

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANTONIO MARCOS DA PENHA SANTOS

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DOS CAPINS PIATÃ E
TAMANI, SOB BOSQUE DE GLIRICÍDIA EM SISTEMA INTEGRADO
LAVOURA-PÉCUARIA-FLORESTA CULTIVADOS COM MILHO E FEIJÃO
CAUPI**

CHAPADINHA, MA

2024

ANTONIO MARCOS DA PENHA SANTOS

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PRODUÇÃO DOS CAPINS PIATÃ E
TAMANI, SOB BOSQUE DE GLIRICÍDIA EM SISTEMA INTEGRADO
LAVOURA-PÉCUARIA-FLORESTA CULTIVADOS COM MILHO E FEIJÃO
CAUPI**

Projeto de conclusão de curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Maranhão, como
requisito indispensável para obtenção do título
de bacharel em Zootecnia.

Orientador (a): Profa. Dra. Rosane Cláudia
Rodrigues

CHAPADINHA, MA

2024

ANTONIO MARCOS DA PENHA SANTOS

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PRODUÇÃO DOS CAPINS PIATÃ E
TAMANI, SOB BOSQUE DE GLIRICÍDIA EM SISTEMA INTEGRADO
LAVOURA-PÉCUARIA-FLORESTA CULTIVADOS COM MILHO E FEIJÃO
CAUPI**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão
como requisito para obtenção do título de Zootecnista

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Ivo Guilherme Ribeiro de Araújo (Examinador)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Fábio Mesquita de Souza
Instituto Federal do Maranhão - IFMA

CHAPADINHA/MA

2024

Marcos da Penha Santos, Antonio.

Produção e Composição Bromatológica dos Capins Piatã e Tamani, Sob Bosque de Gliricídia Em Sistema Integrado Lavoura-pecuária-floresta Cultivados Com Milho e Feijão Caupi / Antonio Marcos da Penha Santos. - 2024.

71 p.

Orientador(a): Rosane Cláudia Rodrigues.

Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, 2024.

1. Sistema Agrossilvipastoril. 2. Produção de Forragem. 3. Características Dendométricas. 4. Radiação Solar Direta. 5. Sombreamento. I. Cláudia Rodrigues, Rosane. II. Título.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, dedico também a toda a minha família, por sempre estar ao meu lado nos momentos bons ou ruins. Em especial à minha mãe **Raimunda Soares da Penha Santos** e ao meu pai, **Francisco Araujo Santos**, aos meus irmãos, **Luiz Inácio dos Santos Neto** e **Natália da Penha Santos** e a meu avô, **Luiz Inácio dos Santos** (in memorian), que veio a falecer no início do curso durante a pandemia, agradeço pela confiança, incentivo, e por todo apoio em meu trajeto.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir a realização deste sonho, por me conceder saúde, força e condições para que eu chegasse até aqui, agradeço, pois, sem estas bençãos, não conseguiria nada.

A **Universidade Federal do Maranhão - UFMA**, pela oportunidade de realização deste curso maravilhoso.

Ao meu pai **Francisco Araujo Santos** por te me acompanhado nesses ultimos anos me ajudando de oeste ao leste maranhense, sou muito grato por tudo. Também gostaria de agradecer ao meu avô (**nome completo**), infelizmente não se encontra mais entre nós, mais sempre estará vivo em meu coração

A minha mãe **Raimunda Soares da Penha Santos**, que fez o possível para que eu chegasse até aqui e não permitir que eu desistisse mesmo com todas as dificuldades. Agradeço por todo suporte, amor a mim dedicado, pelo apoio incondicional. Sempre serei grata por tudo.

Aos meus irmãos **Luiz Inácio dos Santos Neto** e **Natália da Penha Santos** por todo apoio sem restrição, palavras de incentivo, vocês viveram esse sonho comigo o tempo inteiro.

Aos meus amigos em especial **Pedro lucas, Eduarda Castro e Maciel Teixeira, que foram como irmãos de outra mãe, obrigado por toda ajuda prestada** nestes últimos anos da minha carreira acadêmica e por me proporcionar momentos de descontração e alegria, vocês são feras.

A minha orientadora **Dra. Rosane Cláudia Rodrigues** pelos ensinamentos repassados durante esses anos de orientação, por toda paciência (principalmente paciência) e por confiado à mim bolsas de iniciação científica e outras resposanbilidades.

E a ao meu outro orientado **Prof. Dr. Ivo Guilherme Ribeiro de Araújo** pelos ensinamentos e bolsas de iniciação científica que agregaram conhecimento e garantiram minha permancia em chapadinha;

Aos integrantes e ex-integrantes do **grupo FOPAMA** (Forragicultura e pastagens no maranhão), a professora **Ana Paula Ribeiro, Eduarda Castro, Maciel Teixeira, Michel Rocha, Pedro Lucas, Francisco Denílson, Kevin Alcantara, Ana Beatriz, Ana Karla, Daywison Blendo, Juraci Loiola, Maycon Jhone, Paulo Henrique, Layane Feitosa , Welkiane Raissa, Heitor Emanuel, Kaique Guilherme, Raphael Silva.**

Ao **Centro de Ciências de Chapadinha** e todo seu corpo docente e demais funcionários pela base e ensinamentos repassados e por colaborar de forma significativa

para minha formação acadêmica.

A todos os meus **familiares** e **amigos** que mesmo com a distância, sempre me apoiaram e torceram por mim. Por fim, a todos que contribuíram de certa forma na minha vida acadêmica e na realização deste trabalho e não foram citados.

A todos, o meu muito obrigado!

“Nosso objetivo sempre reflete o caminho percorrido e nossas
ações definem o nosso legado.

- Antonio Marcos

RESUMO

Objetivou-se avaliar a produção e composição bromatológica dos capins Piatã e Tamani em sistemas Agrossilvipastoris cultivados com milho e feijão Caupi Sob Bosque de Gliricídia. O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão, Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4 sendo duas gramíneas (capim tamani e Piatã) e quatro sistema de cultivo (Monocultura, ILP, IPF e ILPF) distribuído em 8 tratamento com 3 repetições totalizando 24 parcelas experimentais. Avaliou-se as características estruturais, produtivas e bromatológicas do capins e características dendrometrias e agronômicas da gliricídia. Houve efeito de interação significativo ($P < 0,05$) para a densidade populacional de perfilhos (DPP) e altura do dossel forrageiro, enquanto o índice de tombamento (IT) foi influenciado apenas pelas gramíneas em 2022. A DPP foi maior no monocultivo (1.102 perfilhos/m²) comparado ao sistema integrado com capim Tamani (1.112 perfilhos/m²). Em 2023, o capim Tamani em monocultura apresentou os maiores IT (1,74), superando o capim Piatã (1,46). Também Hou interação significativa para a produção de material morto (PMM), produção de colmo (PC) e relação folha/colmo (RFC) em 2022, e para a produção de lâmina foliar (PLF) e produção total de forragem (PTF) em 2023. No ano de 2022, o capim Piatã teve uma média de PLF e PTF de 5.091,79 kg/ha e 5.574,44 kg/ha respectivamente; já nas monoculturas foram registrados 5.255,68 kg/ha e 7.136,67 kg/ha. Em 2023, houve interação entre os tipos de gramíneas para PLF (4.595,42 kg/ha e 43.46,67 kg/ha) e PTF (5.492,92 kg/ha e 5244,17 kg/ha). A maior produção de colmo em 2022 foi na monocultura do capim Piatã (821,65 kg/ha), enquanto em 2023 foi observada apenas no sistema de cultivo com 1158,75 kg/ha na monocultura. As integrações com capim Tamani acumularam mais PMM em 2022 (1.606,29 kg/ha e 2.375,27 kg/há), enquanto as monoculturas se destacaram em 2023 com PMM de 1.994,58 kg/ha no capim Tamani e 973,33 kg/ha no capim Piatã. Em 2022, houve interação significativa ($P < 0,05$) para os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica (MO). No ano de 2023, esses componentes também apresentaram interação significativa, além dos teores de proteína bruta (PB), que foram influenciados pelo tipo de cultivo e pela espécie de gramínea. A hemicelulose mostrou diferenças significativas em 2023. O capim Tamani apresentou os maiores teores de PB (12,45% e 12,6%). As integrações representaram os maiores percentuais de PB nos dois anos. Em 2022, a monocultura do capim Tamani registrou o menor teor de MS (39,66%), independentemente do sistema de cultivo. Os maiores percentuais de FDN foram observados no capim Tamani em monocultura (72,91%) e integrado com Feijão-caupi (73,64%), e no capim Piatã com milho (73,24%). Esses tratamentos também tiveram os maiores percentuais de MM (5,70%, 5,35% e 5,67%) e os menores percentuais de MO (94,30%, 94,65% e 94,33%), respectivamente. Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre 2022 e 2023 para o diâmetro na altura do peito, proteína bruta (PB%) e fibra em detergente ácido (FDA). As alturas médias foram de 5,21m em 2022 e 5,16m em 2023. Na composição bromatológica, houve diferença apenas para PB% e FDA, com valores de 22,23% e 38,04% respectivamente em 2022. A produção por planta foi de 3,4 kg em 2022 e reduziu para 2,3 kg em 2023. Em 2022, o teor de PB foi mais elevado (22,23%), enquanto o teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi menor (38,04%). Nas integrações a copa das árvores reduziu radiação solar direta, sendo intensificado devido a orientação norte-sul do sistema aumentando o sombreamento nos capins, apesar de aumentar a proteína bruta dos capins, a produção total de forragem diminuiu em relação as monoculturas.

Palavras chaves: sistema agrossilvipastoril, produção de forragem, características dendométricas, radiação solar direta, sombreamento.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the production and bromatological composition of Piatã and Tamani grasses in Agroforestry Systems cultivated with corn and cowpea under *Gliricidia* canopy. The experiment was conducted at the Forage Sector of the Chapadinha Sciences Center at the Federal University of Maranhão. A completely randomized design was used, with a 2x4 factorial arrangement, consisting of two grasses (Tamani and Piatã) and four cultivation systems (Monoculture, ILP, IPF, and ILPF), distributed in 8 treatments with 3 replications, totaling 24 experimental plots. Structural, productive, and bromatological characteristics of the grasses, as well as dendrometric and agronomic characteristics of *Gliricidia*, were evaluated. There was a significant interaction effect ($P < 0.05$) for the population density of tillers (DPP) and canopy height, while the lodging index (IT) was influenced only by the grasses in 2022. DPP was higher in monoculture (1,102 tillers/m²) compared to the integrated system with Tamani grass (1,112 tillers/m²). In 2023, Tamani grass in monoculture showed the highest IT (1.74), surpassing Piatã grass (1.46). There was also a significant interaction for dead material production (PMM), stem production (PC), and leaf/stem ratio (RFC) in 2022, and for leaf blade production (PLF) and total forage production (PTF) in 2023. In 2022, Piatã grass had an average PLF and PTF of 5,091.79 kg/ha and 5,574.44 kg/ha, respectively; in monocultures, 5,255.68 kg/ha and 7,136.67 kg/ha were recorded. In 2023, there was an interaction between grass types for PLF (4,595.42 kg/ha and 43,46.67 kg/ha) and PTF (5,492.92 kg/ha and 5,244.17 kg/ha). The highest stem production in 2022 occurred in Piatã grass monoculture (821.65 kg/ha), while in 2023, it was observed only in the cultivation system with 1,158.75 kg/ha in monoculture. Integrations with Tamani grass accumulated more PMM in 2022 (1,606.29 kg/ha and 2,375.27 kg/ha), while monocultures stood out in 2023 with PMM of 1,994.58 kg/ha in Tamani grass and 973.33 kg/ha in Piatã grass. In 2022, there was a significant interaction ($P < 0.05$) for dry matter (DM), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (NDF), and organic matter (OM) contents. In 2023, these components also showed significant interaction, in addition to crude protein (CP) content, which was influenced by cultivation type and grass species. Hemicellulose showed significant differences in 2023. Tamani grass had the highest CP contents (12.45% and 12.6%). Integrations represented the highest CP percentages in both years. In 2022, Tamani grass monoculture recorded the lowest DM content (39.66%), regardless of the cultivation system. The highest NDF percentages were observed in Tamani grass monoculture (72.91%) and integrated with cowpea (73.64%), and in Piatã grass with corn (73.24%). These treatments also had the highest MM percentages (5.70%, 5.35%, and 5.67%) and the lowest OM percentages (94.30%, 94.65%, and 94.33%), respectively. Significant differences ($P < 0.05$) were observed between 2022 and 2023 for diameter at breast height, crude protein (CP%), and acid detergent fiber (ADF). Average heights were 5.21 m in 2022 and 5.16 m in 2023. In the bromatological composition, there was a difference only for CP% and ADF, with values of 22.23% and 38.04%, respectively, in 2022. Production per plant was 3.4 kg in 2022 and decreased to 2.3 kg in 2023. In 2022, CP content was higher (22.23%), while neutral detergent fiber (NDF) content was lower (38.04%). In the integrations, tree canopies reduced direct solar radiation, despite increasing crude protein in the grasses; total forage production decreased compared to monocultures.

