	0,7261	0,7236
Média	45,29	47,25	48,02					
<b>PROTEÍNA BRUTA (PB%)</b>								
Tamani	10,81	11,37	12,6	11,44 A				
Piatã	7,29	10,24	8,81	7,84 B	0,544	0,0051	0,0079	0,2279
Média	7,65B	10,80A	10,48A					
<b>FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN %)</b>								
Tamani	77,74	63,34	74,75	71,94				
Piatã	74,40	75,18	73,23	74,27	1,95	0,4957	0,2542	0,1483
Média	76,07	69,26	73,99					
<b>FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA%)</b>								
Tamani	63,61	49,42	61,21	58,08				
Piatã	48,45	52,26	55,78	52,16	1,92	0,0840	0,1741	0,1008
Média	56,03	50,84	58,49					
<b>HEMICELULOSE %</b>								
Tamani	10,38	13,93	11,04	11,78				
Piatã	21,60	28,58	18,05	22,74	2,05	0,0037	0,2813	0,6831
Média	15,99	21,25	14,54					
<b>MATERIAL MINERAL (MM %)</b>								
Tamani	5,42	4,13	8,94	6,16				
Piatã	5,89	8,29	3,78	5,99	0,612	0,8684	0,8485	0,3423
Média	5,65	6,21	6,36					
<b>MATÉRIA ORGÂNICA (MO %)</b>								
Tamani	94,58	95,87	91,06	93,84				
Piatã	94,11	91,71	96,22	94,01	0,612	0,8684	0,8495	0,3400
Média	94,35	93,79	93,64					

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas para colunas e minúsculas para linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. EPM Erro padrão da média

## 5.12 Comportamento ingestivo

Houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) para o tempo de pastejo (PAS), tempo de coxo (COC), tempo de bebedouro (BEB), outras atividades (O) e taxa de bocado (Tx BOC) em 2022 e tempo de bebedouro, tempo de ruminação e tempo de coxo em 2023. Na monocultura do capim Piatã observou-se maior PAS 7,85 hs e BEB 0,51 hs e menores COC, O e Tx BOC com 0,28, 0,25 e 241,56 hs respectivamente em 2022 e maior RUM (0,90 hs) em 2023. Maiores COC foram observados nos tratamentos com capim Piatã, enquanto os animais da integração do capim Tamani com milho frequentaram menos o BEB gatando 0,13 hs (Tabela 7).

Tabela 07: Tempo de pastejo (PAS), ruminação (RUM), consumo no cocho (COC), bebedouro (BEB), outras atividade (O), taxa de alimentação total (TAT) e taxa de bocado (TxBOC) de Ovinos em pasto de capim Tamani e Piatã em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha-MA.

<b>Entrada 2022</b>								
Gramíneas	Sistemas			Média	EPM	P-Valor (%)		
	Monocultura	ILPF Caupi	ILPF Milho			Gram	Sistema	Gram*Sist
<b>TAT (hs)</b>								
Tamani	7,35	6,82	6,79	6,99				
Piatã	8,13	7,68	7,23	7,68	0,089	<0,0001	0,0012	0,0848
Média	7,44 A	7,25 B	7,01 B					
<b>PAS (hs)</b>								
Tamani	6,56 Ba	5,85 Ab	5,81 Bb	6,07				
Piatã	7,85 Aa	6,90 Ab	6,32 Ab	7,02	0,088	0,0004	<0,0005	0,0270
Média	7,20	6,38	6,06					
<b>RUM (hs)</b>								
Tamani	0,10	0,29	0,15	0,18				
Piatã	0,11	0,06	0,03	0,07	0,023	0,0854	0,1994	0,3196
Média	0,1	0,17	0,09					
<b>COC (hs)</b>								
Tamani	0,79 Aa	0,99 Aa	0,97 Aa	0,92				
Piatã	0,28 Bb	0,78 Aa	0,92 Aa	0,66	0,023	0,0004	0,0002	0,0040
Média	0,54	0,88	0,95					
<b>BEB (hs)</b>								
Tamani	0,21 B	0,37 A	0,08 B	0,22				
Piatã	0,51 A	0,08 B	0,15 B	0,25	0,016	0,0015	0,0062	0,0003
Média	0,36 A	0,23 B	0,12 C					
<b>O (hs)</b>								
Tamani	1,35 Aa	1,40 Aa	1,97 Aa	1,57				
Piatã	0,25 Bc	1,18 Ab	1,58 Ba	1	0,078	0,0001	<0,0001	0,0027
Média	1,78	1,29	0,80					
<b>Tx BOC (min/100 bocados).</b>								
Tamani	371,11 Ab	403,25 Aa	538,29 Aa	437,55				
Piatã	201,46 Ab	589,42 Aa	377,65 Bb	389,51	20,074	0,1130	0,1604	0,0191
Média	286,29	496,33	457,97					
<b>Entrada 2023</b>								
<b>TAT (hs)</b>								
Tamani	7,42	7,07	5,83	6,77				
Piatã	7,22	6,57	7,37	7,05	0,098	0,1679	0,0001	0,1698
Média	7,32 A	6,20 B	7,22 A					
<b>PAS (hs)</b>								
Tamani	7,32	5,78	7,07	6,72				
Piatã	6,98	6,45	7,15	6,86	0,101	0,5007	0,0003	0,1495
Média	7,15 A	6,12 B	7,11 A					

<b>RUM (hs)</b>								
Tamani	0,42 Ba	0,42 Aa	0,48 Aa	0,44				
Piatã	0,90 Aa	0,32 Ab	0,47 Ab	0,56	0,047	0,2017	0,0504	0,0342
Média	0,66	0,37	0,48					
<b>COC (hs)</b>								
Tamani	0,13 Ba	0,06 Ba	0,08 Ba	0,07				
Piatã	0,25 Aa	0,13 Aa	0,23 Aa	0,21	0,0166	<0,0001	0,0358	0,0335
Média	0,19	0,11	0,12					
<b>BEB (hs)</b>								
Tamani	0,23 Aa	0,25 Aa	0,13 Bb	0,21				
Piatã	0,32 Aa	0,42 Aa	0,42 Aa	0,32	0,0235	0,0150	0,7868	0,0336
Média	0,28	0,24	0,28					
<b>O (hs)</b>								
Tamani	1,02	2,60	1,47	1,69				
Piatã	0,70	2,02	0,22	1,21	0,089	0,0101	<0,0001	0,7925
Média	0,86 B	2,31 A	1,18 B					
<b>Tx BOC (min/100 bocados).</b>								
Tamani	69	68	61,67	66,22				
Piatã	45	62	58,50	55,17	3,56	0,1303	0,6546	0,4406
Média	57	65	60,08					

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas para colunas e minúsculas para linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

## 6 DISCUSSÃO

O efeito do sombreamento sobre o desenvolvimento das gramíneas é um fator muito importante, pois este influencia principalmente a densidade populacional de perfilho (DPP) do dossel forrageiro e conseqüentemente na produção de forragem. A densidade populacional de perfilho (DPP) é a característica do dossel forrageiro mais afetada pelo sombreamento e pode ter redução de até 70% em sistemas de integração com árvores em comparação com o sistema de monocultura). Neste trabalho, a densidade populacional de perfilho (DPP) foi 26,60 a 62,72 % (Tabela 3) menor na Integração Lavoura Pecuária Floresta onde a disponibilidade de luz foi limitada pelo componente florestal no ano de 2022. Com a entrada de luz limitada no sistema e o microclima criado pelo sombreamento a planta reduz o seu perfilhamento (CARVALHO et al., 2021), resultados que também foram relatados por (NASCIMENTO et al., 2021) e observados neste trabalho. Isso ocorre porque a luz é a principal responsável para ativação dos fitômeros que dão origem a novos perfilhos.

A diferença observada para o índice de tombamento entre as gramíneas está associada principalmente a estrutura das plantas avaliadas, onde o Tamani (*Megathyrsus maximus* cv.



BRS Tamani) tende a apresentar um arqueamento das folhas, fato que não ocorre com o capim Piatã (*Urochloa brizantha* cv. Piatã).

Os resultados observados para a morfologia dos capins nas integrações, onde constatou-se maiores taxas de aparecimento foliar (TApF), número de folhas (Nfol) e menor tempo entre o aparecimento de duas folhas consecutivas (Filocrono) estão relacionados ao mecanismo fisiológico das gramíneas na compensação da baixa disponibilidade de luz para a fotossíntese e a redução no tempo de vida útil das folhas das mesmas em condições de sombreamento onde, na medida em que a disponibilidade de luz para as gramíneas vai sendo limitada, características morfológicas como o número de folhas, a taxa de aparecimento foliar, o filocrono e a taxa de alongamento do colmo são alteradas, (LOPES et al., 2017; CARVALHO et al., 2022; GOLLUSCIO, 2023). Como observado na figura 02, a disponibilidade de luz nas integrações foi significativamente inferior que a registrada para as monoculturas, no entanto não diferiram entre-se. Resultado que já era esperado porque o componente florestal em uma Integração Lavoura Pecuária Floresta forma uma barreira que bloqueia a entrada dos raios solares no sistema. Em resposta a essa condição (sombreamento), a gramínea tende a elevar seu número de folhas para compensar a redução na disponibilidade de luz para a fotossíntese (NASCIMENTO et al., 2021). Assim como para a taxa de aparecimento foliar, a taxa de senescência nas integrações foram mais elevadas. No entanto, as maiores taxa foram observadas nas integrações com capim Tamani com valores de 3,43 e 3,44 cm/dia para as integrações de capim Tamani com Feijão-caupi e capim Tamani com Milho respectivamente. É possível que por se tratar de uma gramínea mais exigente, o capim Tamani tenha entrado em estágio de senescência mais rápido que o capim Piatã levando em consideração a fertilidade mediana do solo da área experimental (Tabela 2). No entanto, a limitação na disponibilidade de energia luminosa nesses sistemas podem ter acelerado o ciclo vegetativo da planta resultando na redução do tempo de vida útil da folha da gramínea (GOLLUSCIO, 2023). A taxa de alongamento do colmo (TALC) foi maior nas integrações onde a disponibilidade de luz foi afetada (figura 02). Esse aumento ocorre onde há uma maior densidade de árvores (ARAÚJO et al. 2017) que bloqueia a entrada de luz, obrigando a planta a elevar suas folhas por meio do alongamento do caule, como uma estratégia para reduzir a competição por luz (MARTINS et al., 2020). Os fatores avaliados (gramíneas e sistemas) agiram de forma independente na produção de lâmina foliar (PLF kg/ha) e na produção total de forragem (PTF kg/ha). Independentemente do tipo de sistema o capim Piatã apresentou as maiores produções de lâmina foliar (5091,79 kg/ha) e produção total de forragem (5.574,88 kg/ha). É possível que a fertilidade do solo no ano de 2022 (Tabela 1) tenha sido o principal fator responsável pela diferença obtida entre os dois capins, já que o capim Piatã possui média exigência em

fertilidade, enquanto a exigência de fertilidade do capim Tamani é considerada alta (ELGALISE et al., 2021) sendo este desfavorecido pela fertilidade atual do solo.