Keywords: agroforestry system, forage production, dendrometric characteristics, direct solar radiation, shading.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Capim Tamani, em monocultivo	5
Figura 2. Capim Tamani, em monocultivo	8
Figura 3. Milho em monocultivo.....	10
Figura 4. Feijão - Caupi.....	12
Figura 5. Bosque de Gliricídia.....	13
Figura 6. Bosque de Gliricídia em Sistema Integrado Lavoura - Pecuária – Floresta ..	14
Figura 7. Precipitação pluviométrica Chapadinha-MA (Fonte: INMET, 2022 e 2023). Precipitação (mm); Umidade relativa do ar (%); Temperatura °C	21
Figura 8. Coleta de amostra de solo com auxílio de furadeira	22
Figura 9. Preparo da área experimental.....	22
Figura 10. Esquema da área experimental.....	24
Figura 11. Estimativa de produção	25
Figura 12. Separação de Material (Folha, Colmo e Material Morto) e acondicionamento em estufa de circulação de ar forçada.....	26
Figura 13. Avaliação de características dendrométricas da Gliricídia	27
Figura 14. Energia de fotossinteticamente ativa (PAR) nos sistemas de monocultura e integração lavoura pecuária floresta nos anos de 2022 e 2023 em Chapadinha-MA.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análises químicas das amostras de solo (2022).....	23
Tabela 2. Resultado de análise química do solo 2023, CP (Capim Piatã) CT (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)...	23
Tabela 3. Altura, densidade populacional de perfilhos e índice de tombamentos dos capins Tamani e Piatã, cultivados em diferentes sistemas de cultivo.	29
Tabela 4. 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.....	31
Tabela 5. Composição bromatológica dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA.	34
Tabela 6. Características agronômicas da Griricidia (<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp em Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinha-MA.	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Capim Tamani - <i>Megathyrsus maximus</i> (Syn. <i>Panicum maximum</i>) cv. BRS Tamani	3
2.2. Capim Piatã - <i>Urochloa brizantha</i> (Syn. <i>Brachiaria brizantha</i>) cv. BRS Piatã	6
2.3. A cultura de milho (<i>Zea mays</i>)	9
2.4. A cultura de Feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	10
2.5. Gliricídia (<i>Gliricidia Sepium</i>)	12
2.6. Efeito sinérgico de sistemas consorciados	16
2.7. Espécies arbóreas em sistemas integrados	17
2.8. Efeito do Sombreamento	17
2.9. Valores Proteicos	18
2.10. Componente Fibroso	19
3. OBJETIVOS	21
3.1. Objetivo geral	21
3.2. Objetivos específicos	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Localização	21
4.2. Delineamento e tratamentos	24
4.3. Monitoriamento de Áreas experimentais	25
6.3.1. Avaliações das características estruturais dos capins	25
6.3.2. Avaliação das características produtivas dos capins	25
6.3.3. Composição bromatológica dos capins	26
6.3.4. Avaliações das características dendrométricas	26
6.3.5. Avaliação das características produtivas da Gliricídia	27
6.3.6. Composição bromatológica da Gliricídia	27
5. Resultados e discussão	27
5.1. Entrada de energia fotossinteticamente ativa (PAR)	27
5.2. Característica estruturais dos capins	28
5.3. Característica Produtivas dos capins	30
5.4. Composição bromatológica dos capins	33
5.5. Características dendométricas e agrônomicas da Gliricídia	35
6. Conclusão	37

1. INTRODUÇÃO

O sistema pecuário brasileiro desempenha um papel crucial na segurança alimentar e na estabilidade econômica, sendo a maioria baseado em pastagens, constituído principalmente por monocultura de gramíneas, sendo estabelecido em áreas anteriormente florestadas. Esse avanço sobre áreas de ecossistemas nativos tem se intensificado principalmente devido à formação e manejo inadequados das pastagens, resultando na degradação das mesmas e conseqüentemente reduzindo a capacidade suporte das pastagens, assim aumentando demanda pela abertura de novas áreas, visando aumentar a taxa de lotação afim de manter ou aumentar o desempenho animal. Desse modo, como alternativa surgem os sistemas agroflorestais, que promovem benefícios ambientais e econômicos devido aos efeitos sinérgicos resultantes da integração entre os consórcios de lavoura, pecuária e floresta, que possibilitam o aumento na produção em uma mesma área com mínimo de impacto ambiental possível (Dias et al.,2022).

A implementação dos sistemas agroflorestais possui várias vantagens, incluindo estruturação do solo e aumento da atividade microbiana, quebra do ciclo de pragas e doenças, diversidade e maior oferta de forragem de qualidade devido à presença de leguminosas, microclima favorável com sombra de árvores para os animais, reduzindo exposição à insolação direta ou temperaturas elevadas, (EMBRAPA, 2020). Além disso, sistemas consorciados têm balanço energético positivo, com menores custos de manutenção em comparação com sistemas de monocultivo, incluindo redução de adubação nitrogenada e rotação de culturas na mesma área, alternando lavoura, pecuária e floresta no mesmo espaço (Leal et al., 2023).

Outros benefícios dos sistemas integrados é a estabilidade contra condições climáticas adversas, tais como secas prolongadas, devido as plantas do consórcio protegerem o solo, ao mesmo tempo que mantêm sua umidade (Perteson et al., 2020). Além disso, a presença de leguminosas promove a fixação biológica de nitrogênio o que contribui para melhorar a fertilidade do solo para as plantas desse sistema (Ntambo et al., 2017).

O sistema agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é um sistema agroflorestal que combina agricultura, criação de animais e presença de árvores em rotação, consórcio ou sucessão na mesma área, é uma alternativa viável para promover a sustentabilidade dos ecossistemas e buscar o equilíbrio entre produção e preservação (Andrade et al., 2018). Sua adoção nas propriedades rurais não reduz apenas os impactos ambientais, mas também maximiza a produção de alimentos em uma mesma

área.

Apesar das diversas vantagens dos sistemas integrados é fundamental destacar que o nível de sombreamento proporcionado pelo componente arbóreo pode interferir na produtividade e qualidade da forragem produzida. Nesse sentido Gramíneas forrageiras podem apresentar alterações fisiológicas, morfológicas e estruturais de acordo com a disponibilidade luminosa de seu ambiente de crescimento, sendo que mesmo as espécies de clima tropical respondem de maneira diferente quanto ao nível de luminosidade podendo ter seus valores produtivos com acréscimo ou decréscimo, dependendo da cultivar escolhida (Soares et al., 2016).

Nos últimos anos, apesar dos avanços na pesquisa de sistemas agrossilvipastoris, especialmente no que se refere ao manejo desses sistemas, ainda existem lacunas significativas que precisam ser preenchidas. (Della Giustina et al., 2017). Dentre as inúmeras variáveis de um sistema consorciado, o sombreamento provocado pelo componente arbóreo e suas implicações sobre a espécie forrageira abre inúmeras possibilidades de estudos que possam maximizar as características produtivas e nutricionais de ambos os componentes (Cordeiro et al., 2017) permitindo sinergismo e equilíbrio do mesmo.

Portanto, objetiva-se avaliar a produção e composição bromatológica dos capins Piatã e Tamani em sistemas Agrossilvipastoris cultivados com milho e feijão Caupi Sob Bosque de Gliricídia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Capim Tamani - *Megathyrus maximus* (Syn. *Panicum maximum*) cv. BRS Tamani

Originária do continente africano, a espécie *Panicum maximum* (Syn. *Megathyrus maximus*) apresenta um elevado potencial de produção de matéria seca (MS) e qualidade nutricional é considerada de fácil adaptação, sua propagação é feita por sementes, o que facilita a ressemeadura da espécie, além disso, apresenta elevada capacidade de perfilhamento, é tolerante ao pastejo excessivo, tem boa regeneração às condições extremas como geadas, fogo, erros de manejo e danos ocasionados por pragas, tendo média resistência às cigarrinhas da pastagem (Jank et al., 2022). Por ser uma forrageira relativamente baixa e de caules curtos, é recomendada para alimentação de ovinos (Sacramento et al., 2019).

A adaptabilidade das plantas aos sistemas integrados é um fator fundamental para o bom andamento do conjunto. Espécies que sejam resistentes às condições de sombreamento imposto pelo componente arbóreo, bem como a resistência ao pastejo pelos animais devem ser priorizadas para utilização, desse modo a Gramíneas do gênero *Megathyrus* apresentam evidências de plasticidade, ou seja, adaptativa sob condições de sombreamento, tendo efeitos positivos sobre a morfologia da forrageira, principalmente altura da planta, largura da folha, comprimento e taxas de aparecimento do caule (Viafara, Clavero & Araujo-Febres, 1997; Medinilla-Salinas et al., 2013; Santiago-Hernández et al., 2016; Paciullo et al., 2017; Silveira et al., 2017) e aspectos relativos à qualidade nutricional, como aumento do teor de proteína bruta (PB) (Durr & Rangel, 2003; Santiago-Hernández et al., 2016; Paciullo et al., 2017). Outro fator para sua adaptabilidade está relacionada a sua maior diversidade morfológica, pois as espécies do gênero de crescimento cespitoso apresentam altura de 0,5 a 3,5m dependendo da cultivar, resistem bem ao sombreamento moderado, alterando sua fisiologia, diminuindo a produção de biomassa e melhorando a qualidade nutritiva (Santiago-Hernández, 2016).

As cultivares do gênero *Megathyrus* apresentam elevado potencial de produção de matéria seca (MS), se estabelecendo com facilidade mesmo sendo exigente quanto a solos com fertilidade elevada, além disso, apresenta elevada capacidade de perfilhamento e rebrote, é tolerante ao pastejo excessivo e tem boa regeneração às condições extremas como geadas, fogo, erros de manejo e danos ocasionados por pragas, tendo média resistência às cigarrinhas da pastagem (Baungratz, 2022). Em situações de exploração intensiva, a utilização de adubação nitrogenada proporciona melhora da composição química da forrageira, elevando os teores de proteína bruta (PB) e

melhorando a digestibilidade da fibra (Cecato et al., 2001; Galindo et al., 2017).

No Brasil, toda a coleção do gênero foi avaliada agronomicamente e morfológicamente entre 1984 e 1989 (Jank et al., 1995; Savidan et al., 1989) e os primeiros cruzamentos foram realizados a partir de 1990. Naquela época, a cultivar amplamente difundida e utilizada no Brasil era a cv. Colônia, cerca de 50% dos acessos da coleção introduzida foram mais produtivos que aquela cultivar (Jank, 1995) e, assim, após vários estudos, foram liberadas comercialmente as cultivares Tanzânia em 1990 (Embrapa Gado de Corte, 1990), Mombaça em 1993 (Embrapa Gado de Corte, 1993) e Massai em 2001 (Embrapa Gado de Corte, 2001; Valentim et al., 2001). O sucesso destas cultivares baseou-se no fato das plantas terem maior quantidade de folhas, rebrota mais rápida após o pastejo e melhor estrutura para o pastejo devido a maior quantidade de folhas e colmos de menor alongação, inferindo a estas cultivares maior potencial para desempenho e produtividade animal (Jank et al., 2021).

A tudo isto, aliou-se o fato dessas cultivares terem apresentado boa produção de sementes, o que viabilizou a produção comercial e a distribuição aos pecuaristas. Todas essas cultivares foram registradas e protegidas no Registro Nacional de Cultivares e Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (Jank et al, 2021).

Com a continuidade do programa de melhoramento genético da espécie na Embrapa Gado de Corte, foram lançadas a cv. BRS Zuri em 2014 (Embrapa Gado de Corte, 2014) e os híbridos BRS Tamani em 2015 (Embrapa Gado de Corte, 2015) e BRS Quênia em 2017 (Jank et al., 2017). Todas essas cultivares foram registradas e protegidas no Registro Nacional de Cultivares e Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Jank et al., 2021).

O primeiro híbrido de *Megathyrus maximus* BRS Tamani foi resultado do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234), que foi realizado na Embrapa Gado de Corte em parceria com a Embrapa Acre, Embrapa Cerrados, Embrapa Gado de Leite, Embrapa Pecuária Sul e Embrapa Rondônia a partir de 1992 (Unipasto, 2018), o nome Tamani com significado. “precioso”, “desejável” na língua suaíli, exemplifica muito bem esta cultivar (Jank et al, 2021). A necessidade de novas cultivares nas pastagens brasileiras incentivou a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em parceria com a UNIPASTO (Associação para Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras) a lançarem 2015.

A BRS Tamani é uma planta cespitosa de porte ereto e baixo (até 1,3 m) com folhas verde escuras, longas, finas (até 1,9 cm) e arqueadas com baixa pilosidade, enquanto os colmos são finos, com internódio curto sem apresentar cerosidade com bainhas glabras. A BRS Tamani é indicada para solos bem drenados do bioma Cerrado, mas também foi avaliada e se destacou nos biomas da Amazônia e Mata Atlântica, no entanto apresenta baixa tolerância ao encharcamento do solo, mesmo que temporário, e em condições de baixas temperaturas, apresenta maior persistência que as cvs. Massai e Tanzânia, sendo semelhante à cv. Mombaça (EMBRAPA, 2015). O fato de apresentar maior valor nutritivo que as demais cultivares da espécie contribui para um maior ganho em peso por animal na pastagem. Além disso, o maior valor nutritivo tem também beneficiado vacas em final da gestação e bezerros desmamados (Jank et al,2021).



Figura 1. Capim Tamani, em monocultivo

Fonte: Autor

A cv. BRS Tamani, entre as forrageiras tropicais, é considerada como parte integrante do grupo de cultivares exigentes em fertilidade e de baixa a moderada tolerância a acidez do solo, foi classificada como intolerante ao encharcamento, além de ser responsivo a irrigação em período de déficit hídrico e com forte antibiose a pragas (Jank et al., 2021), além disso é indicada para uso em solos bem drenados, de média a alta fertilidade, em todos os estados do bioma Cerrado, com mais de 800 mm de pluviosidade anual e até seis meses de estação seca.

Um grande diferencial da cv. BRS Tamani é a sua qualidade nutricional de proteína bruta (PB) que segundo resultados obtidos por Jank et al., (2021) foram de 10,0% e 12,4% na seca e águas, respectivamente, aproximadamente 6% e 13% maior que a cultivar Massai, Isto também correspondeu a 9% a mais de PB que a cv. Tanzânia-1 tanto

na seca quanto nas águas, as quais, por sua vez, foram superiores à cv. Mombaça. Considerando a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, a cv. BRS Tamani apresentou 60,0% e 59,6% na seca e nas águas, respectivamente, superiores em 7% na seca e 3% nas águas em relação à cv. Massai.

Além disso segundo por Jank et al., (2021) cv. BRS Tamani apresentou MSF (t ha⁻¹ 1,24 1,51) FO (%) 97 também valores de fibra detergente neutro (FDN) de 72,8% a 75,4% na seca e nas águas, respectivamente, valores inferiores aos da cv. Massai. E em relação à mancha das folhas, causada pelo fungo *Bipolaris maydis*, estudos realizado por Jank et al., (2021) no qual realizaram-se inoculações artificiais com isolados do patógeno originários de diferentes regiões do Brasil, conclui-se que a BRS Tamani apresentou grau de resistência intermediária entre a Tanzânia-1 (suscetível) e a BRS Zuri (resistente).

Além disso estudos conduzidos Jank et al., (2021), foi observado que o capim BRS Tamani rebrota rapidamente após o pastejo, mesmo durante a estação seca, o que pode estar relacionado a morfologia da planta, que emite entrenós curtos e baixa proporção de colmos em relação a de folhas ficando as gemas apicais protegidas dos animais na base da touceira. Portanto, o capim BRS Tamani é menos afetado pelo estresse causado pelo pastejo, quando comparado a outras cultivares de *P. maximum* e, principalmente, em relação às espécies de *Brachiaria* que têm muitas gemas removidas durante o pastejo.

Ainda segundo Jank et al., (2021), entre as forrageiras disponíveis no mercado, o capim BRS Tamani apresenta algumas características interessantes quando cultivado em sistemas de integração lavoura-pecuária por ser produtivo durante a estação seca, na entressafra de verão, além de apresentar certa sensibilidade ao herbicida glifosato. Com seu porte baixo fica fácil realizar o manejo com animais e o plantio direto de culturas anuais, quando em esquema de rotação. Além desses aspectos, o capim BRS tamani é uma boa opção para consórcio com culturas anuais, já que apresenta porte baixo e o seu desenvolvimento inicial é mais lento, o crescimento inicial desse capim é lento, porém, após seu estabelecimento, é uma das forrageiras mais produtivas

Os resultados de Jank et al., 2021 indicam que a implantação do capim BRS Tamani em sistemas sombreados na primavera-verão apresenta maior potencial para estabelecimento e produção de forragem do que os capins Massai, Tanzânia-1 e o genótipo PM44, além disso, deve-se levar em consideração que a cultivar BRS Tamani exige solos mais férteis que as forrageiras do gênero *Brachiaria*.

2.2. Capim Piatã - *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. BRS Piatã

No Brasil, várias espécies de gramíneas forrageiras tropicais apresentam características favoráveis à formação das pastagens, atendendo as expectativas dos produtores. Devido à adaptação das variadas condições ambientais e de manejo da pastagem, os capins do gênero *Brachiaria* têm se destacado dentre as demais. (Marielle, 2022). Nos últimos 30 anos, as gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* alcançaram grande importância econômica no Brasil, favorecendo a produção animal em pastos com solos fracos e ácidos dos cerrados e promovendo novos centros de desenvolvimento e colonização no Brasil (apud, ECHEVERRIA, 2013, p. 9)

As forrageiras do gênero *Urochloa* estão entre as gramíneas mais utilizadas em sistema de produção animal no Brasil para formação de pastagens com ou sem consórcio (COSTA et al., 2005; GOMES et al., 2011; SILVA et al., 2016). São plantas que possuem sistema radicular bastante eficiente com capacidade de promover a estruturação do solo, proporcionando um ambiente favorável ao crescimento da cultura subsequente, sendo fundamental para sistemas integrados (SALTON et al., 2014). São plantas com ótima taxa de crescimento, excelente capacidade de rebrota e boa área pastejável (VALLE ; JANK; RESENDE, 2009). Sendo assim a versatilidade uma das características marcante, pois apresenta bons resultados tanto em sistemas tradicionais de pastagem quanto em sistemas consorciados (PACIULLO et al., 2008)

A *Brachiaria brizantha* cv. BRS piatã foi desenvolvida a partir de forrageiras da Embrapa Gado de Corte e que originalmente foi coletada pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) entre 1984 e 1985, na África (Embrapa 2014). O nome dado (capim-piatã) é de origem tupi guarani e tem o significado de fortaleza devido suas características de robustez e produtividade. Forrageira apropriada para solos de média fertilidade com florescimento precoce, nos meses de janeiro e fevereiro, e sua inflorescência apresenta até 12 ramificações, o que a diferencia das demais cultivares e destaca-se pelo elevado valor nutritivo, taxa de crescimento e rebrota. Além de ser uma cultivar que apresenta potencial para uso no outono-inverno, em sistemas de integração para produção de forragem e de palhada (SANTOS, 2011).

Segundo a EMBRAPA (2014), o capim-piatã apresenta boa qualidade e alta produção, 800 mm de pluviosidade, média tolerância a acidez do solo de folhas. Sua produção total média de forragem é de 9,5 t/ha de matéria seca ao ano com 57% de folhas, sendo 30% desse total no período seco do ano, favorecendo o desempenho animal nesse período. É uma planta tolerante às cigarrinhas das pastagens, de crescimento cespitoso

(forma touceiras) de porte médio e com altura entre 0,85 m e 1,10 m, não suporta solos encharcados.



Figura 2. Capim Tamani, em monocultivo

Fonte: autor

De acordo com Moreira, 2018 p. 24 e Andrade et al.,2010 o capim-piatã pode ser cultivado em praticamente todo o país, em regiões com bom regime de chuvas e sem invernos rigorosos. O teor médio de proteína bruta (PB) nas folhas foi de 11,3% e a média anual e digestibilidade in vitro da matéria orgânica é de 58%. Também destacaram que o capim piatã apresenta rebrota mais rápida se comparado ao capim marandu, florescimento precoce, no início do verão, possui maior acúmulo de folhas do que os capins xaraés e marandu, e que, apesar de apresentar uma menor produção forrageira que o capim xaraés, os seus colmos são mais finos, o que favorece o manejo no período de seca.

Para Silva et al. (2019), Silva (2022), o capim-piatã não é indicado para regiões onde ocorre a cigarrinha-da-cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*, visto que apresenta baixa resistência a este gênero. Outro fator relevante sobre a variedade de capim piatã, está relacionado ao alto custo de produção das sementes, devido ao fungo carvão da braquiária *Ustilago operta*, que provoca danos às sementes, exibindo sintomas/sinais caracterizados pela presença de massas pulverulentas negras, irrompendo ou não o tegumento e inibindo a capacidade germinativa das sementes. Com isso é necessário aplicar um rigoroso controle sanitários nos campos de produção.

O capim-piatã apresenta moderada tolerância a solos que sofre alagamento, comparando com outras variedades de capim *Brachiaria* (marandu, xaraés, ruzizensis) o piatã apresentou maior resistência, porém deve-se evitar o plantio em áreas alagadas, visto que o solo úmido também propicia a síndrome do amarelecimento, murchamento e morte dos perfilhamentos ou touceiras, proporcionando baixo rendimento da gramínea (SILVA et al., 2019).

A adoção das espécies *Urochloa* e *Megathyrsus* na maioria dos sistemas consorciados tem relação direta com a boa capacidade de adaptação destas forrageiras a condição restritiva da luz, implicando em menor quantidade do tecido de sustentação e também menor número de célula do mesofilo por unidade aérea, produzindo assim folhas mais finas e maiores, o que conferem maior adaptação em ambientes com restrição de radiação (BURIN, 2017; SOARES et al., 2016).

2.3.A cultura de milho (*Zea mays*)

A origem do milho (*Zea mays*) é latino-americana (Cascudo, 2004), pertencente à família Graminaceae, da subfamília Panicolideae, do gênero *Zea* da tribo Maydeae. Possui porte variável, podendo chegar a 3,5 metros de altura, com ciclo curto, folhas alternadas lanceoladas e raízes fasciculadas, ou comumente chamadas de “cabeleira”, seus colmos possuem nós e a quantidade de espigas varia conforme o híbrido.

É uma das principais commodities comercializadas, devido a sua alta capacidade de uso e diversidade de consumo (De Sibio Bueno, 2023). O milho destaca-se como uma excelente fonte de alimentação energética, oferecendo benefícios nutricionais significativos, no entanto, quando cultivado em consórcio, o porte alto do milho pode criar uma competição intensa, aumentando o sombreamento, assim afetando o crescimento de outras espécies no mesmo local.

O milho representa o principal ingrediente utilizado na dieta animal, sendo considerado um alimento energético por ser fonte de amido e lipídeos, principalmente. (COSTA et al, 2023). A cultura do milho (*Zea mays*) é de grande relevância no cenário nacional e mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor do grão, ficando atrás apenas de Estados Unidos e China, juntos os três países representam 60% de toda a produção mundial. Segundo dados da Conab safra 20/21 a produção total foi 87,096 milhões de toneladas e estima-se que a safra 21/22 seja de 114,691 milhões de toneladas, com um avanço de 31,7% comparado à produção anterior (CONAB, 2022).



Figura 3. Milho em monocultivo

Fonte: autor

Segundo Miranda (2021) e Nascimento et al. (2022), o milho é um produto estratégico no segmento econômico na produção animal, na qual sua principal finalidade é para a produção de ração para a alimentação animal, uso como complemento na produção de silagem para a pecuária leiteira e no consumo industrial, com o uso dos processos de moagem via seca e via úmida para a obtenção dos seus subprodutos.

2.4.A cultura de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.)

Segundo Freire Filho (1988), o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tem o seu centro de origem na África. A sua chegada ao Brasil se deu pelos portugueses no século XVI, mais precisamente na Bahia. O caupi também é conhecido como feijão-de-corda, feijão-depraia, feijão-da-estrada, feijão-de-rama, feijão-fradinho ou feijão macassar, macaça ou macáçar (NEVES et al. 2011)

É uma das leguminosas mais cultivadas no mundo, de ciclo anual que pertence à família *Fabaceae* (Gupta et al. 2019). É uma planta dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna* (Freire Filho et al. 2011).

Possui grande importância alimentar e estratégica para as regiões tropicais e subtropicais do planeta, com alto conteúdo protéico, o que faz os grãos dessa leguminosa ser um alimento básico no prato da população de menor poder aquisitivo (Santos et al. 2021). Pode ser comercializada como grãos secos (mercado principal), grãos imaturos

(feijão fresco ou verde), ou farinha para acarajé e sementes (Silva, M. B. et al. 2018).

O caupi tem grande importância para a região Norte e Nordeste do Brasil. Contudo, em função da sua rusticidade, baixo custo produtivo e avanços no melhoramento das cultivares, o seu cultivo se expandiu para a região Centro-Oeste, que o utiliza como cultura de segunda safra em sucessão aos cultivos de soja ou milho. (Silva, M. V. 2017; Rodrigues et al. 2020).

O feijão-caupi é um diplóide ($2n=22$) membro da família *Tribo Fabaceae Phaseoleae*, intimamente relacionada ao feijão mungo, com-feijão mon, soja e várias outras leguminosas da estação quente. O feijão nhemba foi domesticado em África, mas o seu cultivo tem espalhados pela maior parte do globo (Herniter et al., 2020).

A resiliência inerente da espécie à seca e às altas temperaturas (Hall, 2004), juntamente com seu valor nutricional como fonte confiável de proteína vegetal e ácido fólico, posiciona o feijão-caupi favoravelmente como um componente da agricultura sustentável em contexto das alterações climáticas globais (Liang et al, 2023). maior parte da produção de feijão-caupi consumo ocorrem atualmente na África, especialmente principalmente na Zona Sudano-Saheliana, com produção principalmente por pequenos agricultores, muitas vezes como uma cultura consorciada com milho, sorgo ou milho (Boukar et al., 2019).

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).

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).

O feijão-caupi é uma das principais culturas alimentares verdes que contribuem para a segurança alimentar e a redução da pobreza em todo o mundo. É uma das leguminosas mais cultivadas e consumidas na África. As folhas do feijão-caupi contêm uma proporção maior de proteína do que as sementes secas, sendo consumidas e podendo ser um substituto para proteína animal em áreas onde as folhas não são usadas principalmente como forragem. As folhas e grãos de feijão-caupi contêm, em média, 27–43% e 21–33% de proteína bruta (Munthali et al, 2018). Também é utilizado como

forragem para o gado na África Ocidental e contribui para a melhoria da fertilidade do solo por meio da fixação simbiótica de nitrogênio e cobertura do solo (Mama et al, 2017). Infelizmente, a produtividade do feijão-caupi é afetada pela degradação da fertilidade do solo na África, especialmente em Benin². Em Benin, o rendimento no campo do feijão-caupi é baixo e raramente ultrapassa 0,5 t/há (Gbaguidi et al,2015) Portanto, o manejo efetivo da fertilidade do solo na produção de feijão-caupi é crucial para garantir a segurança alimentar e nutricional em Benin e na África como um todo.