Já para os sistemas, independente da gramínea a monocultura diferiu estatisticamente das integrações com produção de 5.395,65 e 7.136,22 kg/ha para produção de lâmina foliar (PLF) e produção total de forragem (PTF) respectivamente (Tabela 5). Quando a estrutura do dossel forrageiro é afetada, a produção da forragem também sofre déficit. Neste caso, foi observado que tanto em 2022 quanto em 2023, a densidade populacional de perfilhos das integrações foram significativamente menores, fato que influenciou diretamente na produção da forragem. Apesar da produção de forragem ser severamente afetada quando a gramínea está sob condições de sombreamento em seu desenvolvimento (CARVALHO et al., 2019) que tem principalmente a sua densidades de plantas reduzida, a competição com o componente agrícola na Integração Lavoura Pecuária Floresta também é um importante fator a ser considerado no desempenho produtivo da cultura, pois ambas as culturas disputam o mesmo espaço, luz, água e nutrientes. No ano de 2023, a produção de lâmina foliar (PLF) 4.595,42 e 4363,67 kg/ha, a produção total de forragem (PTF) 5.492,92 e 5.244,17 kg/ha e a produção de material morto (PMM) 1194,58 e 973,33 kg/ha foram maiores ( $P < 0,05$ ) para os capins Tamani e Piatã em monocultura, no entanto não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as respectivas monoculturas. A disponibilidade de energia fotossinteticamente ativa (PAR) é um fator preponderante no desenvolvimento das gramíneas e conseqüentemente na taxa de produção de forragem, sendo está reduzida na mediada em que a PAR é afetada (SANTOS et al., 2016 & NASCIMENTO et al., 2021). A presença de árvores no sistema além de refletir negativamente na quantidade de luz disponível, a luz que atravessa o dossel arbóreo é alterada pelo aumento da absorção nos comprimentos de onda azul e do vermelho (LOPES et al., 2017) comprometendo a taxa de fotossíntese e conseqüentemente a produção de foto assimilados necessário para o desenvolvimento da planta. As maiores produção de material morto observados nos capins Piatã e Tamani em monocultura são resultados da maior produção de biomassa foliar, já que não há a limitação na disponibilidade de luz que que reduz o ciclo de vida útil da folha.

Os teores de proteína bruta PB% foram maiores nas gramíneas cultivadas na integração com Feijão-caupi e Milho com 11,88 e 11,84 % respectivamente. Esses valores que já eram esperados, pois quando sob condições de sombreamento as células das gramíneas são maiores e por conseqüência há um maior conteúdo celular e maiores valores de proteína bruta PB% (MOREIRA et al., 2009). Os resultados encontrados reforçam os resultados relatados por (SANTOS et al., 2018; PEREIRA et al., 2021 e DIBALA et al., 2021) que observaram maiores

teores de proteína bruta (PB%) em pastagem integradas. Nesses tipos de sistemas, há uma forte redução na produtividade da forragem (Tabela 5) oriunda da baixa disponibilidade de luz. No entanto a qualidade da forragem é favorecida, principalmente com elevação nos teores de proteína bruta (PEZZOPANE et al., 2020 e SANTANA et al., 2021). Por outro lado, os teores de matéria seca (MS%) são mais elevados devido à redução no período de vida útil das folhas o que acelera o acúmulo de compostos nitrogenados e conseqüentemente maiores teores de fibra na forragem. Valores semelhantes foram encontrados por Carvalho et al., 2019 e Santana et al., 2021.

O maior tempo de pastejo (7,85 hs) observado na monocultura do capim Piatã está diretamente relacionado a sua disponibilidade de forragem que foi superior as observadas nos demais tratamentos. Esse fator permitiu que os animais dedicassem maior tempo na colheita da forragem reduzindo a busca pelo coxo e o tempo para outras atividades. Segundo FORMIGA et al., 2020, diversos fatores estão relacionados com o tempo de pastejo, e entre eles a oferta e a qualidade da forragem são os que mais estão correlacionados. O tempo de ruminação tem relação direta com o teor de componentes fibrosos da forragem, que são mais acentuados em plantas mais velhas, onde o número de folhas com uma maior concentração de fibras são maiores (TONTINI et al., 2021), de forma que quanto maior o teor de fibra na forragem colhida pelo animal, maior será o tempo necessário para sua degradação (PAZDIORA et al., 2019).

Houve efeito do sistema de cultivo para o tempo de bebedouro e de outras atividades, sendo registrados tempos 0,36 hs e 1,78 hs respectivamente, maiores observados. Como na monocultura não havia componente florestal que oferecesse um melhor conforto térmico aos animais, é possível que houve uma diferença de temperatura o que fez com que os animais aumentassem a busca por água e a realização de outras atividades para reduzir o estresse térmico.

A taxa de bocado foi influenciada pelo sistema de cultivo tanto na entrada, quanto na saída, porém a taxa de bocado na saída foi inferior ao da entrada. TONTINI et al., 2021, relataram em seu experimento taxa de bocado no primeiro período menor em relação ao segundo período, ainda segundo o autor isso ocorreu porque no primeiro período havia uma maior densidade de folhas. Resultados que se assemelham com os encontrados no presente trabalho. Nas integrações foram necessário maior tempo para a realização de 100 bocados. Essa diferença está relacionada coma disponibilidade de forragem que foi maior nas monoculturas (Tabela 5).

## 7 CONCLUSÃO

A produção de forragem do capim Tamani é severamente afetada no sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta. Portanto, recomenda-se seu cultivo em sistema de monocultura. Para o sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta recomenda-se o cultivo do capim Piatã.

### REFERENCIAS

ARAÚJO, R. A. DE et al. Acta Scientiarum Grazing behavior and spatial distribution of feces of Young bulls in silvopastoral systems and Marandu monoculture in the Pre-Amazon region. p. 83–90, 2017.

ASSIS, V. P. DE et al. Decomposição foliar da serapilheira de dois sistemas agroflorestais no Cerrado Sul-Mato-Grossense. **Holos Environment**, v. 20, n. 4, p. 522–538, 11 set. 2020.

CARVALHO, B. H. R. et al. Tillering dynamics in spring and summer of marandu palisade grass pastures previously used under deferred grazin. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 73, n. 6, p. 1422–1430, 2021.

CARVALHO, C. A. B. et al. Morphogenetic and structural traits of tillers and herbage accumulation of Tanganyika grass under shading levels. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 23, p. 1–15, 2022.

CARVALHO, P. C. DE F. et al. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 8, p. 3513–3525, 28 jul. 2018.

DE CARVALHO, P. et al. Forage and animal production on palisadegrass pastures growing in monoculture or as a component of integrated crop–livestock–forestry systems. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 4, p. 650–660, 1 dez. 2019.

DE SANTANA, E. A. R. et al. Influência da integração lavoura-pecuária-floresta na composição morfológica e valor nutricional do capim-marandu sob pastejo contínuo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 6, p. 3415–3430, 12 ago. 2021.

DETMANN, E. ET AL. **Métodos para análise de alimentos**. 2. ed. Visconde do Rio Branco-MG: [s.n.].

DIBALA, R. et al. Tree density effects on soil, herbage mass and nutritive value of understory *Megathyrus maximus* in a seasonally dry tropical silvopasture in Panama. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 4, p. 741–753, 1 abr. 2021.

ELGALISE, L. et al. Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais. **Portal**

de **Livros Abertos da USP**, 9 jul. 2021.

FORMIGA, L. D. A. DA S. et al. Ingestive behavior and feeding preference of goats reared in degraded caatinga. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 21, 2020.

GOLLUSCIO, M. L. G. P. S. C. R. A. Morphogenetic and structural responses to tree - shading in three temperate perennial grasses : implications for growth , persistence and defoliation practices. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 4, p. 549–559, 2023.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de Cultivares de Panicum maximum Jacq . 1 Morphogenesis of Panicum maximum Jacq . Cultivars. v. 29, n. 2, p. 341–348, 2000.

LEAL, V. N. et al. Economic Results of Forage Species Choice in Crop–Livestock Integrated Systems. **Agriculture**, v. 13, n. 3, p. 637, 2023.

LOPES, C. M. et al. Morfologia e acúmulo de forragem de capim-braquiária com ou sem fertilização, sob diferentes regimes de luz. **Ciencia Rural**, v. 47, n. 2, 2017.

MARTINS, C. D. M. et al. Defoliation intensity and leaf area index recovery in defoliated swards: Implications for forage accumulation. **Scientia Agricola**, v. 78, n. 2, 2020.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. undefined-undefined, 2019.

NASCIMENTO, H. L. B. et al. Herbage accumulation, canopy structure and tiller morphology of marandu palisadegrass growing in open pasture and in silvopasture. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 2, p. 339–352, 1 fev. 2021.

PAZDIORA, R. D. et al. Digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com resíduos de agroindústrias processadoras de frutas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, p. 2093–2102, 2019.

PEREIRA, M. et al. Beef cattle production on Piatã grass pastures in silvopastoral systems: Producción de ganado de carne en pasturas de Urochloa brizantha cv. BRS Piatã en sistemas silvopastoriles. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2021.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Assessment of Piatã palisadegrass forage mass in integrated livestock production systems using a proximal canopy reflectance sensor. **European Journal of Agronomy**, v. 103, p. 130–139, 1 fev. 2019.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Production and nutritive value of pastures in integrated livestock production systems: Shading and management effects. **Scientia Agricola**, v. 77, n. 2, 2020.

SANTOS, D. DE C. et al. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 233, p. 16–24, 3 out. 2016.

SANTOS, D. DE C. et al. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with Eucalyptus urograndis and Brachiaria brizantha: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 266, p. 174–180, 1 nov. 2018.