Figura 4. Feijão - Caupi

Fonte: Autor

2.5. Gliricídia (*Gliricidia Sepium*)

Devido a sua ampla gama de propriedades benéficas, não é surpreendente que a gliricídia seja uma das espécies mais versáteis em agroecossistemas com recursos limitados. A gliricídia é amplamente cultivada em sistemas agroflorestais tropicais e subtropicais como cercas vivas e árvores de sombra. (Nuwarapaksha et al, 2023). Essa versatilidade torna a gliricídia uma escolha valiosa para comunidades que buscam uma solução sustentável e multifuncional em ambientes agrícolas restritos em recursos. As propriedades benéficas da gliricídia incluem seu papel como fixadora de nitrogênio, sua resistência à seca e sua capacidade de crescimento rápido, contribuindo assim para a melhoria da fertilidade do solo e a promoção da sustentabilidade ambiental nos agroecossistemas (Kappil et. Al, 2021)



Figura 5. Bosque de Gliricídia

Fonte:autor

A gliricídia se destaca entre as plantas fixadoras de nitrogênio como uma árvore flexível que pode ser empregada em diversas funções, como cercas, proporcionando sombra em fazendas. Essa versatilidade faz da gliricídia uma escolha valiosa em sistemas agrícolas, contribuindo para a diversificação de recursos e oferecendo benefícios econômicos e ambientais aos agricultores. (Atapattu, et al, 2017)

De acordo com (Santos et al., 2019), os principais metabólitos secundários da planta associados ao efeito anti-helmíntico são taninos condensados, saponinas e flavonoides. A utilização de taninos condensados na alimentação reduz os níveis de nematoides gastrointestinais e melhora o desempenho dos animais por meio de mecanismos diretos e indiretos (Min et al, 2003). Taninos, alcaloides e flavonoides encontrados no extrato de folhas de *G. sepium* não foram significativamente diferentes do albendazol na inibição do crescimento de *Trichostrongylus spp* de acordo com um estudo in vitro (Min et al, 2003). Romero et al. (2020) descobriram que *G. sepium* continha uma maior variedade de compostos que podem ser ativos contra o controle de larvas de terceiro estágio de *H. contortus* e ovos. Segundo (Sawitri, et al, 2023), houve uma diminuição de 50% na contagem de ovos por grama (FEC) em ovelhas que receberam um extrato aquoso de folhas frescas de *G. sepium* a uma dose de 15 g/kg de peso corporal em comparação com o grupo não tratado.

Sistemas integrados de produção agrícola e pecuária, com o componente arbóreo, estão sendo amplamente recomendados em todo o mundo, com ênfase em

regiões de latitude tropical e subtropical, onde as árvores podem ajudar a mitigar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Wefaey et al.,2023).

No Brasil, cerca de 11,5 milhões de hectares foram estabelecidos sob sistemas integrados (Rodrigues et al, 2017), incluindo principalmente um consórcio de culturas anuais e forrageiras. A introdução de leguminosas arbóreas em sistemas agrícolas adaptados às condições ambientais de regiões tropicais e subtropicais ainda é um desafio. Essas árvores melhoram os sistemas de produção agropecuária fornecendo nitrogênio (N), sombra e cobrindo o solo com seus ramos e resíduos (Barreto et al, 2012).

Nesse sentido, a *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth, Walpers, é uma árvore leguminosa de porte pequeno a médio, que se destaca por suas características de uso múltiplo (Makumba et al, 2009). Wolz e DeLucia, (2018), após uma extensa revisão sobre cultivo em alamedas, observaram que a *Gliricidia sepium* (Gliricídia) e a *Leucaena leucocephala* (Leucena) são as espécies mais utilizadas em sistemas integrados em regiões tropicais (Wefaey et al.,2023).



Figura 6. Bosque de Gliricídia em Sistema Integrado Lavoura - Pecuária – Floresta

Fonte: autor

A adoção de espécies florestais associadas a culturas de grãos e/ou forrageiras é de fundamental importância para a manutenção dos teores e qualidade da matéria orgânica do solo (MOS) (Marin et al, 2006; Beedy et al, 2010) e a fertilidade do solo

(Beedy et al, 2010; Siqueira et al, 2014). Vários estudos têm demonstrado os benefícios da integração da gliricídia com espécies produtoras de grãos, como milho (*Zea mays*) (Barreto et al, 2012; Beedy et al, 2010; Akinnifesi et al, 2006; Chirwa et al, 2007) ou espécies forrageiras em um sistema silvipastoril (Apolinário et al, 2016). Esses estudos mostraram os diversos benefícios da introdução de leguminosas arbóreas em sistemas agropecuários, como o aumento dos teores de N no solo e uma melhor ciclagem de nutrientes (Barreto et al, 2012; Beedy et al, 2010; Chirwa et al, 2010). Em um sistema silvipastoril, sob condições da região semiárida brasileira, a gliricídia incorporou 47 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ por meio da decomposição da serapilheira de gliricídia (Apolinário et al, 2016). No entanto, a incorporação ou deposição da biomassa de gliricídia no solo pode não atender à necessidade de N de culturas como o milho, o que, a longo prazo, pode exaurir a fertilidade do solo em relação a esse nutriente (Garrido et al, 2017).

A literatura revela que ainda há uma falta de informações sobre o uso da gliricídia em sistemas integrados, especialmente na modalidade de integração lavoura-floresta (florestal), onde a cultura anual dentro das entrelinhas é cultivada em consórcio com espécies forrageiras (Valani et al, 2020)

Em sistemas integrados com espécies florestais, a eficiência de recuperação do nitrogênio do fertilizante aplicado (NFRE) em culturas anuais pode ser maior em comparação com o monocultivo. Nesse sistema, o nitrogênio disponível em camadas mais profundas do solo, que tem potencial para ser lixiviado, pode ser absorvido pelas raízes das plantas antes que as raízes das culturas anuais alcancem essa profundidade [Barreto et al, 2012]. Essa interação entre as espécies no sistema integrado resulta em maior eficiência na reciclagem de nutrientes, especialmente o nitrogênio (Siqueira et al, 2014). Em geral, a transferência de nitrogênio é maior das espécies leguminosas para as não leguminosas do que no sentido oposto. No entanto, essa transferência de nitrogênio depende da proximidade das espécies e da frequência de poda no caso das leguminosas arbóreas (Chalk et al, 2014).

A eficiência de recuperação do nitrogênio do fertilizante (NFRE) depende, entre outros fatores, das práticas de manejo do solo adotadas, seja aração convencional ou plantio direto (Figueiredo et al, 2005), das taxas de fertilização nitrogenada (Zhu et al, 2016 ; Poffenbarger et al, 2018), das plantas anuais e perenes consorciadas (Coser et al, 2016), das interações entre as raízes das culturas consorciadas [Rowe, et al, 2001], e, conseqüentemente, do ciclo de N no sistema (Makumba et al, 2009). Em geral, agroecossistemas que aumentam a biomassa e a matéria orgânica do solo têm uma maior

NFRE (Rowe, et al, 2001.), principalmente devido à maior absorção de N que, de outra forma, seria lixiviado ou perdido por óxidos de nitrogênio para a atmosfera (Hirel et al, 2011; Cameron et al, 2013).

2.6.Efeito sinérgico de sistemas consorciados

Em sistemas integrados, interações como a redução da evapotranspiração, fixação de nitrogênio e condições de competição (água, luz e nutrientes) arbóreo e herbáceo são comuns e essenciais para a sustentabilidade e produtividade do sistema, principalmente quando houver situação de pastejo (Barragán-Hernández & Cajas-Girón, 2019). A queda de folhas das árvores é uma fonte contínua de material orgânico que serve como cobertura e enriquecimento do solo, interferindo diretamente na ciclagem de nutrientes (Balbino et al., 2011)

Em geral, a adoção deste sistema é benéfica, pois propicia recuperação da qualidade e da capacidade produtiva do solo devido a maior deposição da serapilheira (Salton et al., 2014).

Como ponto positivo, a alternância de culturas vegetais com a integração de animais estimula a biodiversidade e ajuda a quebrar ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas, reduzindo assim os custos de produção, aumentando os resultados econômicos e ambientais (Kichel et al., 2014; Reis et al., 2014).

Apesar dos avanços alcançados na pesquisa relacionados a sistemas integrados nos últimos anos, o conhecimento científico da produção integrada e operação de tais sistemas ainda está aquém da quantidade demandada (Della Giustina et al., 2017). Dentre as inúmeras variáveis de um sistema consorciado, o sombreamento provocado pelo componente arbóreo e suas implicações sobre a espécie forrageira abre inúmeras possibilidades de estudos que possam maximizar as características produtivas e nutricionais de ambos (Cordeiro et al., 2017)

2.7. Espécies arbóreas em sistemas integrados

Dos sistemas de produção integrados, cerca de 57% possuem como componente arbóreo espécies de eucalipto (*Eucalyptus sp.*), que em conjunto com espécies do gênero *Pinus* (*Pinus sp.*) são as espécies exóticas mais utilizadas. Estas, apresentam vantagens competitivas em relação às espécies nativas, devido às características de fomento industrial e institucional. Todavia, essa dependência de poucas variedades resulta em problemas como a perda de patrimônio genético e ameaça aos sistemas ecológicos e biomas onde o mesmo está inserido (Bento, Schmitt Filho & Faita, 2020) e as pesquisas desenvolvidas concluem que o fornecimento de produtos florestais não madeireiros destas é promissor, proporcionando maior rentabilidade (Trevisan et al., 2019).

Adicionalmente, as árvores cultivadas no sistema ILPF provocam alterações microclimáticas como diminuição da temperatura e aumento da umidade, devido à redução da radiação solar e da velocidade do vento no sub-bosque (Kichel et al., 2014; Pezzopane et al., 2015). Sabe-se que o espaçamento e o tipo de componente arbóreo influenciam diretamente na quantidade e na qualidade da luz que chega ao sub-bosque, provocando mudanças tanto na produtividade quanto nas características químicas das gramíneas cultivadas (Tuffi Santos et al., 2015). Estas alterações podem ser atenuadas ou intensificadas, dependendo do espaçamento adotado.

2.8. Efeito do Sombreamento

Em condições de sombreamento, as plantas se aclimatam objetivando maximizar a eficiência do uso da radiação, mantendo os níveis de fotoassimilados adequados e atendendo demandas de manutenção e produção de novos tecidos (Valladares & Niinemets, 2008). Exemplo disso são as mudanças que podem ser observadas na morfologia e anatomia foliar como o estiramento foliar (Paciullo et al., 2017), a redução da taxa de aparecimento de caules e o aumento do seu comprimento (Abraham et al., 2014).

No caso de gramíneas tropicais, espaçamentos com menor densidade possibilitam, sobretudo, a passagem de radiação suficiente para o crescimento da forrageira e melhor desenvolvimento, como é o caso das leguminosas que, mesmo com ponto de compensação luminosa menor para fotossíntese em relação às gramíneas tropicais, apresentam desenvolvimento satisfatório em espaçamento arbóreo superior a

12 m entre as linhas de árvores (Araujo et al., 2017)

Assim, além do arranjo, densidade e espaçamento das árvores a escolha da forrageira a ser cultivada torna-se fundamental para o sucesso desses sistemas de cultivo. As gramíneas forrageiras se diferenciam nas respostas quanto a velocidade de crescimento, competitividade por nutrientes rebrota, teor de matéria seca, além das características morfofisiológicas específicas de cada cultivar (Neves Neto et al., 2015). Ter acesso a essas informações possibilita uma decisão mais assertiva de qual forrageira se adapta a condição que se tem disponível.

As gramíneas forrageiras, por serem em sua grande maioria plantas com metabolismo C4, apresentam alterações morfogênicas e estruturais de acordo com a disponibilidade luminosa de seu ambiente de crescimento. A quantidade e a qualidade de luz interceptada pelas plantas, além da importância na fotossíntese, têm grande influência sobre a estrutura de folhas, caules e raízes (Viera et al., 2014).

A radiação solar direta interceptada pelo componente arbóreo altera significativamente a razão entre os espectros de luz vermelho/vermelho extremo, principal comprimento de onda absorvido pelo fitocromo, pigmento proteico responsável pela percepção luminosa nos vegetais, que sobre condição restritiva da luz aloca a maior parte dos seus recursos para crescimento em altura, produzindo assim folhas mais finas e maiores e estimulando o alongamento do caule (Santos et al., 2016; Soares, Bernardon, Aiolfi, 2016). Tais características estão intrinsecamente relacionadas à produtividade das forrageiras,;

Resultados diferentes são relatados em outros trabalhos e atribuem a queda na produção de gramíneas de ciclo C4 ao sombreamento mais severo, pois tal alteração provoca diminuição acentuada das taxas fotossintéticas o que reduz a produtividade das forrageiras (Soares; Bernardon; Aiolfi, 2016).

2.9. Valores Proteicos

Dentre as mudanças provocadas pela restrição luminosa nas forrageiras cultivadas no sistema ILPF o aumento dos valores protéicos tem se mostrado vantajoso. A proteína está associada a maior ganho de peso, maior produção de leite e de forma geral melhoria da qualidade do rebanho (Fernandes et al., 2015; Abrão et al., 2016).

A principal hipótese aceita na literatura é que o aumento da proteína para plantas sombreadas correlaciona-se às características adaptativas, onde a restrição luminosa provoca a diminuição da taxa de fotossintética (Dalmolin et al., 2015). Tal fato compromete diretamente o metabolismo da planta, que sob esta condição é acometida por

alterações morfofisiológicas, dentre elas o aumento da área foliar, redução do percentual de matéria seca e maior concentração dos minerais nitrogênio, fósforo e potássio (Carvalho, Freitas, Andrade 1995). Assim, como o nível de proteína bruta está diretamente ligado ao nitrogênio contido no vegetal, o aumento dos valores de nitrogênio, causados pelo sombreamento, tem impacto direto no incremento dessa variável bromatológica em vegetais sombreado (Araujo et al., 2017).

Contudo hipóteses diferentes são relatadas na literatura para aumento do teor proteico das forrageiras sombreada. Wilson (1996) relata que em ambientes sombreados ocorre um aumento da degradação da serapilheira, com maior incorporação de nitrogênio ao solo. Esta condição, associada ao componente arbóreo constituído por leguminosas, pode potencializar a 20 fixação biológica de nitrogênio no solo elevando os valores de proteína para forrageiras consorciada (Hanisch et al., 2016; Guimarães et al., 2017). Entretanto, Sousa et al., (2010) atribuíram maior valor de proteína para plantas sombreadas ao desenvolvimento ortogenético. Nesse caso, as gramíneas tendem a ser fisiologicamente mais jovens, o que prolonga a fase vegetativa juvenil e permite a manutenção de níveis metabólicos mais elevados por um período maior de tempo.

Porém valores elevados de proteína na forrageira não garante que toda essa proteína esteja prontamente disponível. Com intuito de conciliar quantidades desse nutriente, análises bromatológicas são propostas a fim de determinar variações do nitrogênio indisponível em detergente neutro e detergente ácido (Tolentino et al., 2016). Frações estas que estão associadas à lignina (Balsalobre et al., 2003). Os componentes dessas frações são altamente resistentes ao ataque microbiano e enzimático, por esse motivo, são completamente insolúveis e ou indigestíveis no trato gastrointestinal (Santos et al., 2017). Desta maneira os valores de nitrogênio indisponível são convertidos em PIDN e PIDA auxiliado na determinação percentual da inacessibilidade microbiana em função da proteína aderida à parede celular (Clipes et al., 2010).

2.10. Componente Fibroso

A fibra não é um componente químico único e sim um agregado de compostos, que constitui a parede celular dos vegetais tais como: celulose, hemicelulose, lignina, proteína e outros compostos minoritários (Mertens 1987). Desta maneira a composição química da fibra é dependente da fonte de origem e da metodologia usada na sua determinação laboratorial. Em análises bromatológicas a fração fibrosa das forrageiras pode ser estimada pela determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A quantidade de FDN em uma forrageira está

relacionada com constituintes da parede celular. E representa uma estimativa da celulose, hemicelulose e lignina, com alguma contaminação de pectina, proteína e cinzas (Macedo Júnior et al., 2007). Plantas forrageiras cultivadas a pleno sol normalmente apresentam células com paredes mais espessas, quando comparadas a plantas que se desenvolvem em condição de sombra, devido à maior proporção de tecido esclerenquimático (Porfirio, 2009). Entretanto, variações nos conteúdos de FDN e FDA podem estar relacionados com a interação entre a porcentagem de sombra e o estágio de maturidade da planta, mas que devido as características adaptativas de cada espécie forrageira não garantem um padrão de resposta para os valores de FDN e FDA. Macedo Júnior et al., (2007) destacam que a FDN constitui o parâmetro mais usado para o balanceamento de dietas, uma vez que interfere na qualidade do alimento fornecido aos ruminantes. Outro fator associado ao teor de FDN é a digestibilidade, à medida que a FDN aumenta, a digestibilidade diminui (Santiago-Hernández et al., 2016). Valores de FDN acima de 65% indicam baixo valor nutricional (Vargas, 2002).

Quanto à fração do FDA, Gonçalves et al. (2010) afirmam que um alto teor dificulta a fragmentação do alimento e sua digestão pelas bactérias ruminais. Em experimento realizado por Oliveira et al. (2015) com *Urochloa decumbes* com restrição da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) de 20% e 70% e em comparação ao pleno sol, o sombreamento severo promoveu aumentos de 20 e 51% nos teores de clorofila e de proteína bruta, respectivamente e reduções dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Resultados estes que corroboram com trabalho realizado por Santiago-Hernández et al. (2016) que avaliaram o efeito do sombreamento sob a qualidade de forragem de *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia e cv. Mombaza e híbridos *Urochloa* Oaxaca e Yacaré.

observara a redução de 44% nos valores de FDN nas folhas e 36% nas hastes. contrariamente, Oliveira et al. (2013), que avaliaram o comportamento do *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia' e do *Andropogon gayanus* cv. 'Planaltina' sob 30 e 50% de restrição luminosa respectivamente, não observaram alterações no teor de FDN, entretanto os autores destacam que a restrição luminosa retardou o florescimento das forrageiras o que pode ser benéfico para o manejo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar as características produtivas e composição química dos capins *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*) cv. BRS Tamani e *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. BRS Piatã cultivados em monocultura e em integração lavoura pecuária floresta cultivados com milho e feijão sob bosque de Gliricidia.

3.2. Objetivos específicos

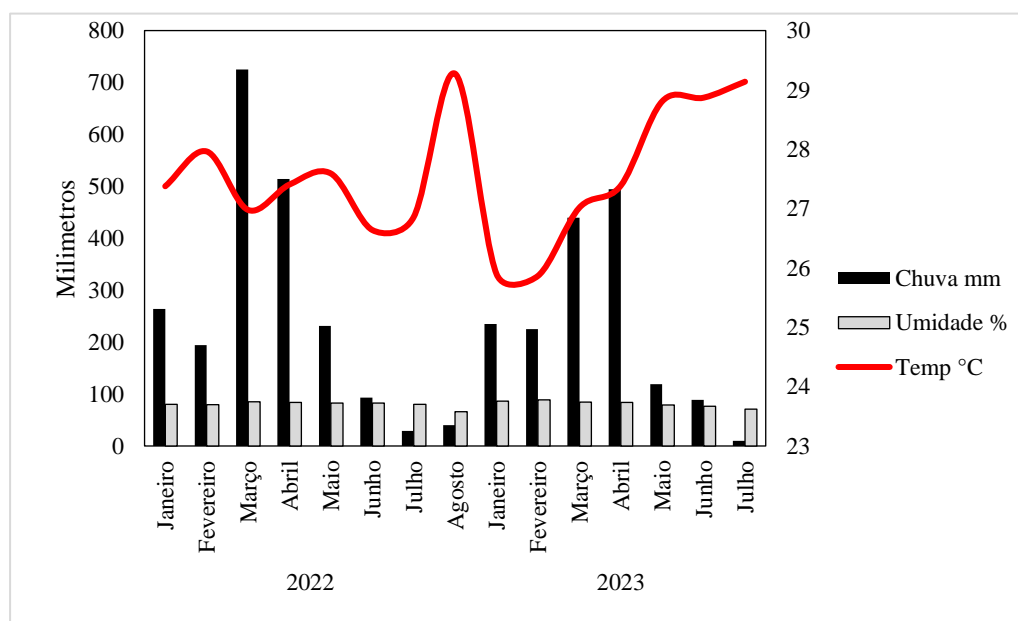
1. Avaliar as características produtivas do capins *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*) cv. BRS Tamani e o capim *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. BRS Piatã
2. Avaliar as químicas dos capins *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*) cv. BRS Tamani e *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. BRS Piatã
3. Avaliar as características produtivas e químicas da Gliricidia (*Gliricidia sepium*).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e preparo da área

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão, região do Baixo Parnaíba. A correção e adubação foram realizadas no início do período chuvoso, conforme a prescrição da análise do solo, considerando-se um nível tecnológico médio.

Figura 7. Precipitação pluviométrica Chapadinha-MA (Fonte: INMET, 2022 e 2023). Precipitação (mm); Umidade relativa do ar (%); Temperatura °C.



A área foi implantada em 2022 com sistema integrado sentido norte sul, e o solo foi classificado como Latossolo amarelo (EMBRAPA, 2013).

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo, as amostragens para análise de solo foram realizadas após a implantação com auxílio de uma furadeira em uma profundidade de 0 a 20 cm, sendo encaminhada ao laboratório de análises de solo para definir as características químicas do solo. Após a coleta as amostras foram acondicionadas 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 sendo necessário a realização de práticas de corretivas.

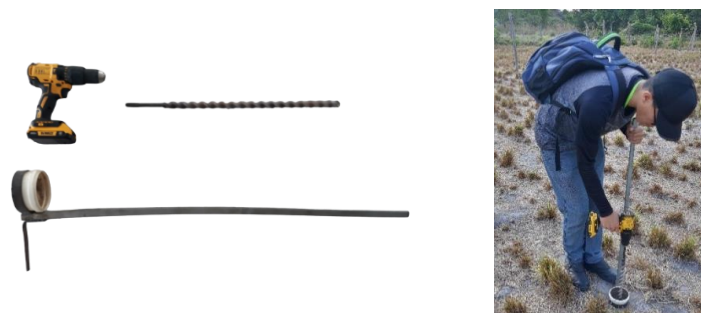


Figura 8. Coleta de amostra de solo com auxílio de furadeira

O tamanho da área do monocultivo totalizou 543,77 m² por capim, já na integração foi de 355,31m² (Figura 10). Foi realizado a gradagem e calagem com calcário dolomítico para correção da acidez do solo, sendo realizada pelo método de elevação da saturação por bases, elevando saturação de base de acordo com a exigência de cada espécie a 70% para o capim Tamani e 60% para o Piatã.



Figura 9. Preparo da área experimental

Tabela 1. Análises químicas das amostras de solo (2022).

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

No primeiro ano foram aplicado no momonocultivo, respectivamente, 1,96t/ha (capim Tamani), 1,55 t/ha (Capim Piatã) e 0,5 t/ha (capim Piatã - integração) e 1,06 (capim Tamani -integração) de calcário dolomítico, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 99,96. Para elevação dos teores de fosforo foram aplicados foram aplicado 138 kg/ha (monocultivo - Tamani), 103 kg/ha (piatã - monocultivo) e 166kg/ha (integração) de superfosfato simples, já na adubação nitrogenada foram 222 kg/ha (Tamani) e 111kg/ha (Piatã) de úreia e adubação potássica 96,77 kg/ha (Tamani) 64,34 kg/ha (Piatã) na forma de cloreto de potássio.

Tabela 2. Resultado de análise química do solo 2023, CP (Capim Piatã) CT (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 ³)	7	8	14	27	9	15	11
S (mg.dm ³)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3
K (mmolc. dm ⁻³)	0,4	0,4	0,5	0,8	0,6	0,7	0,4
Ca (mmolc. dm ⁻³)	7	16	10	12	15	16	12
Mg (mmolc. dm ⁻³)	3	9	5	8	8	6	6
Al (mmolc. dm ⁻³)	3,3	1,1	2,6	3,6	2,6	2,2	3,2
H+Al (mmolc. dm ⁻³)	36	25	40	38	36	36	36
MO (g/kg)	14	16	14	16	17	16	15
SB (mmolc. dm ⁻³)	10,4	25,4	15,5	18,8	23,6	22,7	18,4
CTC (mmolc. dm ⁻³)	50	50	56	57	60	59	54

V (%)	21	51	28	33	39	38	34
B (mg.dm ³)	0,14	<0,12	0,17	0,2	0,17	0,18	0,13
Cu (mg.dm ³)	0,7	0,4	0,6	1	0,5	1,1	1,2
Fe (mg.dm ³)	98	81	111	126	101	131	136
Mn (mg.dm ³)	0,7	6	0,5	0,7	0,8	1,2	1
Zn (mg.dm ³)	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

No Segundo ano foram aplicados para o monocultivo e integração respectivamente, 1,92 t/ha (CP), 1,02 t/ha (CT) e 1,79 t/ha (CPFC), 1,53 t/ha (CPM), 1,86 t/ha (CTFC), 1,88 t/ha (CTM) de calcário dolomítico, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 99,96. Para elevação dos teores de fósforo foram aplicados monocultivo e integração respectivamente 127 kg/ha (CT), 122 kg/ha (CP), e 88,8 kg/ha (CPFC) 16kg/ha(CPM), 116,66 (CTFC), 83 kg/ha (CTM) de superfosfato simples, já na adubação nitrogenada foram 222 kg/ha (Tamani) e 111kg/ha (Piatã) de úrea e adubação potássica de 86,45 kg/ha (Tamani), 52 kg/ha (Piatã) de cloreto de potássio.

4.2.Delineamento e tratamentos

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4 sendo duas gramíneas (capim tamani e Piatã) e quatro sistema de cultivo (Monocultura, ILP, IPF e ILPF) distribuído em 8 tratamento com 3 repetições totalizando 24 parcelas experimentais.

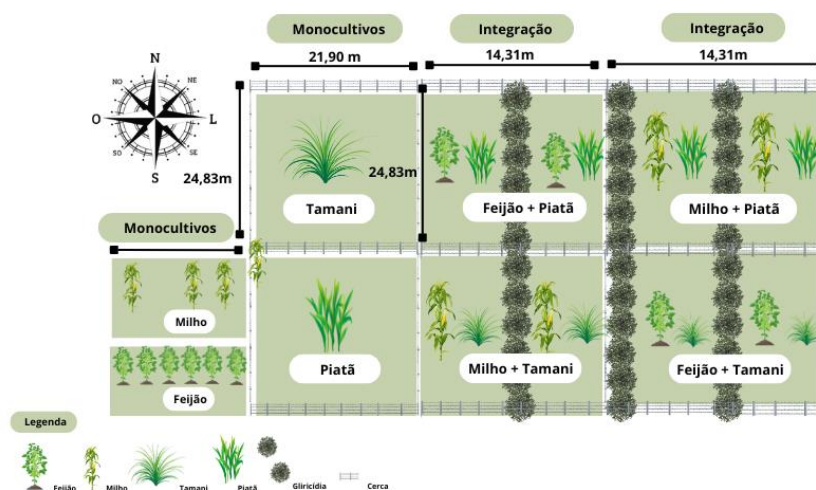


Figura 10. Esquema da área experimental

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homocedasticidade, para verificar as prerrogativas básicas para análise de variância. As médias foram consideradas diferentes quando $P < 0,05$ comparadas pelo teste de Tukey. Antes das análises de comparação de médias foram realizada a modelagem da matriz de covariância que melhor se ajusta para cada variável avaliada, a escolha da matriz foi definida pela estrutura que apresentar menor valor de AIC (Akaike's Information Criterion). Análises foram realizadas por meio do procedimento MIXED do programa estatístico SAS® (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

4.3. Monitoriamento de Áreas experimentais

6.3.1 Avaliações das características estruturais dos capins

Utilizou-se o aparelho AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, model PAR-80 (DECAGON Devices), sendo realizado seis coletas por tratamentos entre as 11:00 e 13:00hs com menor ocorrência de nuvens afim de evitar interferências nas leituras do equipamento.