SANTOS, M. V. et al. Integrated crop–forage–forestry for sustainable agricultural systems: productive performance. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 2, p. 417–427, 1 abr. 2020.

TONTINI, J. F. et al. Influence of tropical upright pasture structural and chemical characteristics on lamb grazing time. **PLoS ONE**, v. 16, n. 4 April, p. 1–16, 2021.

### **CAPÍTULO III: DINÂMICA DE DEPOSIÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB PASTAGEM EM MONOCULTURA E INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA.**

#### **Resumo**

Objetivou-se avaliar a dinâmica de deposição e decomposição da serrapilheira e a atividade microbiana do solo sob pastagens em monocultura e em integração Lavoura Pecuária Floresta. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x3 sendo duas culturas (capim Piatã e capim Tamani) e três sistemas (monocultura, integração com Feijão-caupi e integração com milho), distribuídos em seis tratamentos com seis repetições totalizando 36 (trinta e seis) unidades experimentais. Os tratamentos foram duas monoculturas e quatro integrações. Monoculturas: capim Piatã e capim Tamani. Integrações: Capim Piatã+Feijão-caupi+Gliricidia; Capim Piatã+milho+Gliricidia; Capim Tamani+Feijão-caupi+Gliricidia, Capim Tamani+milho+Gliricidia. Houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) na taxa de deposição da serrapilheira. Nos capins Tamani e Piatã em monocultura foi observado um maior acúmulo de serrapilheira de capim com 12,11 e 10,81 g/0,16m<sup>2</sup> respectivamente. Maiores frações de componente florestas de Gliricidia foram observados na serrapilheira da integração, com maior concentração de folhas na integração do capim Tamani+milho (7,02 g/0,16 m<sup>2</sup>) e de vagens e sementes, 16,29 e 0,93 g/0,16 m<sup>2</sup> respectivamente na integração do capim Tamani+Feijão-caupi. Houve efeito linear ( $P < 0,05$ ) na taxa de decomposição da serrapilheira com taxa de decomposição de 0,0769 e 0,044 g/dia para a serrapilheira com 100% de Gliricidia e 100% de capim Piatã respectivamente, maior e menor média observada. Na monocultura do milho observou-se maior concentração de carbono orgânico total COT (26,91 mg C/kg), coeficiente metabólico qCO<sub>2</sub> (1,90 mg CO<sub>2</sub>-C g<sup>-1</sup> MB-C) e fosfatase (1,84 µg PNP g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>) tanto em 2022 quanto em 2023. Já na monocultura do feijão-caupi observou-se as maiores concentrações de nitrogênio da biomassa microbiana NBM (175,3 e 270,3 mg N kg<sup>-1</sup> solo) em 2022 e 2023. A respiração basal do solo (RBS) foi maior nas monoculturas dos capins Tamani com (32,91 e 32,14 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) em 2022 e 2023 e na monocultura do capim Piatã e no capim Piatã integrado com milho em 2023 com 27,97 e 28,60 respectivamente. O cultivo de gramíneas tanto em monocultura quanto em integração lavoura pecuária floresta favorece a atividade microbiana do solo.

Palavras chaves: Biologia do solo; Gliricidia; capim Piatã; capim Tamani; Lavoura

## **8 INTRODUÇÃO**

Os sistemas de produção agropecuários a nível mundial são responsáveis pela maior parte da produção bens e serviços necessários para atendimento das necessidades básicas dos seres humanos. Nesses sistemas, a qualidade biológica do solo é fator fundamental para manter um nível de produção satisfatório, e para isso é necessária uma boa atividade microbiana nesses sistemas.

Por serem muito sensíveis a mudanças no meio, como as advindas do manejo do solo e das culturas, a determinação da biomassa e a atividade dos microrganismos no solo é uma maneira rápida e prática de verificar a sua qualidade, (GONÇALVES et al., 2019) e como seus índices tem efeitos diretos na estrutura e na qualidade química do solo, uma vez que estas características sofrem efeitos diretos do manejo cultural, que modifica o habitat dos microrganismos (GONÇALVES et al., 2019) e por consequência afeta a capacidade produtiva do solo.

O tipo de vegetação é fator determinante na qualidade da serrapilheira depositada sobre o solo e na sua taxa de decomposição e influencia diretamente a qualidade da matéria orgânica que por sua vez influencia na atividade biológica do solo. Isso ocorre porque a interação liteira e microrganismos tem papel fundamental na formação da atividade metabólica e microbiana do solo, tornando o efeito da mudança da cobertura vegetal sobre a atividade microbiana mais intenso, principalmente na camada superficial do solo (SOLEIMANI et al., 2019).

Para tanto, avaliar a dinâmica de deposição e decomposição da serrapilheira em um sistema de cultivo é de grande importância para entender a dinâmica da atividade microbiana do solo e consequentemente os índices de produtividades obtidos sobre ele. Nesse contexto, a hipótese deste trabalho prever uma maior taxa de deposição e decomposição da serrapilheira bem como maior atividade microbiana nos sistemas integrados. Portanto, objetivou-se avaliar a dinâmica de deposição e decomposição da serrapilheira e a atividade microbiana do solo em sistema de monocultura e em integração Lavoura Pecuária Floresta.

## **9 MATERIAL E MÉTODOS**

### **9.1 Localização**

O experimento foi conduzido no SETOR DE FORRAGICULTURA da Universidade Federal do Maranhão no Centro de Ciências Chapadinha localizado a Latitude de 3° 44' 26" S e Longitude 43° 21' 33" W na cidade de Chapadinha-MA na região do baixo Parnaíba.

A área experimental total compreendeu a 0,432 hectares, com topografia levemente inclinada de solo latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA 2013). Anteriormente ocupada por



uma integração pecuária-floresta (IPF), uma monocultura de capim Massai e um bosque de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp respectivamente separados.

## 9.2 Delineamento experimental

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x3 sendo duas culturas (capim Piatã e capim Tamani) e três sistemas (monocultura, integração com Feijão-caupi e integração com milho), distribuídos em seis tratamentos com seis repetições totalizando 36 (trinta e seis) unidades experimentais, ordenados em duas monoculturas e quatro integrações. Monoculturas: capim Piatã e capim Tamani. Integrações: Capim Piatã+Feijão-caupi+Gliricidia; Capim Piatã+milho+Gliricidia; Capim Tamani+Feijão-caupi+Gliricidia, Capim Tamani+milho+Gliricidia.

## 9.3 Características química do solo

Para determinação das características químicas do solo, foram realizadas amostragens de solo com auxílio de parafusadeira à bateria e broca de coleta de solo. Para a cada amostra composta enviada a laboratório, 10 amostras simples foram coletadas, homogeneizadas e posterior separada 0,5 kg, colocada em saco plástico devidamente identificado e encaminhadas para laboratório de análise química de solo para determinação de fertilidade. Com resultados obtidos da análise química do solo, observou-se que o solo apresentava fertilidade de baixa a mediana (Tabela 1 e 02), sendo necessário a realização de calagem para oferecer condições de solo favorável para o desenvolvimento das culturas de acordo com sua necessidade.

## 9.4 Preparo da área experimental.

### 9.4.1 Limpeza

A limpeza da área experimental ocorreu na primeira quinzena de janeiro do ano de 2022, onde foram realizadas as etapas de desbaste do bosque florestal e remoção da vegetação (gramíneas) existentes na área.

A desbaste do bosque florestal foi realizado de forma manual com o auxílio de motosserras, facões e machado. O resíduo vegetal grosso (galhos e troncos) foi retirado da área experimental enquanto os resíduos vegetais finos (folhas e galhos finos) foram deixadas na área e incorporados no solo com grade.

A remoção da gramínea na integração pecuária floresta (IPF) e na monocultura, foram realizadas por meio de aração profunda com arado de discos seguidas de gradagem com auxílio de um trator. O resíduo grosso (touceiras) foi coletado e retirada da área experimental. Já a remoção das árvores da integração pecuária floresta (IPF) foi realizada com uso de uma retroescavadeira.

#### 9.4.2 Preparo do solo

Após a limpeza da área e de posse dos resultados da análise química do solo, deu-se início a segunda etapa de preparo do solo, sendo esta realizada na segunda quinzena de janeiro do ano de 2022. Nesta etapa foram realizadas a calagem e gradagem utilizando trator com grade e calcário dolomítico com PRNT 99,96%.

A determinação da quantidade de calcário necessário para a calagem foi realizada pelo método da elevação da saturação por bases com uso da seguinte fórmula:  $NC = ((Ve - Va) * CTC) / PRNT * 10$  buscando atender a necessidade das culturas. Para tanto, elevou-se a saturação por bases para 60% e 70% nas unidades experimentais onde foram implantadas as culturas dos capins Piatã e Tamani, sendo necessário o equivalente de 1,5 e 2 toneladas de calcário por hectares, respectivamente.

O calcário foi distribuído a lanço manualmente em toda a área experimental e incorporado a 20 cm de profundidade no solo com grade acoplada em um trator.

#### 9.4.3 Plantio

Com o preparo do solo realizado, na primeira quinzena de fevereiro de 2022 realizou-se a semeadura das monoculturas das gramíneas capins Piatã e Tamani e das graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) bem como das respectivas graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) nas integrações. A semeadura das gramíneas nas integrações ocorreu aos 20 dias após a emergência das culturas graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.).

A semeadura das gramíneas foi realizada em linhas com espaçamento de 30 cm entre fileiras. O milho (*Zea Mays*. L) e o Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) foram semeados com semeadeira mecânica tracionada por um trator, com linhas reguladas a 60 cm entre fileiras e distribuição de 3 e 14 sementes por metro linear para o milho (*Zea Mays*. L) e o Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) respectivamente.

#### 9.4.4 Adubação

As adubações de plantio e cobertura foram determinadas com base nos resultados da análise química do solo e exigências das culturas.

Na adubação de plantio das gramíneas foram utilizadas doses equivalentes a 80 e 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para os capins Piatã e Tamani, respectivamente e enquanto na adubação de cobertura foi realizado doses equivalentes a 150 kg de nitrogênio e 80 kg de potássio por hectares.

A distribuição do fósforo (100% da dose) foi realizada a lanço manualmente antes da semeadura. Já as adubações de cobertura foram parceladas em duas vezes, sendo o equivalente a 50 kg de nitrogênio e 40 kg de potássio por hectares 30 dias após a emergência das culturas e 100 kg de nitrogênio e 40 kg de potássio por hectares após o primeiro corte.