6.3.2 Avaliações das características estruturais dos capins

O monitoramento da altura do pasto foram realizado com o auxílio de bastão graduado retrátil. Assim, sendo realizadas leituras em pontos aleatórios em cada unidade experimental. A altura de cada ponto corresponde à altura média do plano de folhas em torno da régua. Com o auxílio de um quadrado com área de $0,25 \text{ m}^2$, foram realizada duas amostragens por parcela, onde foi quantificada o número de perfilhos existentes dentro da área do quadrado para quantificação da densidade populacional de perfilho.



Figura 11. Estimativa de produção

6.3.3 Avaliação das características produtivas dos capins

Para a determinação da massa de forragem e de sua composição morfológica foram colhidas amostras representativas do pasto utilizando armações metálicas de $0,25$

m². Essas amostras foram coletadas em pontos representativos da pastagem, toda a massa de forragem contendo dentro da área do quadrado será colhida a uma altura de 20 cm. O material colhido no quadrado foi fracionado em lâmina foliar, colmo + bainha e material morto para a determinação do percentual dos componentes morfológicos. As subamostras provenientes de cada fração, foram transportadas ao laboratório, colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65° C por um período de 72hs. Após esse período, será estimada a produção da massa seca de forragem por parcela. Com esses dados foi possível calcular a taxa de produção e acúmulo de forragem durante o período



Figura 12. Separação de Material (Folha, Colmo e Material Morto) e acondicionamento em estufa de circulação de ar forçada

experimental a cada ciclo de corte. O acúmulo de forragem foi obtido a partir dos cortes realizados nas plantas no interior das armações metálicas acima do resíduo de 20 cm, na condição pré-pastejo durante todo o período experimental. O acúmulo total de massa seca do período experimental foi calculado por meio do somatório do acúmulo de todos os ciclos de corte.

Fonte: autor

6.3.4 *Composição bromatológica dos capins*

Para determinar a composição químico-bromatológica da forragem, as amostras que foram submetidas a secagem, sendo posteriormente e moídas em moinhos de facas com peneira de 1mm. Posteriormente a moagem do material, sendo coletado 2 g 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).

6.3.5 *Avaliações das características dendrométricas*

Para a determinação das características dendrométricas, foi adotada a metodologia proposta por Silva e Neto (1997), para mensurar o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura total, a altura do fuste e o raio da copa.

Para a mensuração do diâmetro à altura do peito, foi utilizado uma fita graduada a uma altura de 1,30 metros do solo. Para a determinação do raio da copa, foi utilizada uma trena de 5 metros, sendo a medição realizada ao meio-dia com base na sombra.

Para as medições de altura do fuste e altura total, foi utilizado o método da vara, que envolve o uso de uma régua graduada com menos de 1 metro. Nesse método, o observador afasta-se da árvore até que a imagem da árvore coincida com a imagem da vara, conforme visualizado pelo observador.



Figura 13. Avaliação de características dendrométricas da *Gliricídia*

Fonte: autor

6.3.6 Avaliação das características produtivas da *Gliricidia*

Para estimar a produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS), por hectare, foi avaliada a produção de cada planta multiplicando para o peso total de número de plantas por hectare.

6.3.7 Composição bromatológica da *Gliricidia*

Para fins de avaliação nutricional foliar foi realizada amostragem de acordo com a recomendação de Bellote e Silva (2005) Para estimação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) pelo método descrito por MERTENS (2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Entrada de 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, sendo maior no ano de 2023 devido ao fenômeno do el nino (Lian et al., 2023). Por outro lado, não houve diferença ($P>0,05$) entre as integrações. Desse modo, os resultados da monocultura indicam uma disponibilidade significativamente maior de luz solar direta para as plantas, no entanto, as culturas cultivadas em sob bosque no ILPF apresentaram valores inferiores de entrada de PAR devido a influência do sombreamento promovido pelo bosque conforme apresentado pela FIGURA 14.

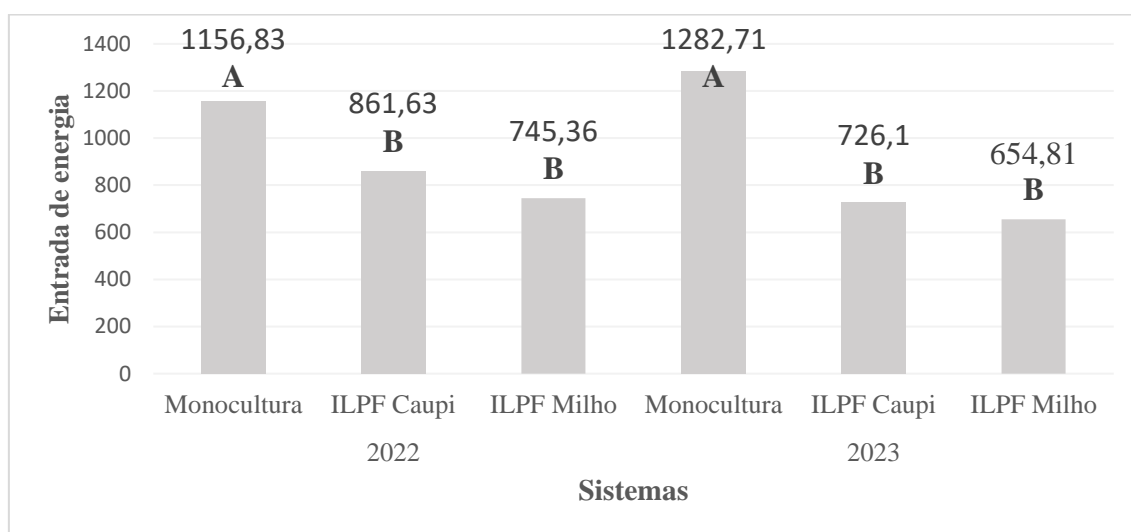


Figura 14. Energia de fotossinteticamente ativa (PAR) nos sistemas de monocultura e integração lavoura pecuária floresta nos anos de 2022 e 2023 em Chapadinha-MA.

5.2.Característica estruturais dos capins

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 ano de 2022, não houveram diferenças entre os tratamentos das avaliações relativos a alturas do dossel forrageiro e índice de tombamento. No entanto, a densidade populacional de perfilhos foi influenciada pelos tipo de sistemas apresentando resultados de 1.312 perfilhos/m² no monocultivo, enquanto o capim tamani no sistema integrado **alcançou um resultado maior de 1.112 perfilhos/m².**

Nas avaliações de 2023, ocorreram inltrações nos resultados de altura do dossel forrageiro e na densidade populacional de perfilho. Os maiores índices de tombamento foram obtidos nas monoculturas de capim Tamani com 1,74, superando a monocultura do capim Piatã com 1,46 , já em relação a altura os capins das monoculturas obtiveram resultados superiores aos capins do sistema integração, sendo que o capim

piatã se destacou com altura com 71,51cm. Além disso, a densidade populacional de perfilhos na monocultura de capim Tamani foi maior, registrando 772 perfilhos/m², como indicado na Tabela 1.

Esses resultados foram influenciados pelo sombreamento, no qual gramíneas quando cultivadas sob sombreamento a densidade populacional de perfilho pode ser 70% menor comparado com o cultivo a pleno (Lopes et al. 2017). Já em relação a entrada de luz no criado pelo sombreamento são fatores que podem afetar diretamente a densidade populacional de perfilho do pasto, (CARVALHO et al., 2019), nesse sentido, a menor PAR (Figura 14) observada nos sistemas integrados ocasionado pelo sombreamento do bosque podem ter sido o principal fator para o menor nos pastos dos ILPFs.

Além disso com o aumento do sombreamento, a relação de luz vermelho/vermelho diminui (Taiz e Zieger, 2009) aumentando a absorção de luz azul (Lopes et al.2017), consequentemente as tendem plantas redirecionam a maioria de recursos para o crescimento em altura (Santos et al, 2016), o que não ocorreu com os capins das integrações. Outro fator a ser destacado é o crescimento do componente arboreo e variação climática com decréscimo período chuvoso no ano de 2023 podem ter influenciado o PAR, já que segundo Paciullo et al. (2007) e Pezzopane et al. (2019) observaram que as respostas de produção de sistemas integrados com árvores dependentes da estação do ano e crescimento das mesmas, aumento ou diminuindo o sombreamento do bosque. Desse modo, Nicodemo et al. (2016) sugeriram a retirada dos galhos mais baixos (poda) como alternativa para reduzir a competição por luz.

Tabela 3.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
Altura (cm)								
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					
IT (índice de tombamento)								
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					

DPP (Perfilhos/m ²)								
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								
Altura (cm)								
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					
IT (índice de tombamento cm)								
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					
DPP (Perfilhos/M ²)								
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) e Piatã respectivamente em 2023.

5.3. Característica Produtivas dos capins

Houve um efeito de interação ($P < 0,05$) entre os fatores para a produção de material morto (PMM) nos dois anos. Além disso, a produção de colmo (PC) e a relação folha colmo (RFC) também apresentaram interação significativa no ano de 2022. No ano de 2023, a produção de lâmina foliar (PLF) e a produção total de forragem (PTF) demonstraram um efeito de interação significativo.

No ano de 2022, tanto o sistema de cultivo quanto a espécie de gramíneas cultivadas exerceram influência sobre a produção de lâmina foliar (PLF) e a produção total de forragem (PTF). No ano seguinte, em 2023, a produção de colmo (PC) também foi afetada por esses fatores. No entanto, a relação folha colmo em 2023 não foi influenciada por nenhum dos fatores avaliados, conforme demonstrado na Tabela 4.

No ano de 2022, o capim Piatã apresentou respectivamente uma média de produção de lâmina foliar e produção total de forragem de 5.091,79 kg/ha e 5.574,44 kg/ha, em contraste, na monocultura, foram registradas como 5.255,68 kg/ha e 7.136,67 kg/ha (Tabela 4).

No ano seguinte, 2023, ocorreu interação entre os tipos de gramíneas para a produção de lâmina foliar (PLF) foi de 4.595,42 kg/ha e 43.46,67 kg/ha, e a produção total de forragem (PTF) foi de 5.492,92 kg/ha e 5244,17 kg/ha. Estes valores foram

estatisticamente maiores para as monoculturas dos capins Tamani e Piatã, respectivamente (Tabela 4). Sendo estes acima dos esperados quando comparados com resultados descritos por DE LIMA et al, 2020 e VASCONCELOS et al, 2020, que observaram produção total de forragem de 4981,6 kg/ha e 4882,4 kg/ha para capim Tamani e Piatã em sistema de monocultivo.

Em relação a produção de colmo, no ano de 2022 a maior produção de colmo (821,65 kg/ha) foi observada na monocultura do capim Piatã, enquanto em 2023, a produção de colmos apresentou influência apenas no sistema de cultivo, com uma quantidade observada de 1158,75 kg/ha na monocultura, porém é importante notar que a relação folha-colmo não sofreu alterações significativas, como indicado na TABELA 4.

A produção de material morto foi afetada pela interação entre o sistema de cultivo e o tipo de gramínea. Em 2022, as integrações com capim Tamani apresentaram uma acúmulos de material morto (PMM) com 1.606,29 kg/ha e 2.375,27 kg/ha. No entanto, em 2023, as monoculturas se destacaram nesse aspecto, com PMM atingindo 1.994,58 kg/ha no capim Tamani e 973,33 kg/ha no capim Piatã, respectivamente, como observado na tabela 4.

Conforme os dados apresentados a maior produção de forragem dos capins nas monoculturas em comparação aos dos ILPFs se deve pela disponibilidade de PAR no sistema, favorecendo o acúmulo de forragem, sendo desfavorecido quando há sombreamento promovido pela presença de árvores, o que afeta o desenvolvimento das gramíneas (SANTOS et al., 2016; ARAUJO et al., 2020; NASCIMENTO et al., 2021; CRESTANI et al., 2022; De Oliveira et al., 2023).

Em relação aos resultados mais baixos na produção registrados na produção de forragem no ILPFs são decorrentes da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) baixa em sistemas com componente arbóreo (PEZZOPANE et al., 2019), resultados semelhantes foram por CRESTANI et al., 2017 que relataram redução no acúmulo de forragem na medida em que a PAR dos sistema foi menor.

Tabela 4. 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

2022								
PLF (kg/ha)								
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					
PC (kg/ha)								
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					
PTF (kg/ha)								
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					
RFC								
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					
PMM								
Tamani	993,39 Ac	1606,39 Ab	2325,77 Aa	1641,85				
Piatã	1050,70 Ab	672,33 Bb	1120,93 Ba	947,99	82,56	0,0002	0,0034	0,0099
Média	1022,05	1139,36	1723,35					
2023								
PLF (kg/ha)								
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					
PC (kg/ha)								
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					
PTF (kg/ha)								
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					
RFC (kg/ha)								
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					
PMM (kg/ha)								
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).

5.4. Composição bromatológica dos capins

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. Em 2023, foi observado um efeito de interação significativo ($P < 0,05$) para os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica (MO). Em 2022, os teores de proteína foram influenciados tanto pelo sistema de cultivo e pela espécie de gramínea avaliada. Entretanto, em 2023, apenas a espécie de gramínea teve um impacto significativo nos teores de proteína bruta.

No ano de 2023 a hemicelulose apresentou diferenças significativas, sendo influenciada especificamente pela espécie de gramínea cultivada. No entanto, as demais variáveis, incluindo matéria seca (MS%), fibra em detergente neutro (FDN%), fibra em detergente ácido (FDA%), matéria mineral (MM%) e matéria orgânica (MO%), não apresentaram diferenças significativas nesse mesmo ano, conforme indicado na Tabela 6.