A adubação de plantio das graníferas ocorreu no momento do plantio sendo distribuída pelo tanque distribuidor de adubo da semeadeira mecânica.

Para a cultura do milho (*Zea Mays*. L), utilizou-se o equivalente a 20 kg de nitrogênio, 80 kg de fósforo e 40 kg de potássio por hectares. Já para a cultura do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) utilizou-se o equivalente a 30 kg de nitrogênio, 80 kg de fósforo e 50 de potássio. A adubação de cobertura foi realizada a lanço manualmente na superfície do solo em ambas as culturas. Para tanto, utilizou-se os equivalentes a 100 e 20 kg de nitrogênio por hectares nas culturas do milho (*Zea Mays*. L) e do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) respectivamente

## 9.5 Avaliações

### 9.5.1 Deposição e decomposição da serrapilheira

A avaliação de deposição da serrapilheira, foi realizada utilizando 18 coletores de madeira de 0,16 m<sup>2</sup>, com fundo em tela de náilon com malha de 1 mm, suspensos 5 cm acima da superfície do solo e distribuídos aleatoriamente entre coletores por tratamento, mantendo uma distância mínima de 5 m entre eles. A serrapilheira interceptada pelos coletores foi coletada a intervalos de 28 dias, durante um período de 150 dias de julho a novembro de 2022. A cada coleta, as amostras de serrapilheira dos capins Piatã e Tamani e do componente florestal *Gliricidia* foram pesadas em balança de precisão e triadas nas frações: folhas dos capins e folhas, vagens e sementes da *Gliricidia*. As frações foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60° C até peso constante e posteriormente pesadas novamente para estimar a produção da serrapilheira em kg/ha de MS e porcentagem de cada fração, conforme metodologia adaptada de Arato et al. (2003).

Para estudar a decomposição da serrapilheira foliar no monocultivo e nas integrações, foi adotada a técnica das bolsas de decomposição —nylon hairnets‖ ou —litter bags‖, descrita por, (BOCOCK & GILBERTO, 1957) e adaptada por (DUBEUX et al., 2006).

Uma porção de 25 g foi colocada em bolsas em tela de náilon com malha de 1 mm com dimensões de 20 x 20 cm (ANDERSON & INGRAM, 1996). A massa seca referente ao tempo inicial (Ti) foi obtida mediante um fator de correção após secagem de amostras em estufa a 60 °C até peso constante. Em cada tratamento foram preparados 15 sacos de decomposição. Os

sacos foram distribuídos sobre a superfície do solo no início do período experimental. A cada 30 dias foram realizadas a coleta de 3 bolsas por tratamento durante um período de 150 dias. As bolsas foram limpas para retirar o solo aderido, secas e posteriormente pesadas para a determinação da taxa de decomposição da serapilheira.

### 9.5.2 *Atividade microbiana*

As amostras de solo (três simples para compor uma amostra composta por parcela) foram coletadas a profundidades 0-10 cm, antes do plantio das culturas no ano de 2022 e 2023. Para coleta das amostras utilizou-se pá e cavadeira, as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, protegidas da luz e mantidas no freezer até serem encaminhadas ao laboratório. Para determinar o carbono orgânico total do solo (COT) aplicou-se a metodologia proposta por Walkley-Black, utilizando solução de dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) e considerando que todo carbono do solo se encontra em estado de oxidação zero.

Para determinar a taxa respiratória dos microrganismos no solo, foram incubados 100 g de solo, tamisado a 2 mm de abertura de malha, com umidade ajustada para 70% da capacidade de campo. O  $\text{CO}_2$  que evoluiu das amostras, em 15 dias de incubação, foi capturado em frascos contendo 100 mL de NaOH (0,5 mol L<sup>-1</sup>), em sistema de fluxo de ar contínuo (isento de  $\text{CO}_2$ ) como proposto por Curl & Rodriguez-Kabana (1972). Além dos frascos contendo as amostras de solo, foram também incubados frascos sem solo, os quais constituíram amostras em branco.

Após a incubação, a taxa respiratória dos microrganismos no solo foi determinada por titulação indireta com HCl (0,5 mol L<sup>-1</sup>), determinando-se o NaOH restante, que não reagiu com o  $\text{CO}_2$  evoluído das amostras de solo. De cada amostra de solo incubada, foram retiradas duas subamostras de 18 g, sendo uma submetida à radiação de micro-ondas por tempo previamente calculado (60 + 60 segundos), para lise das células microbianas e liberação dos componentes celulares; e outra sem irradiação, para determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM), conforme metodologia descrita por Vance et al. (1987), modificada por Islam & Weil (1998).

De posse dos valores de taxa respiratória dos microrganismos no solo ( $C - \text{CO}_2$ ) e do carbono da biomassa microbiana (CBM), calculou-se o valor do quociente metabólico -  $q \text{CO}_2$  diário ( $q\text{CO}_2 = C - \text{CO}_2/\text{CBM}$ ). Com os dados de COT e de CBM, calculou-se o quociente microbiano do solo -  $q\text{MIC}$  ( $q\text{MIC} = \text{CBM} / \text{COT}$ ).

## 9.6 **Análise estatística**

Os dados experimentais foram submetidos aos testes de normalidade e homoscedasticidade. Sendo normal e homocedásticos foram submetidos a análise de variância.

A comparação de médias da produção da serrapilheira foi realizada pelo teste de SNK a 5% de probabilidade pelo Software InfosTat versão 2020.

Para a taxa de decomposição, foi realizada análise de variância e regressão linear pelo Software Rbio (BHERING 2017).

## 10 RESULTADOS

Houve efeito de interação ( $P < 0,05$ ) entre gramíneas e sistemas de cultivo na taxa de deposição da serrapilheira de capim, e na deposição de folhas, de vagens e de sementes de *Gliricidia* (Tabela 8).

Observou-se que o acúmulo de serrapilheira do capim foram maiores nas monoculturas dos capins Piatã e Tamani com 10,81 e 12,11 g/m<sup>2</sup> respectivamente. Por outro lado, maior deposição de folhas de *Gliricidia* foi observado na integração do capim Tamani+milho com 7,02 g/0,16m<sup>2</sup>. Enquanto o acúmulo de vagens e de sementes foram maiores integração do capim Tamani+Feijão-caupi com 16,29 e 0,93 g/0,16 m<sup>2</sup> respectivamente. (Tabela 8).

Tabela 8: Deposição de serrapilheira em pastos dos capins Piatã e Tamani em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha -MA

Gramíneas	Sistemas			Média	EPM	P-Valor (%)	
	Monocultura	ILPF Caupi	ILPF Milho			Gram	Sistemas Gram*Sist
<b>Capim g/0,16 m<sup>2</sup></b>							
Tamani	12,11 Aa	7,69 Ab	3,84 Bc	7,88			
Piatã	10,81 Aa	5,61 Bb	6,28 Ab	7,57	0,18	0,9424	<0,0001 <0,0001
Média	11,46	6,65	5,06				
<b>Folha de <i>Gliricidia</i> g/0,16 m<sup>2</sup></b>							
Tamani	0 Ac	2,38Ab	7,02Aa	3,13			
Piatã	0 Ac	1,38Bb	3,66 Ba	1,68	0,068	0,6881	<0,0001 <0,0001
Média	0 C	1,88	5,43				
<b>Vagens g/0,16 m<sup>2</sup></b>							
Tamani	0A	16,29Aa	3,35Bb	9,21			
Piatã	0A	12,73Bb	14,91Aa	6,55	0,15	0,7829	<0,0001 <0,0001
Média	0	14,51	9,13				
<b>Sementes g/0,16 m<sup>2</sup></b>							
Tamani	0Ac	0,93Aa	0,86Ab	0,60			
Piatã	0Ac	0,68Ba	0,51Bb	0,40	0,016	0,7259	<0,0001 <0,0001
Média	0	0,81	0,69				

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas para colunas e minúsculas para linhas) não diferem entre si pelo teste de Turkey a 5 % de probabilidade.

Houve efeito linear ( $P > 0,05$ ) na taxa de decomposição de todas as serrapilheiras incubadas (Figura 04). No entanto, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as serrapilheira que em sua constituição havia *Gliricidia*.

Menor taxa de decomposição ocorreu na serrapilheira do capim Piatã, com 0,044 g/dia, enquanto a taxa de decomposição da serrapilheira de Gliricidia foi de 0,0769 g/d, maior taxa observada (Figura 04).

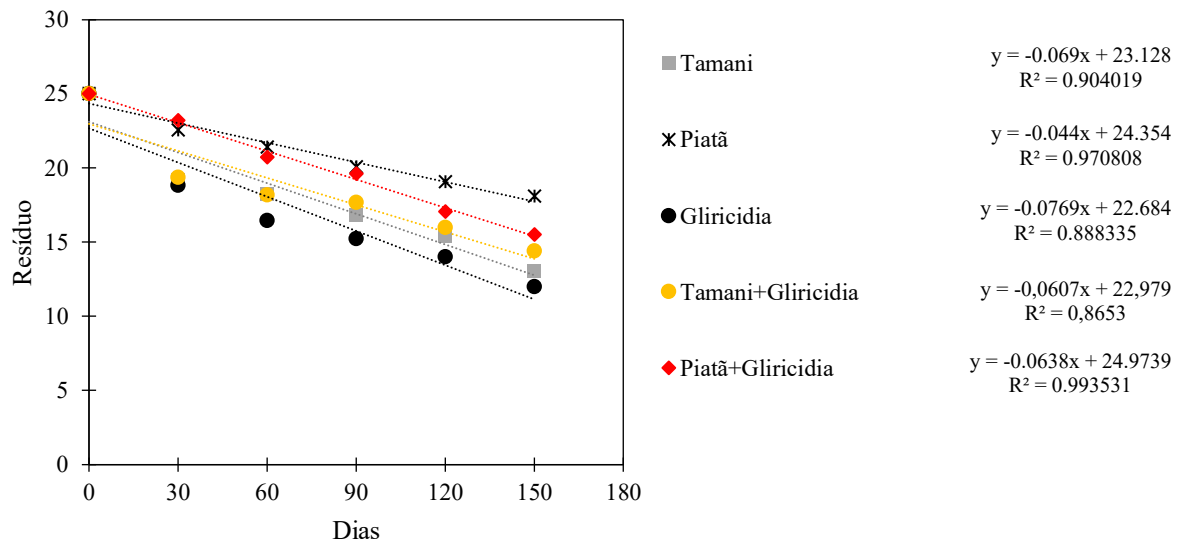


Figura 03: Taxa de decomposição da serrapilheira em pastos dos capins Piatã e Tamani em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha -MA

Os resultados da atividade microbiana do solo estão descritos na Figura 03. A atividade microbiana do solo foi analisada por meio da análise de componentes principais onde 75,139% dos dados são explicados, sendo 58,147% explicado pelo componente 1 e 16,992 % pelo componente 2 (Figura 03).

Tanto no ano de 2022 quanto em 2023, os teores de COT, fosfatase e NBM foram maiores para as monoculturas do milho e do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*. L). Maiores respiração basal do solo (RBS), Urease e coeficiente microbiano (Qmic) e menor coeficiente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foram obtidos na pastagem do capim Massai em monocultura e no bosque de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp onde foram implantadas as monoculturas dos capins Piatã e Tamani e as integrações respectivamente em 2022 (Figura 03).

No ano de 2023, um ano após a implantação dos cultivos foi observado várias alterações nos índices da atividade microbiana do solo. Na monocultura do milho (*Zea Mays*), os índices de carbono orgânico total (COT) e Fosfatase mantiveram-se os maiores entre todos os tratamentos, no entanto teve uma leve redução em relação ao ano de 2022. Já na monocultura do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*. L) houve aumento principalmente no nitrogênio da biomassa microbiana (NBM). Aumento que também foi observado para a mesma variável na

integração do capim Tamani (*Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani) com Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*. L), no entanto, no respectivo tratamento ocorreu uma forte redução na Urease e na respiração basal do solo (RBS). A respiração basal do solo (RBS) aumentou nas monoculturas dos capins *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani e nas integrações do capim *Urochloa brizantha* cv. Piatã. No entanto, o coeficiente microbiano (Qmic) foi afetado os respectivos tratamentos.

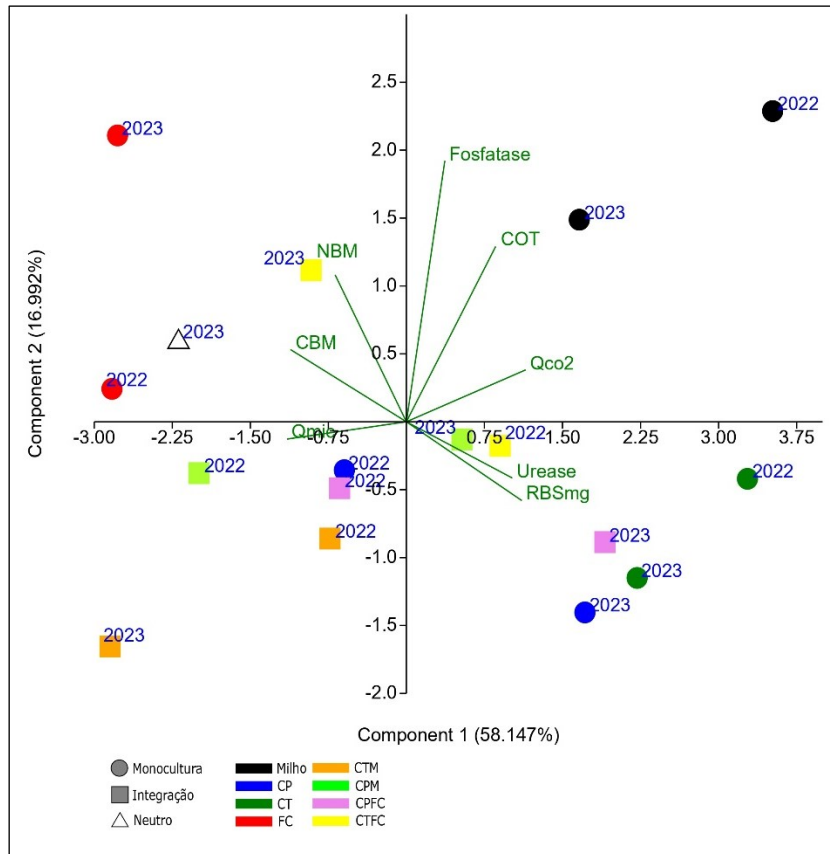


Figura 4: Atividade microbiana do solo sob pastagens dos capins Piatã e Tamani em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha -MA.

Respiração basal do solo (RBS); Coeficiente metabólico ( $q\ CO_2$ ); Coeficiente microbiano (Qmic); Carbono Orgânico Total (COT); Carbono da Biomassa Microbiana (CBM); Nitrogênio da Biomassa Microbiana (NBM), Fosfatase; Urease. CT (capim Tamani), CP (capim Piatã), FC (feijão-caupi), CTFC (capim Tamani+Feijão-caupi), CPM (capim Piatã+milho), CPFC (capim Piatã+Feijão-caupi), CTM (capim Tamani+milho)

## 11 DISCUSSÃO

O maior acúmulo de serrapilheira de capim ocorreu nas monoculturas dos capins Tamani e Piatã com 12,11 e 10,81 g/0,16m<sup>2</sup> (Tabela 8). Este resultado já era esperado, pois na monocultura a proporções de plantas (gramíneas) era maior que nas integrações e, portanto, a taxa de material senescente e o acúmulo desse material depositado sobre o solo tende a ser



maior. A presença de folhas, vagens e sementes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp foi observada apenas na serrapilheira interceptada nas integrações. A ausência dessas frações nas monoculturas dos capins *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani pode é devido a inexistência do componente florestal nesses sistemas, fator que favorece esses tratamentos com em um maior acúmulo das respectivas frações vegetais.

Na serrapilheira interceptada na integração do capim Tamani+milho houve uma maior proporção da fração folhas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. É possível que neste tratamento tenha havido um melhor desenvolvimento da copa dessas árvores resultando em maior abundância de folhas que conseqüentemente maior deposição sobre o solo. Por outro lado, a deposição de vagens e de sementes (16,29 e 0,93 g/0,16m<sup>2</sup>) foram maiores na integração do capim Tamani+feijão-caupi (Tabela 8). É possível que a tenha ocorrido uma influência da adubação realizada no respectivo tratamento associado a fixação biológica de nitrogênio atmosférico realizada pelo feijão-caupi, favorecendo a produção de vagens da *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp e por conseguinte a sua maior deposição sobre o solo.

A composição da serrapilheira foi o principal fator responsável pela taxa de decomposição do material vegetal incubado. Quando em sua composição a serrapilheira apresentava alguma fração de material vegetal de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp a taxa de decomposição foi mais elevada. Na serrapilheira composta por 100% de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp foi observado uma taxa de decomposição diária de 0,0769 g/dia enquanto a serrapilheira com 100% do capim *Urochloa brizantha* cv. Piatã, a taxa de decomposição foi apenas de 0,044 g/dia refletindo diferença estatística entre os tratamentos. Essa diferença na taxa de decomposição entre as duas serrapilheira está relacionada principalmente na relação C/N do seu material de origem, onde o material vegetal da *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp apresenta uma menor relação C/N. Isso significa que a velocidade de decomposição desse material será mais acelerada (HERRERA et al., 2020), influenciando na dinâmica da decomposição da serrapilheira e tem papel fundamental na ciclagem de nutrientes (KRISHNA; MOHAN, 2017) como mostra o trabalho realizado por APOLINÁRIO et al., (2016) onde a serrapilheira formado por leguminosa apresentou uma maior taxa de decomposição.

Outros fatores como a microbiologia, a temperatura e a umidade do solo estão diretamente ligados na taxa de decomposição do vegetal (ASSIS et al., 2020). No entanto, a relação C/N do material depositado sobre o solo é o mais importante, pois determina o teor de N na biomassa do vegetal que por conseguinte favorece a taxa de decomposição, (RUMPEL et al., 2015). Vale ressaltar que em sistemas integrados, o teor de água no solo é maior (SARTO

et al., 2020), fator que favorece a atividade microbiológica e conseqüentemente na taxa de decomposição.

Os níveis da biomassa microbiana do solo e sua atividade, são determinantes críticos na saúde do solo (SUJIT et al., 2023). Para a determinação da qualidade dos cultivos implantados, os índices como carbono orgânico total (COT), carbono da biomassa microbiana (CBM), nitrogênio da biomassa microbiana (NBM), respiração basal do solo (RBS), coeficiente microbiano ( $Q_{mic}$ ), coeficiente metabólico ( $qCO_2$ ), Fosfatase e Urease foram avaliados.

O teor de carbono orgânico total do solo (COT) é influenciado pelo acúmulo e a relação C/N do material vegetal depositado, bem como pelo manejo exercido no solo. A atividade microbiana do solo é sensível a disponibilidade de substrato (CAPEK et al., 2019), sendo fortemente influenciada pelo pH do solo, a disponibilidade de nitrogênio no sistema, a relação C/N e o tipo de cobertura vegetal (TOLEDO et al., 2023).

Nos tratamentos das monoculturas do feijão-caupi (FC) e milho onde o teor de carbono orgânico total do solo (COT) foi mais elevado havia o cultivo de uma integração pecuária floresta (IPF) com capim Massai *Megathyrsus maximus* cv. BRS Massai e a Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com quatro anos de desenvolvimento. É possível que o acúmulo da serrapilheira durante esse período e a origem do material depositado sobre o solo nesse ecossistema tenha promovido um maior teor de carbono orgânico total (COT) no solo. Por outro lado, a respiração basal do solo (RBS) foi afetada pela maior relação C/N da serrapilheira do capim *Megathyrsus maximus* cv. BRS Massai depositado sobre o solo durante os quatro anos de integração pecuária floresta (IPF). Esse comportamento nos atributos microbiológico do solo tem relação direta com a diversificação quantitativa e qualitativa da serrapilheira depositada sobre o solo a longo prazo (SOARES et al., 2019), que influencia diretamente na microbiologia do solo e conseqüentemente na sua atividade microbiana que sofre o efeito da mudança da cobertura vegetal na camada superficial do solo (SOLEIMANI et al., 2019), onde também foi observado maior taxa de nitrogênio da biomassa microbiana (NBM). Esse resultado para o ano de 2022 pode ser explicado pelo efeito residual do nitrogênio oriundo do desenvolvimento de um experimento desenvolvido na área da integração pecuária floresta (IPF), onde um dos fatores avaliados foi a estratégia de adubação nitrogenada sobre o capim Massai diferido.