Em ambos os sistemas o capim Tamani apresentou os maiores teores de proteína bruta, com 12,45% e 12,6%. No entanto, quando observamos as integrações, elas representam os maiores percentuais de proteína bruta (PB%), no primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente (conforme Tabela 5).

Em 2022, foi observado que a monocultura do capim Tamani apresentou o menor teor de matéria seca, com 39,66% independente do sistema de cultivo. No entanto, no ano seguinte, 2023, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação a essa variável.

No ano de 2022, os teores de fibra em detergente neutro (FDN%) foram mais elevados nos tratamentos de capim Tamani em monocultura, com 72,91% e capim Tamani integrado com Feijão-caupi, com 73,64%; e capim Piatã integrado com milho, com 73,24%. Em 2022, nos mesmo tratamentos foram registrados maiores teores de material mineral (MM%), com valores de 5,70%, 5,35% e 5,67%, além disso esses tratamentos apresentaram menores teores de matéria orgânica (MO%), com 94,30%, 94,65% e 94,33%, respectivamente. Já no segundo ano (2022) não houve diferenças entre

os tratamentos entre as variáveis

O teor de proteína bruta foram maiores nas pastagens dos sistemas sombreados, principalmente no período 2022 e 2023, conforme já observado por Baruch e Guenni (2007), Sousa et al. (2010), Pandey et al. (2011), Dibala et al. (2021). Esses resultados podem ser atribuído à maior reciclagem de nutrientes como o N promovida pelas alterações microclimáticas, tornando os nutrientes mais disponíveis para as pastagens (Wilson, 1996). A maior concentração de N causada pelas limitações de crescimento das pastagens em sistemas sombreados é outra possibilidade para explicar a maior teor de PB (Pezzopane et al., 2019).

Tabela 5. Composição bromatológica dos capins Piatã e Tamani cultivados em monocultura e em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em Chapadinha-MA

2022								
Gram	Sistemas			Média	EPM	P-Valor (%)		
	Monocultura	ILPF Caupi	ILPF Milho			Gram	Sistemas	Gram*Sist
MATÉRIA SECA (MS%)								
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					
PROTEÍNA BRUTA (PB%)								
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					
FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN %)								
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					
FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA%)								
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					
HEMICELULOSE %								
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					
MATERIAL MINERAL (MM %)								
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					

MATÉRIA ORGÂNICA (MO (%))

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					

2023**MATÉRIA SECA (MS%)**

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					

PROTEÍNA BRUTA (PB%)

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					

FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN %)

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					

FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA%)

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					

HEMICELULOSE %

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					

MATERIAL MINERAL (MM %)

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					

MATÉRIA ORGÂNICA (MO %)

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

5.5. características dendométricas e agrônomicas da Gliricidia

Houve uma diferença significativa ($P < 0,05$) entre os anos de 2022 e 2023 para variáveis diâmetro da altura do peito, proteína bruta (PB%) e fibra em detergente neutro (FDA), conforme indicado na Tabela 6. Notavelmente, o diâmetro da altura do peito da Gliricidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) foi maior em 2023, medindo 7,32 cm.

Este resultado era esperado, pois a árvore está em crescimento livre, sugerindo um aumento no diâmetro da planta à medida que ela envelhece. A literatura tem mostrado diâmetros de 19 a 25 cm para árvores adultas com 5 anos, contudo em experimentos conduzidos por De azevedo et al, (2018) obtiveram diâmetros de 10cm, já estudos conduzidos por Herrera et al, 2021, constaram dap de 5,1 cm.

As alturas medidas neste estudo foram de 5,21m e 5,16m, respectivamente, nos anos de 2022 e 2023, demonstrando serem significativamente superiores em comparação com os resultados apresentados por Ramos-Trejo et al. (2020), que relataram uma altura de apenas 2,3m.

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 6). A produção por kg de planta, foi de 3,4 kg (2022) e 2,3 kg (2023), sendo valores abaixo quando comparados a resultados encontrado por Herrera et al (2021) com 5kg de forragem por planta e Ramos – Trejo, et al. (2020) com 5,48kg.

Em 2022, os resultados mostraram um teor de proteína bruta significativamente maior, registrando 22,23% PB. Isso supera as medições obtidas por Ramos-Trejo et al. (2020), que relataram um teor de 18,26%. Além disso, o teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi menor, com 38,04%, quando comparado ao resultado obtido por Ramos-Trejo et al., que foi de 145,4%. O teor de PB% pode sido favorecido com a inclusão da integração onde foi desenvolvido manejo nutricional, já que foi realizado manejo nutricional das plantas integradas e consequentemente sendo utilizado pelas plantas de *Gliricidia* melhorando seu teor de proteína.

Tabela 6. Características agrônômicas da *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp em Integração Lavoura Pecuária Floresta em Chapadinha-MA.

Ano	Estrutura e produção				
	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).

6. CONCLUSÃO

Os sistemas integrados demonstraram dinamismo pelo sombreamento causadas pela copa das árvores intensificado pela orientação norte – sul, conseqüentemente reduzindo a radiação solar direta nos capins, resultando em aumento da proteína bruta dos capins e redução da produção total de forragem.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, E.M. et al. Growth, dry matter production, phenotypic plasticity, and nutritive value of three natural populations of *Dactylis glomerata* L. under various shading treatments. **Agroforestry Systems**, v.88, p.287–299, 2014. DOI: <10.1007/s10457-014-9682-9>. Acesso em: 17 mar. 2024.
- ABRÃO, F.O.; FERNANDES, B.C.; PESSOA, M.S. Produção sustentável na bovinocultura: princípios e possibilidades. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.4, p.61-73, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v6i4.380>. Acesso em: 17 mar. 2024.
- AKINNIFESI, F.K.; MAKUMBA, W.; KWESIGA, F.R. Produção sustentável de milho usando consórcio de gliricídia/milho no sul do Malawi. **Exp. Agric.**, v.42, p.441–457, 2006. DOI: <10.1017/S0014479706003814>. Acesso em: 17 mar. 2024.
- ALAMU, E.O. et al. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp applications for enhancing soil fertility and crop nutritional qualities: a review. **Forests**, v.14, n.3, p.635, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/f14030635>. Acesso em: 17 mar. 2024.
- ANDRADE, B.M.S. et al. Uso da gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia Plena**, v.11, n.4, 2015. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/2476>. Acesso em: 17 mar. 2024.
- ANDRADE, C. M. S. DE; ASSIS, G. M. L. de. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: Gramínea Recomendada para Solos Bem-drenados do Acre. 2010. **Circular Técnica**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35158/1/CIT-54.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.
- ANDRADE, D. Agricultura Sintrópica: universo de conceitos, 2018.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 15. ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists, 1990.
- BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Gonçalves, J.L.M.; Benedetti, V. (Eds.). Nutrição e fertilização florestal, v.2, p.105-133. **Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, 2005.
- APOLINÁRIO, V.X.O.; DUBEUX, C.B., JR.; LIRA, M.D.A.; FERREIRA, R.L.C.; MELLO, A.C.; COELHO, D.L.; MUIR, J.P.; SAMPAIO, E.V.S.B. Decomposition of

arboreal legume fractions in a silvopastoral system. **Crop Sci.**, v.56, p.1356–1363, 2016. DOI: <10.3390/agronomy11081509>. Acesso em: 17 mar. 2024.

ARAÚJO, R.A.D.E ET AL. Dynamics and stability of Marandu grass tillers in monocrop systems and babassu palm silvopastoral systems. **Acta Scientiarum Agronomy**, v42i1: e42445, 2020 doi:10.4025/actasciagron.v42i1

ARAÚJO, S.A.C.; SILVA, T.O.; ROCHA, N.S.; Ortêncio, M.O. Crescimento de leguminosas forrageiras tropicais a pleno sol e em sistemas silvipastoris. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.39, n.1, p.27-34, 2017. DOI: <10.4025/actascianimsci.v39i1.32537>. Acesso em: 17 mar. 2024.

ATAPATTU, A.A.A.J.; PUSHPAKUMARA, D.K.N.G.; RUPASINGHE, W.M.D.; SENARATHNE, S.H.S.; RAVEENDRA, S.A.S.T. Potential of *Gliricidia sepium* as a fuelwood species for sustainable energy generation in Sri Lanka. **Agricultural Research Journal**, 54(1):34-39, 2017. DOI: <10.5958/2395-146X.2017.00006.0>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFÍRIO DA SILVA, V. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1-12, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; VIEIRA, I.; CÁRDENAS, R.R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.519-528, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/46615/composicao-quimica-e-fracionamento-de-nitrogenio-e-dos-carboidratos-do-capim-tanza>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BARRAGÁN-HERNÁNDEZ, W.A.; CAJAS-GIRÓN, Y.S. Bromatological and structural changes in *Megathyrsus maximus* in four silvopastoral arrangement systems. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.20, n.2, p.245-258, 2019. Doi: <10.21930/rcta.vol20num2art:1458>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BARRETO, A.C.; CHAER, G.M.; FERNANDES, M.F. Hedgerow pruning frequency effects on soil quality and maize productivity in alley cropping with *Gliricidia sepium* in Northeastern Brazil. **Soil Tillage Res.**, v.120, p.112–120, 2012. DOI: <10.1016/j.still.2011.11.010>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BARUCH, Z.; GUENNI, O. Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Brachiaria*. **Tropical Grasslands**, v. 41, n. 4, p. 269, 2007. Disponível em: https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_41_2007/Vol_41_04_2007_pp269_276.pdf.

BAUNGRATZ, A.R. et al. Características químicas e morfológicas de *Megathyrus maximus* cv Aruana submetida à adubação nitrogenada em sistema silvipastoril e pleno sol, 2022. Doi: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/6509>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BEEDY, T.L.; SNAPP, S.S.; AKINNIFESI, F.K.; SILESHI, G.W. Impact of *Gliricidia sepium* intercropping on soil organic matter fractions in a maize-based cropping system. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.138, p.139–146, 2010. DOI: <10.1016/j.agee.2010.04.008>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BENTO, G.P.; SCHMITT FILHO, A.L.; FAITA, M.R. Sistemas silvipastoris no Brasil: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v.9, n.10, p.e7019109016-e7019109016, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9016>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BOUKAR, O. et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. **Plant Breeding**, v.138, p.415–424, 2019. DOI: <10.1111/pbr.12589>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BRANDANI, J.; JUNGLOS, F.; JUNGLOS, M.; NUNES, N.; PEREIRA, Z.; MORAIS, G. Crescimento inicial de espécies arbóreas sob sombreamento artificial em área de pastagem. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, n.4, 2015. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16711>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BURIN, P.C. Principais forrageiras e taxa de semeadura em integração lavoura pecuária. **REDVET**, v.18, n.9, p.1-24, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009018.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CAMERON, K.C.; DI, H.J.; MOIR, J.L. Nitrogen losses from the soil/plant system: A review. **Ann. Appl. Biol.**, v.162, p.145–173, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/aab.12014>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*

Benth.). **Pastagens Tropicales**, v.1, p.24-30, 1995. Disponível em: <https://bit.ly/2QUIvzQ>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CASCUDO, L. DA C. História da alimentação no Brasil. 3. ed. São Paulo: **Global Editora**, 2004. Disponível em: <https://bdor.sibi.ufrj.br/handle/doc/370>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CECATO, U.; CASTRO, C.R.C.; CANTO, M.W. et al. Perdas de forragem em capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) manejado sob diferentes alturas de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.295-301, 2001. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200001>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CHALK, P.M.; PEOPLES, M.B.; MCNEILL, A.M.; BODDEY, R.M.; UNKOVICH, M.J.; GARDENER, M.J.; CHEN, D. Metodologias para estimar a transferência de nitrogênio entre leguminosas e espécies companheiras em agroecossistemas: Uma revisão das técnicas enriquecidas com ¹⁵N. **Soil Biol. Biochem.**, v.73, p.10–21, 2014. DOI: <10.1016/j.soilbio.2014.02.005>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CHIRWA, P.W.; ONG, C.K.; MAGHEMBE, J.; BLACK, C.R. SOIL water dynamics in cropping systems containing *Gliricidia sepium*, pigeonpea and maize in southern Malawi. **Agrofor. Syst.**, v.69, p.29–43, 2007. DOI: <10.1007/s10457-006-9016-7>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CLIPES, R.C.; SILVA, J.F.C.; DETMANN, E.; VASQUES, H.M.; HENRIQUES, L.T.; DONATELE, D.M.; HADDADE, I.R. Proteína insolúvel em detergente ácido como estimador da fração protéica não degradável no rúmen de forragens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.463-473, 2010. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/11-\(2010\)-2/proteina-insoluv-el-em-detergente-acido-como-estimador-da-fracao-protei/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/11-(2010)-2/proteina-insoluv-el-em-detergente-acido-como-estimador-da-fracao-protei/). Acesso em: 17 mar. 2024.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.9 - safra 2021/22 - **Décimo primeiro levantamento**, Brasília, p.1-85, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R.L.; KLUTHCOUSKI, J.; JÚNIOR, G.B.M. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.32, n.1/2, p.15-53, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2SSBQri>. Acesso em: 17 mar. 2024.

COSTA, K.A.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P.; CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.187-193, 2005. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/43530135_Efeito_da_estacionalidade_na_producao_de_materia_seca_e_composicao_bromatologica_da_Brachiaria_brizantha_cv_Marandu. Acesso em: 17 mar. 2024.

COSTA, K.A.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P.; CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.187-193, 2005. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/43530135_Efeito_da_estacionalidade_na_producao_de_materia_seca_e_composicao_bromatologica_da_Brachiaria_brizantha_cv_Marandu. Acesso em: 17 mar. 2024.