No ano de 2023, o nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) aumentou na monocultura do Feijão-caupi (FP) e na integração do capim Tamani com o Feijão-caupi (CTFC), tratamentos em que foram observados os maiores valores para a respectiva variável. Esse aumento deve ter ocorrido devido o Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*. L) ser uma leguminosa, plantas de potencial

fixação biológica de nitrogênio atmosférico no solo, sendo este principal fator contribuinte para a elevação do nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) nos respectivos tratamentos onde a cultura foi cultivada.

A respiração basal do solo (RBS) indica a sua atividade microbiológica. Quanto maior a respiração basal do solo (RBS), a atividade microbiológica do solo é mais elevada, no entanto, como consequência a taxa de oxidação da matéria orgânica será maior, o que reflete diretamente na redução do carbono orgânico total do solo (COT) devido a liberação do carbono (C) na forma de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Maiores taxas da respiração basal do solo (RBS) observadas nos tratamentos com as monoculturas dos capins Piatã (CP) e capim Tamani (CT) e nas integrações tanto antes (2022) quanto após (2023) a implantação dos cultivos demonstram uma maior atividade microbiológica nesses agros ecossistemas. Consequentemente, a o carbono orgânico total (COT) nessas áreas foram afetados. Esses resultados são explicados principalmente pela maior atividade microbiológica que são favorecidas pelo tipo de serrapilheira depositada, bem como pela umidade do solo. Principalmente nas integrações onde o teor de umidade no solo é mais elevado, (SARTO et al., 2020) e favorecem a atividade dos microrganismos do solo.

## 12 CONCLUSÃO

O cultivo das gramíneas *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani e *Urochloa brizantha* cv. Piatã melhoram a atividade microbiana do solo.

## REFERENCIAS

- APOLINÁRIO, V. X. DE O. et al. Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 6, p. 2478–2484, 2016.
- ASSIS, V. P. DE et al. Decomposição foliar da serapilheira de dois sistemas agroflorestais no Cerrado Sul-Mato-Grossense. **Holos Environment**, v. 20, n. 4, p. 522–538, 11 set. 2020.
- Bhering, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.17: 187-190p, 2017.
- CAMELO, D. et al. Soil Microbial Activity and Biomass in Semiarid Agroforestry Systems Integrating Forage Cactus and Tree Legumes. 2021.
- CREAMER, R. E. et al. The life of soils : Integrating the who and how of multifunctionality. v. 166, 2022.
- GONÇALVES, V. A. et al. Biomassa e atividade microbiana de solo sob diferentes sistemas de plantio e sucessões de culturas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, p. 1–8, 2019.
- HERRERA, A. M. et al. Decomposition of senescent leaves of signalgrass ( *Urochloa decumbens* Stapf . R . Webster ) and arboreal legumes in silvopastoral systems. **Agroforest Syst**, v. 1, p. 2213–2224, 2020.
- JAT, H. S. et al. Effects of tillage, crop establishment and diversification on soil organic carbon, aggregation, aggregate associated carbon and productivity in cereal systems of semi-arid Northwest India. **Soil and Tillage Research**, v. 190, n. August 2018, p. 128–138, 2019.
- KRISHNA, M. P.; MOHAN, M. Litter decomposition in forest ecosystems: a review. **Energy, Ecology and Environment**, v. 2, n. 4, p. 236–249, 2017.
- RUMPEL, C. et al. The impact of grassland management on biogeochemical cycles involving carbon, nitrogen and phosphorus. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 15, n. 2, p. 353–371, 2015.
- SARTO, M. V. M. et al. Soil microbial community and activity in a tropical integrated crop-livestock system. **Applied Soil Ecology**, v. 145, n. August 2018, 2020.
- SOARES, S. et al. Soil & Tillage Research How diversity of crop residues in long-term no-tillage systems affect chemical and microbiological soil properties. **Soil & Tillage Research**, v. 194, n. July, p. 104316, 2019.
- SOLEIMANI, A. et al. Influence of land use and land cover change on soil organic carbon and

microbial activity in the forests of northern Iran. **Elsevier**, [s.d.].

SUJIT, D. et al. Soil microbial biomass carbon stock and its relation with climatic and other environmental factors in forest ecosystems : A review. **Acta Ecologica Sinica**, n. November 2022, 2023.

TOLEDO, S. et al. Environmental factors regulate soil microbial attributes and their response to drought in rangeland ecosystems. **Science of the Total Environment**, v. 892, n. May, 2023.

VAN WESEMAEL, B. et al. An indicator for organic matter dynamics in temperate agricultural soils. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 274, n. August 2018, p. 62–75, 2019.

ZIMMER, J.; POGGERE, G.; STUDART, R. Soil enzymatic activity in Brazilian biomes under native vegetation and contrasting cropping and management. v. 190, n. June, 2023.

## CAPÍTULO IV: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO E DO FEIJÃO CAUPI CULTIVADOS EM MONOCULTURA E EM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.

### Resumo

Objetivou-se avaliar as características agronômicas do milho (*Zea Mays*) e do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) cultivados em monocultura e em interação lavoura pecuária floresta em Chapadinha-MA. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. Sendo duas monoculturas (Milho e Feijão-caupi) e quatro integração (Capim Piatã+Feijão-caupi+Gliricidia; Capim Piatã+milho+Gliricidia; Capim Tamani+Feijão-caupi+Gliricidia, e Capim Tamani+milho+Gliricidia). Três tratamentos foram utilizados para avaliar o milho e três para avaliar o feijão-caupi. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) em 2022 entre os tratamentos com Feijão-caupi. Já em 2023 o Feijão-caupi em monocultura apresentou maior altura, 27,83 cm, maior número de vagens por planta (NVP) 5,31, maior produtividade (PROD) 1134,28 kg/ha e menor peso de mil grãos (PMG) 18,6 g. Em 2022 a monocultura do milho foi superior as integrações com maior prolificidade (Prol) 1 esp/planta, maior número de fileira por espiga (NFE) 13,2, maior número de grãos por fileira (NGF) 20,9, maior peso de mil grãos e produtividade com 292 g e 84,53 sacas/ha respectivamente. Em 2023 não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para a produtividade e número de grãos por fileira. Já para as demais variáveis, o cultivo em monocultura foi melhor. O sistema de integração lavoura pecuária floresta afetou tanto o cultivo do milho quanto do feijão-caupi. Portanto, recomenda-se o cultivo das referidas culturas em sistema de monocultura.

Palavras chaves: Agrossilvipastoril; leguminosas; Proteína; forragem.

### 13 INTRODUÇÃO

A produção de alimento é o principal desafio da atividade agropecuária tendo em vista demanda populacional a ser atendida a grande necessidade de preservação dos ecossistemas ambientais. Para que essas atividades sejam desenvolvidas sem que ocorram elevados prejuízos para os setores e ao mesmo tempo reduza as agressões ao meio ambiente, é necessário a adoção de práticas agropecuárias que contribuam para uma maior eficiência no uso da terra para a produção de alimentos.

Nesse sentido, a integração lavoura pecuária floresta (ILPF) é vista como uma alternativa, pois ao passo que se produz alimentos com um menor uso de áreas, promovendo benefícios ecológicos com a prestação de serviços ambientais, bem como ganhos socio econômicos, com a diversificação de produtos que auxiliam na segurança alimentar e geração de renda ao produtor rural ( COSTA et al., 2018; ASSIS et al., 2020; LEAL et al., 2023), no entanto, a produtividade nesses sistemas são menores que na monocultura, tendo em vista o sombreamento exercido pelo componente florestal sobre as culturas.

O feijão-caupi (*viguina unguiculata*) é uma das principais fontes de alimento do planeta, principalmente para as famílias de baixo aporte financeiro, (BOUKAR et al., 2019) sendo considerada um alimento com quantidades significativas de elementos essenciais para as

atividades metabólicas do corpo humano (PÉREZ-RODRÍGUEZ et al., 2019) e de fácil cultivo por familiar de baixa renda. É uma leguminosa amplamente cultivada no norte e nordeste do Brasil (SILVA et al., 2020), principalmente por famílias de baixa renda.

O milho é uma cultura de ampla distribuição mundial, com ampla gama de utilidades tanto na alimentação humana quanto animal (LONGMEI et al., 2023; MOHKUM HAMMAD et al., 2023). Como ingrediente, este é a principal fonte de energia na ração de animais não ruminantes, com grande importância econômica e social dentro dos sistemas de produção agropecuárias como uma das principais culturas cultivadas, (BRAMBILLA et al., 2009).

O presente trabalho tem como hipótese que o as características agrônômicas do milho e do feijão-caupi são afetadas pela Integração Lavoura Pecuária Floresta. Portanto, objetivou-se avaliar as características agrônômicas do milho (*Zea Mays*) e do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*. L) em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta bem como os coeficientes produtivos e dendométricos da Gliricidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp)

## **14 MATERIAL E MÉTODOS**

### **14.1 Localização**

O experimento foi conduzido no SETOR DE FORRAGICULTURA da Universidade Federal do Maranhão no Centro de Ciências Chapadinha localizado a Latitude de 3° 44' 26" S e Longitude 43° 21' 33" W na cidade de Chapadinha-MA na região do baixo Parnaíba.

A área experimental total compreendeu a 0,432 hectares, com topografia levemente inclinada de solo latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA 2013). Anteriormente ocupada por uma integração pecuária-floresta (IPF), uma monocultura de capim Massai e um bosque de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp respectivamente separados.

O clima da região é classificado como quente úmido segundo classificação de Koppen. O acúmulo total de chuva de janeiro a julho de 2022 e 2023 foram de 2090,8 e 1611,6 mm respectivamente. (Figura 01).

### **14.2 Delineamento experimental**

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições totalizando 36 unidades experimentais. Os tratamentos foram em duas monoculturas e quatro integrações. Monocultura: Milho (*Zea mays*) e Feijão-caupi (*Vigna Unguiculata*). Integrações: Capim Piatã+Feijão-caupi+Gliricidia; Capim Piatã+milho+Gliricidia; Capim Tamani+Feijão-caupi+Gliricidia, Capim Tamani+milho+Gliricidia. Dos tratamentos, três foram utilizados para avaliação do feijão-caupi e três para a avaliação do milho.

### 14.3 Características química do solo

Para determinação das características químicas do solo, foram realizadas amostragens de solo com auxílio de parafusadeira à bateria e broca de coleta de solo. Para a cada amostra composta enviada a laboratório, 10 amostras simples foram coletadas, homogeneizadas e posterior separada 0,5 kg colocada em saco plástico devidamente identificado e encaminhadas para laboratório de análise química de solo para determinação de fertilidade. Com resultados obtidos da análise química do solo, observou-se que o solo apresentava fertilidade de baixa a mediana (Tabela 1 e 02), sendo necessário a realização de calagem para oferecer condições de solo favorável para o desenvolvimento das culturas de acordo com sua necessidade.

### 14.4 Preparo da área experimental.

#### 14.4.1 Limpeza

A limpeza da área experimental ocorreu na primeira quinzena de janeiro do ano de 2022, onde foram realizadas as etapas de desbaste do bosque florestal e remoção da vegetação (gramíneas) existentes na área.

A desbaste do bosque florestal foi realizado de forma manual com o auxílio de motosserras, facões e machado. O resíduo vegetal grosso (galhos e troncos) oriundo do desbaste das árvores de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp foram retirados da área experimental enquanto os resíduos vegetais finos (folhas e galhos finos) foram deixadas na área e incorporados no solo com grade.

A remoção da gramínea na integração pecuária floresta (IPF) e na monocultura, foram realizadas por meio de aração profunda com arado de discos seguidas de gradagem com auxílio de um trator. O resíduo grosso (touceiras) foi coletado e retirada da área experimental. Já a remoção das árvores da integração pecuária floresta (IPF) foi realizada com uso de força mecânica com uma retroescavadeira.

#### 14.4.2 Preparo do solo

Após a limpeza da área e de posse dos resultados da análise química do solo, deu-se início a segunda etapa de preparo do solo, sendo esta realizada na segunda quinzena de janeiro do ano de 2022. Nesta etapa foram realizadas a calagem e gradagem utilizado trator com grade e calcário dolomítico com PRNT 99,96%.

A determinação da quantidade de calcário necessário para a calagem foi realizada pelo método da elevação da saturação por bases com uso da seguinte formula:  $NC = ((Ve - Va) * CTC) / PRNT * 10$  buscando atender a necessidade das culturas. Para tanto, elevou-se a saturação por bases há 60% e 70% nas unidades experimentais onde foram implantadas as



culturas dos capins Piatã e Tamani, sendo necessário o equivalente de 1,5 e 2 toneladas de calcário por hectares respectivamente.

O calcário foi distribuído a lanço manualmente em toda a área experimental e incorporada a 20 cm de profundidade no solo com grade acoplada em um trator.

#### 14.4.3 Plantio

Com o preparo do solo realizado, na primeira quinzena de fevereiro realizou-se a semeadura das monoculturas das gramíneas capins Piatã e Tamani e das graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), bem como das respectivas graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) nas integrações.

Para a cultura do milho utilizou-se o híbrido simples BM3088 pro3 da Biomatrix e para a cultura do Feijão-caupi utilizou-se a cultivar BRS Guariba.

A semeadura das gramíneas nas integrações ocorreu aos 20 dias após a emergência das culturas graníferas milho (*Zea Mays*. L) e Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.).

A semeadura das gramíneas foi realizada em linhas com espaçamento de 30 cm entre fileiras com o auxílio de uma máquina improvisada. O milho (*Zea Mays*. L) e do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) foram semeados com semeadeira mecânica tracionada por um trator, com linhas reguladas a 60 cm entre fileiras e distribuição de 3 e 14 sementes por metro linear para o milho (*Zea Mays*. L) e o Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) respectivamente.

#### 14.4.4 Adubação

As adubações de plantio e cobertura foram determinadas com base nos resultados da análise química do solo e exigências das culturas.

Na adubação de plantio das gramíneas foram utilizadas doses equivalentes a 80 e 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para os capins Piatã e Tamani respectivamente, enquanto na adubação de cobertura foi realizado doses equivalentes a 150 kg de nitrogênio e 80 kg de potássio por hectares.

A distribuição do fósforo (100% da dose) foi realizada a lanço manualmente antes da semeadura. Já as adubações de cobertura foram parceladas em duas vezes, sendo o equivalente a 50 kg de nitrogênio e 40 kg de potássio por hectares 30 dias após a emergência das culturas e 100 kg de nitrogênio e 40 kg de potássio por hectares após o primeiro corte.

A adubação de plantio das graníferas ocorreu no momento do plantio sendo distribuída pelo tanque distribuidor de adubo da semeadeira mecânica.

Para a cultura do milho (*Zea Mays*. L), utilizou-se o equivalente a 20 kg de nitrogênio, 80 kg de fosforo e 40 kg de potássio por hectares. Já para a cultura do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) utilizou-se o equivalente a 30 kg de nitrogênio, 80 kg de fosforo e 50 de potássio. A adubação de cobertura foi realizada a lanço manualmente na superfície do solo em ambas as culturas. Para tanto, utilizou-se os equivalentes a 100 e 20 kg de nitrogênio por hectares nas culturas do milho (*Zea Mays*. L) e do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) respectivamente.

## 14.5 Avaliações

### 14.5.1 Características agronômicas e produtivas do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.)

Foram avaliados a altura da planta e o comprimento do ramo principal, NRL% e comprimento dos ramos laterais. Para as avaliações, foram utilizada uma régua milimetrada, sendo avaliada 10 plantas em cada parcela. Ao final do ciclo produtivo da cultura, foram avaliados o número de vagem por planta, NGV, massa de 1000 grãos e produtividade.

A produtividade (PROD kg) do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) foi calculada pela formula:  $PRO = Pop * NVP * NGV * PMS / 60000$ . Onde, Pop=População de plantas/hectares; NVP: número de vagem por planta; NGV: número de grão por vagem; PMS: Peso de mil sementes.

### 14.5.2 Características agronômicas do Milho (*Zea Mays*. L)

Para avaliação das características agronômicas do milho, foi utilizado uma régua milimetrada de 1,5 metros de comprimento e um paquímetro manual. Em uma amostra de 10 plantas por parcela, foram avaliados a altura e diâmetro cm da planta, prolificidade (Prol) e altura de inserção da espiga (AIE cm).

Para avaliação da produtividade foi coletada a espiga seca de 8 plantas, das mesmas foram avaliados a prolificidade (Prol), o número de fileiras por espiga (NFE), número de grão por fileira (NGF), o peso de mil grãos (PMG) e a produtividade (PROD sacas/ha).

Para determinação da produtividade (PROD sacas/ha), foi utilizado a formula:  $PRO = Pop * NFE * NGF * PMS / 60000$ , onde, Pop: População; NFE: NFP; NGF: número de grão por fileira; PMS: peso de mil sementes.

## 14.6 Análise estatística

Após coletados em campo e laboratório, os dados foram tabulados e submetidos aos testes que assegurem as prerrogativas de normalidade e homocedasticidade. Sendo normal e homocedasticos, os dados foram submetidos a análise de variância. A comparação de média foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o Software InfosTat versão 2020.

## 15 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre 2022 e 2023 para o diâmetro da altura do peito, proteína bruta (PB %) e fibra em detergente neutro (FDA) (Tabela 8). O diâmetro da altura do peito da *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) foi maior em 2023 com 5,91 cm (Tabela 8). Resultado que já era esperado tendo em vista que a árvore está em crescimento livre, o que sugere o aumento no diâmetro da planta na medida em esta vai ficando mais velha.

Avaliando a *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) e a Sabiá, Herrera et al., (2021) relatou menor diâmetro para a *Gliricidia* com 6 cm sendo observado que a *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) não apresentou evolução no crescimento das árvores com sete anos. Resultados que contrastam com os obtidos no presente trabalho não havendo diferença para a altura total da planta e a altura do fuste (Tabela 8). Para a produção de forragem, em 2022 houve uma maior produção por planta em relação a 2023, porém não foi suficiente para diferir estatisticamente. Dentro da composição bromatológica da planta, houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas para o teor de proteína bruta (PB%) e fibra em detergente ácido (FDA) com 22,23 e 38,04 respectivamente em 2022 (Tabela 8). É possível que o teor de PB% tenha sido favorecido com a inclusão da integração onde foi desenvolvido manejo nutricional. Isso porque foi realizado manejo nutricional das plantas integradas (gramíneas e graníferas) e consequentemente também foi utilizado pelas plantas de *Gliricidia* melhorando assim seu teor de proteína.

Tabela 9: Características agrônômicas da *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) em Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinha-MA

Estrutura e produção							
Ano	DAP (cm)	Altura do Fuste (m)	Altura Total (m)	Raio da Copa (m)	Produção de forragem (kg/planta)		
2022	5,91 B	2,68	5,21	2,67	3,4		
2023	7,32 A	2,69	5,36	3,30	2,3		
P-Valor	0,0027	0,9273	0,1025	0,0507	0,8501		
CV%	6,24	5,55	2,12	12,25	8,4		
Composição bromatológica							
	MS%	MO%	CINZAS%	PB%	FDN%	FDA%	HEM%
2022	44,30	94,72	5,28	16,68 A	55,76	31,77 A	24,42
2023	45,00	94,25	5,76	22,23 B	56,73	38,04 B	23,16
P-valor	0,1484	0,3605	0,3605	0,0101	0,2511	0,0002	0,1124
CV%	1,33	0,71	12,23	10,90	1,94	3,12	4,01

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. MS% (matéria seca); PB% (proteína bruta); FDN% (fibra em detergente neutro); FDA% (fibra em detergente ácido); HEM% (hemicelulose); MM% (material mineral) e MO% (matéria orgânica).

No primeiro ano de avaliação do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) apenas as integrações foram concluídas. A inexistência de dados da monocultura é devida a vários ataques de Iguanas na unidade experimental onde culminou na destruição do tratamento monocultura.

Não houve diferença ( $P\text{-valor}>0,005$ ) entre as integrações para nenhuma das variáveis avaliadas no primeiro ano. Já no segundo ano de avaliação foi observado na monocultura, maior altura da planta (27,83 cm), maior número de vagens por planta (NVP) 5,31, maior produtividade (PROD) 1124,28 kg/ha e menor peso de mil grãos (PMG) 18,26 g (Tabela 8). Apesar de não diferir entre os tratamentos, a produtividade obtida no primeiro ano de avaliação foi superior as obtidas no segundo ano, (Tabela 9). A entrada de luz no sistema e a disponibilidade de chuvas que foram maiores no primeiro ano de avaliação, pode ter contribuído para maior diferença obtida na produtividade em relação ao segundo ano de avaliação.

Apesar do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) ser uma das espécies mais tolerantes a redução da luminosidade, (ANGADI et al., 2022) a baixa disponibilidade de luz registrada na integração lavoura pecuária floresta (ILPF) pode ter resultado em um maior aborto das flores, que associado a influência da luminosidade na população das plantas (OSIPITAN; YAHAYA; ADIGUN, 2018) e nas características produtivas do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) principalmente no número de vagens por planta, com relatado por (FOGAÇA et al. 2022), resultou em menor produtividade nas integrações. O número de vagens por planta, o peso da vagem, peso de cem sementes e rendimento de grãos não foram afetados pelo tipo de integração quando comparadas entre-se (FREITAS et al., 2023) confirmando os resultados obtidos no presente trabalho.

O PMG foi menor na monocultura em 2022. Já entre as integrações não houve diferença ( $P<0,05$ ) para a variável tanto em 2022 quanto em 2023 (Tabela 9). Valores semelhantes foram relatados por (SILVA et al., 2016), onde o PMG g do Feijão-caupi em sistema integrado com *Brachiaria decumbens* foi superior ao cultivado em monocultura com 219,11 e 187,02 g respectivamente.

Tabela 10: Características agrônômicas e produção do Feijão-caupi em sistemas de monocultura e integração lavoura pecuária floresta em Chapadinha-MA

2022							
	Altura (cm)	NRL	CRL (cm)	NVP	NGV	PMG (g)	PROD (kg/ha)
F. caupi+C. Tamani	32,33	1,83	19,55	4,22	13,72	20,17	1281,01
F. caupi+C. Piatã	40,63	2,83	19,13	3,92	11,06	21,00	1069,71
EPM	1,716	0,146	1,687	0,34	0,634	0,216	100

P-Valor (%)	0,1913	0,0761	0,9446	0,8053	0,2534	0,2920	0,5566
2023							
	Altura (cm)	NRL	CRL (cm)	NVP	NGV	PMG (g)	PROD (kg/ha)
Monocultura	27,83 A	3 A	30,40	5,31A	9,39	18,26 B	1134,28 A
F. caupi+C. Tamani	19,07B	1B	24,73	1,97B	9,30	21,50 A	551,51 B
F. caupi+C. Piatã	15,10B	1B	28,40	2,47 B	7,03	21,67 A	463,37 B
EPM	0,446	0,088	1,435	0,256	0,486	0,351	70,4
P-Valor (%)	<0,0001	0,0002	0,5273	0,0038	0,3130	0,0200	0,0300

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. EPM Erro padrão da média. Altura, número de ramos laterais (NRL), comprimento de ramos laterais (CRL), número de vagens por planta (NVP), número de grão por vagens(NGV), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD)

Houve diferença entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ) para as variáveis prolificidade (Prol), número de fileiras por espiga (NFE) e peso de mil grãos (PMG) tanto em 2022 quanto em 2023. A prolificidade (Prol) e o peso de mil grão foram melhores na monocultura do primeiro e segundo ano de avaliação, já o número de fileiras por espiga (NFE) foi maior na monocultura no primeiro ano e na integração C. piatã + milho no segundo ano (Tabela 8).

A altura da planta diferiu apenas no segundo ano de avaliação, onde o milho em monocultura alcançou altura de 210,10 cm. A altura da planta do milho é uma característica associada ao genótipo, mas também pode ser afetada pelas condições climáticas desfavoráveis durante o ciclo da planta e pelo sistema de cultivo, apresentando menor altura consorciado com gramíneas, (DAPHINN et al., 2018). Estudo realizado por Guarnieri et al., (2019), mostrou que tanto a altura quanto o diâmetro da planta do milho foram afetadas pela integração com gramíneas. Valores que vão de encontro aos observados no presente estudo onde o milho integrado com os capins Tamani e Piatã foram significativamente menores que o cultivado em monocultura (Tabela 8). Fato que deve ter ocorrido pela competição da planta com as gramíneas, como pelo sombreamento exercido pela *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, já o milho é uma planta C4, o que representa alta eficiência no uso da luz e CO<sub>2</sub>, (MAGALHÃES et al., 2019).

Apenas no primeiro ano de avaliação houve diferença na PROD do milho com a monocultura alcançando PROD de 84,53 sacas/ha enquanto as integrações com os capins Tamani e Piatã alcançaram 9,47 e 45,54 sacas/ha. Segundo MAGALHÃES et al., 2019 a produtividade do milho é afetada em cultivos com a presença do componente florestal.

Além do sombreamento exercido pelo componente florestal, na integração Milho + capim Tamani ocorreu um acúmulo de água que comprometeu o desenvolvimento das plantas

e conseqüentemente a PROD foi afetada no primeiro ano de avaliação, o que pode ter sido o principal fator para a baixa PROD no tratamento.

Tabela 11: Características agrônômicas e produção do milho (*Zea Mays*. L) em sistemas de monocultura e Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinha-MA

2022								
	Altura (cm)	D (cm)	AIE (cm)	Prol	NFE	NGF	PMG (g)	PROD (S/ha)
Monocultura	141,73	1,21	48,53	1 A	13,2 A	20,9 A	292 A	84,53 A
Milho+Tamani	144,5	0,76	36,71	0,6 C	9,88 C	8,69 C	90 C	9,57 C
Milho + Piatã	136,6	0,79	36,87	0,87 B	11,75 B	16,31 B	222 B	45,54 B
EPM	2,62	1,1	2,35	0,047	0,133	15,66	0,014	6,213
P-Valor (%)	0,4762	0,1727	0,0943	0,0155	0,0001	0,0003	0,0003	0,0007
2023								
	Altura (cm)	D (cm)	AIE (cm)	Prol	NF	NGF	PMG (g)	PROD (S/ha)
Monocultura	210,33 A	2,23 A	104,58 A	1 A	12,17 B	23,92	290 A	84,21
Milho+Tamani	173,16 B	1,40 B	72 B	0,9 B	12,33 B	26,04	210B	69,03
Milho+Piatã	178,50 B	1,48 B	70 B	1 A	13,17 A	25,30	200B	66,76
EPM	2,2	0,04	1,285	0,006	0,135	0,788	0,0052	3,141
P-Valor (%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0405	0,0196	0,5513	0,0001	0,0780

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. EPM Erro padrão da média. Altura, diâmetro(D), altura de inserção da espiga (AIE), prolificidade (Prol), número de fileira por espiga (NFE), número de grão por fileira(NGF), peso de mil grão (PMG) e produtividade (PROD)

## 16 CONCLUSÃO

O cultivo) e do Feijão-caupi) são afetados pela integração lavoura pecuária floresta. Sendo, portanto, recomendado o cultivo das respectivas culturas em sistema de monocultura.

O sistema de integração lavoura pecuária floresta afetou tanto o cultivo do milho (*Zea Mays*) quanto do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). Portanto, recomenda-se o cultivo das referidas culturas em sistema de monocultura

## REFERENCIAS

ANGADI, S. V et al. Light interception , agronomic performance , and nutritive quality o annual orage legumes as a ected by shade. **Field Crops Research**, v. 275, n. November 2021, 2022.

BARROS, J. R. A. et al. Water restriction in different phenological stages and increased temperature affect cowpea production. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 45, p. 1–12, 2021.

DAPHINN, E. et al. Production efficiency and agronomic attributes of corn in an integrated crop-livestock-forestry system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 419–426, 2018.

FOGAÇA, J. J. N. L. et al. Yield and profitability responses of cowpea to cropping systems and sowing seasons in Vitória da Conquista, Bahia State, Brazil. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 44, p. 1–11, 2022.

FREITAS, I. C. et al. Growth , nodulation , production , and physiology of leguminous plants in integrated production systems. n. January, p. 1–14, 2023.

GUARNIERI, A. et al. Características agrônômicas e produtivas do milho e capim-paiaguás em sistemas integrados de produção. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1185–1198, 21 maio 2019.

HERRERA, A. M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* ( jacq .) Kunth ex Walp . and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth . in silvopastoral systems intercropped with signalgrass [ *Urochloa decumbens* ( Stapf )]. v. 7, p. 1061–1072, 2021.

MAGALHÃES, C. A. S. et al. Crop, livestock and forestry performance assessment under different production systems in the north of Mato Grosso, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 6, p. 2085–2096, 1 dez. 2019.

OSIPITAN, O. A.; YAHAYA, I.; ADIGUN, J. A. Economics of Weed Management Methods as Influenced by Row-Spacing in Cowpea. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 2, p. 98, 2018.

SILVA, J. A. N. et al. Productivity of Cowpea and *Brachiaria* with inoculated seeds in crop sole and intercropped. **Revista Agrarian**, v. 9, p. 44–46, 2016.

ANGADI, S. V et al. Light interception , agronomic performance , and nutritive quality o annual orage legumes as a ected by shade. **Field Crops Research**, v. 275, n. November 2021,

2022.

BARROS, J. R. A. et al. Water restriction in different phenological stages and increased temperature affect cowpea production. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 45, p. 1–12, 2021.

DAPHINN, E. et al. Production efficiency and agronomic attributes of corn in an integrated crop-livestock-forestry system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 419–426, 2018.

FOGAÇA, J. J. N. L. et al. Yield and profitability responses of cowpea to cropping systems and sowing seasons in Vitória da Conquista, Bahia State, Brazil. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 44, p. 1–11, 2022.

FREITAS, I. C. et al. Growth , nodulation , production , and physiology of leguminous plants in integrated production systems. n. January, p. 1–14, 2023.

GUARNIERI, A. et al. Características agrônômicas e produtivas do milho e capim-paiaguás em sistemas integrados de produção. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1185–1198, 21 maio 2019.

HERRERA, A. M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* ( jacq .) Kunth ex Walp . and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth . in silvopastoral systems intercropped with signalgrass [ *Urochloa decumbens* ( Stapf )]. v. 7, p. 1061–1072, 2021.

MAGALHÃES, C. A. S. et al. Crop, livestock and forestry performance assessment under different production systems in the north of Mato Grosso, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 6, p. 2085–2096, 1 dez. 2019.

OSIPITAN, O. A.; YAHAYA, I.; ADIGUN, J. A. Economics of Weed Management Methods as Influenced by Row-Spacing in Cowpea. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 2, p. 98, 2018.

SILVA, J. A. N. et al. Productivity of Cowpea and *Brachiaria* with inoculated seeds in crop sole and intercropped. **Revista Agrarian**, v. 9, p. 44–46, 2016.