CRESTANI, S. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of Piatã palisade grass (*Brachiaria brizantha*) in a crop–livestock–forest integration area. **CSIRO Publishing**, [s.d.], 2017. doi: 10.1071/CP16341

CRESTANI, S. et al. Tussock and tiller population dynamics on rotationally stocked Piatã palisadegrass (*Urochloa brizantha*) in an integrated crop–livestock–forestry system. **Crop and Pasture Science**, v. 73, n. 3, p. 273-284, 2022. doi: 10.1071/CP21184.

D OLIVEIRA SILVA, M.B.; DE CARVALHO, A.J.; BATISTA, P.S.C.; JÚNIOR, P.V.S.; DE OLIVEIRA, S.M. Desempenho agronômico de genótipos de feijão-caupi. **Revista de Ciências Agrárias**, 41(4), 1059-1066, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17309>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DA COSTA, L.S. et al. Silagem de grão úmido de milho, reconstituído a partir do grão seco em diferentes sistemas de secagem, para a alimentação de leitões. **Energia na Agricultura**, v.38, n.1, p.1-10, 2023. Doi: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2023v38n1p1-10>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DA SILVA, R.B. et al. Taxas de semeadura e métodos de plantio da ‘BRS Integra’ (*Urochloa ruziziensis*) no consórcio com milho em cultivo de segunda safra. 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1156240/1/Taxas-de-semeadura-e-metodos-de-plantio-da-BRS-Integra.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DALMOLIN, A.C.; THOMAS, S.E.O.; ALMEIDA, B.C.; ORTÍZ, C.E.R. Alterações morfofisiológicas de plantas jovens de *Curatella americana* L. submetidas ao sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v.13, n.1, p.41-48, 2015. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/114794>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DE AZEVEDO, B.C. et al. Effect of the diameter of cuttings in the establishment of gliricidia (*Gliricidia sepium*). **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 18, n. 1-2, 2010. Disponível em: https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/633.

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. doi: 10.1111/gfs.12448.

DE LIMA, R.O.; VENDRUSCOLO, M.C.; DALBIANCO, A.B. Características agronômicas do capim BRS Piatã submetido a doses de nitrogênio e cortes. **Pubvet**, v. 15, p. 168, 2020. doi: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n03a765.1-13>.

DE MIRANDA, R.A. ET AL. Sustentabilidade da cadeia produtiva do milho. 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1132079>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DE OLIVEIRA, A.F. et al. Pasture traits and cattle performance in silvopastoral systems with *Eucalyptus* and *Urochloa*: Systematic review and meta-analysis. **Animal Production Science**, 2023. doi: 10.1016/j.livsci.2022.104973.

DE SIBIO BUENO, A. et al. Resposta do milho (*Zea mays*) a micronutrientes via adubação foliar. **Revista Contemporânea**, v.3, n.12, p.31163-31172, 2023. Doi: <https://doi.org/10.56083/RCV3N12-323>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DELLA GIUSTINA, C.; CARNEVALLI, R.A.; ROMANO, M.R.; ANTÔNIO, D.B.A.; ECKSTEIN, C. Crescimento de diferentes espécies de árvores de fruta em sistemas silvopastorais durante a fase de estabelecimento. **Revista Caatinga**, v.30, n.4, p.1040-1049, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n425rc>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DETMANN, E.; COSTA E SILVA, L. F.; ROCHA, G. C.; PALMA, M. N. N.; RODRIGUES, J. P. P. Métodos para análise de alimentos. 2. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2021.

DIAS, M.B.C. et al. Cattle performance with *Brachiaria* and *Panicum maximum* forages in an integrated crop-livestock system. **African Journal of Range & Forage Science**, v.39, n.2, p.230-243, 2022. Doi: <https://doi.org/10.2989/10220119.2021.1901311>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DIBALA, R. et al. Tree density effects on soil, herbage mass and nutritive value of understory *Megathyrsus maximus* in a seasonally dry tropical silvopasture in Panama. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 741-753, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00628-4>.

DUARTE, S.M. Sombreamento contínuo e intermitente e a resposta produtiva e bromatológica das forrageiras *Megathyrsus maximus* e *Urochloa brizantha*. 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/ICAS-B9KQAS>. Acesso em: 17 mar. 2024.

DURR, P.A.; RANGEL, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated subcanopy environment: 2. soil x shade x water interaction. **Tropical Grasslands**, v.37, n.1, p.1-10, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/239522415_The_response_of_Panicum_maximum_to_a_simulated_subcanopy_environment_I_Soil_x_shade_interaction. Acesso em: 17 mar. 2024.

ECHEVERRIA, D.M.S. Massas de forragem e de raízes do capim-piatã submetido a intensidades de pastejo. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, 2013. Disponível em: [https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-ZOOTECNIA/Dissertação Diego Martins da Silva Echeverria.pdf](https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-ZOOTECNIA/Dissertação%20Diego%20Martins%20da%20Silva%20Echeverria.pdf). Acesso em: 17 mar. 2024.

ECHEVERRIA, D.M.S. Massas de forragem e de raízes do capim-piatã submetido a intensidades de pastejo. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, 2013. Disponível em: [https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-ZOOTECNIA/Dissertação Diego Martins da Silva Echeverria.pdf](https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-ZOOTECNIA/Dissertação%20Diego%20Martins%20da%20Silva%20Echeverria.pdf). Acesso em: 17 mar. 2024.

Embrapa Gado de Corte. Capim Tanzânia-1. Uma opção para a diversificação das pastagens. Campo Grande, MS, 1990. 1 **folder**. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/885/panicum-maximumcv-tanzania-1>. Acesso em: 17 mar. 2024.

Embrapa Gado de Corte. Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001. 5p. (Embrapa Gado de Corte. **Comunicado Técnico**, 69. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/325284/capim-massai-panicum-maximum-cv-massai-alternativa-para-diversificacao-de-pastagens>. Acesso em: 17 mar. 2024.

Embrapa Gado de Corte. Mombaça. Campo Grande, MS, 1993. 1 **folder**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168875/1/Novas-alternativas-de-cultivares-de-forrageira.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

Embrapa. Integração Lavoura Pecuária Floresta - **Portal Embrapa**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; PAES, J.M.V.; TEIXEIRA, R.M.A.; QUEIROZ, D.S.; PASCHOAL, J.J. Desempenho de bovinos da raça Gir em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetidos a diferentes manejos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.16, n.1, p.36-46, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000100004>. Acesso em: 17 mar. 2024.

FIGUEIREDO, C.C.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Oxisol no Cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.40, p.279–287, 2005. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Management-systems-on-nitrogen-absorption-by-corn-Figueiredo-Resck/c1f4bf526215af0e72991d6e5297552faf853b32>. Acesso em: 17 mar. 2024.

FILHO, F.M. et al. Aspectos produtivos e biomassa seca do feijão caupi agroecológico sob diferentes biofertilizantes, 2021. Doi: <10.21757/0103-3816.2021v33n1p55-62>. Acesso em: 17 mar. 2024.

FREIRE FILHO, F.R. et al. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. **Embrapa Meio-Norte**. 2011. 80 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/916831/fejao-caupi-no-brasil-producao-melhoramento-genetico-avancos-e-desafios>. Acesso em: 17 mar. 2024.

FREIRE FILHO, F.R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: Araújo, J.P.P. de; Watt, E.E. (Org.). O caupi no Brasil. **Embrapa**, p.26-46, 1988. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/51601>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. et al. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guinegrass (*Panicum maximum* cv. Mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, n.12, p.1657-1664, 2017. Doi: <10.21475/ajcs.17.11.12.pne907>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GARRIDO, M.S.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.D.S.B.; MARQUES, T.R.R.; OLSZEWSKI, N. Acumulação e recuperação aparente de N, P e K após a incorporação de Gliricidia e esterco em consórcio durante o cultivo de milho–feijão-caupi–algodão. **Nut. Cycl. Agroecosyst.**, v.107, p.187–196, 2017. DOI: <10.1007/s10705-017-9828-z>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GBAGUIDI, A.A. et al. Connaissances endogènes et perceptions paysannes de l’impact des changements climatiques sur la production et la diversité du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) au Bénin. **Int. J. Biol. Chem. Sci.**, v.9, p.2520–2541, 2015. DOI: <10.4314/ijbcs.v9i5.23>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GOMES, R.A.; LEMPP, B.; JANK, L.; CARPEJANI, G.C.; MORAIS, M.G. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.2, p.205-211, 2011. Doi: <10.1590/S0100-204X2011000200013>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GOMES, R.A.; LEMPP, B.; JANK, L.; CARPEJANI, G.C.; MORAIS, M.G. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.2, p.205-211, 2011. Doi: <10.1590/S0100-204X2011000200013>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GONÇALVES, J.R.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; LIMA, L.G.D.; MENDES, C.Q.; FERREIRA, E.M. Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2032-2039, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000900023>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GUIMARÃES, F.G.; CIAPINA, A.L.; ANJOS, R.A.R.; SILVA, A.; PELA, A. Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura-pecuária. **Revista de Agricultura**

Neotropical, v.4, n.5, p.22-27, 2017. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2218>. Acesso em: 17 mar. 2024.

GUPTA, R.K. et al. Study on Genetic Variability in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v.33, n.2, p.1-8, 2019. DOI: <10.9734/CJAST/2019/v33i230057>. Acesso em: 17 mar. 2024.

HALL, A.E. Breeding for adaptation to drought and heat in cowpea. **European Journal of Agronomy**, 21, 447–454, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.07.005>. Acesso em: 17 mar. 2024.

HANISCH, A.L.; NEGRELLE, R.R.B.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; ALMEIDA, E.X. Produção, composição botânica e composição química de missioneira-gigante consorciada com leguminosas perenes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.11, n.1, p.60-66, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2OASGND>. Acesso em: 17 mar. 2024.

HERNITER, I.A.; MUÑOZ-AMATRIAÍN, M.; Close, T.J. Genetic, textual, and archeological evidence of the historical global spread of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). **Legume Science**, 3, 57, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.57>. Acesso em: 17 mar. 2024.

HERRERA, A.M. et al. Potencial de *Gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex Walp. e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. em sistemas silvipastoris consorciados com capim-braquiária [*Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster]. **Sistemas Agroflorestais**, v. 95, p. 1061-1072, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00625-7>.

HIREL, B.; TÉTU, T.; LEA, P.J.; DUBOIS, F. Improving nitrogen use efficiency in crops for sustainable agriculture. **Sustainability**, v.3, p.1452–1485, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su3091452>. Acesso em: 17 mar. 2024.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.21-58. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=318936&biblioteca=vazio&busca=autoria:"JANK,L"&qFacets=autoria:"JANK,L"&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=318936&biblioteca=vazio&busca=autoria:). Acesso em: 17 mar. 2024.

JANK, L.; ANDRADE, C.M.S. DE; BARBOSA, R.A.; MACEDO, M.C.M.; VALÉRIO, J.R.; VERZIGNASSI, J.; ZIMMER, A.H.; FERNANDES, C.D.; SANTOS, M.F.;

SIMEÃO, R.M. O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2017. 18p. (Embrapa Gado de Corte. **Comunicado Técnico**, 138. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1077416/o-capim-brs-quenia-panicum-maximum-jacq-na-diversificacao-e-intensificacao-das-pastagens>. Acesso em: 17 mar. 2024.

JANK, L.; SANTOS, M.F. Capim-BRS Tamani (*Panicum maximum* Jacq.). 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1137895/capim-brs-tamani-panicum-maximum-jacq-hibrido-de-maior-qualidade-porte-baixo-e-facil-manejo>. Acesso em: 17 mar. 2024.

KAPPIL, S.R.; ANEJA, R.; RANI, P. Decomposing the performance metrics of coconut cultivation in the South Indian States. **Humanities and Social Sciences Communications**, 8(1):1-8, 2021. DOI: <10.1057/s41599-021-00783-0>. Acesso em: 17 mar. 2024.

KICHEL, A.N.; COSTA, J.A.A.; ALMEIDA, R.G.; PAULINO, V.T. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPP): experiência no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, n.1, p.94-105, 2014. Doi: <10.17523/bia.v71n1p94>. Acesso em: 17 mar. 2024.

KICHEL, A.N.; COSTA, J.A.A.; ALMEIDA, R.G.; PAULINO, V.T. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPP): experiência no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, n.1, p.94-105, 2014. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/995520>. Acesso em: 17 mar. 2024.

LEAL, V.N. et al. Economic Results of Forage Species Choice in Crop–Livestock Integrated Systems. **Agriculture**, v.13, n.3, p.637, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture13030637>. Acesso em: 17 mar. 2024.

LIAN, Tao et al. A strong 2023/24 El Niño is staged by tropical Pacific Ocean heat content buildup. **Ocean-Land-Atmosphere Research**, v. 2, p. 0011, 2023. Disponível em: <https://www.doi.org/10.34133/olar.0011>.

LIANG, Q. et al. A view of the pan-genome of domesticated Cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). **The Plant Genome**, p. e20319, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/tpg2.20319>. Acesso em: 17 mar. 2024.

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. doi: 10.1590/0103-8478cr20160472.

MACEDO JÚNIOR, G.L.; ZANINE, A.M.; BORGES, I.; PÉREZ, J.R.O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v.17, n.7, p.7-17, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275340868_QUALIDADE_DA_FIBRA_PARA_A_DIETA_DE_RUMINANTES_Fiber_quality_for_ruminant_diets. Acesso em: 17 mar. 2024.

MAKUMBA, W.; AKINNIFESI, F.K.; JANSSEN, B.H. Spatial rooting patterns of gliricidia, pigeon pea and maize intercrops and effect on profile soil N and P distribution in southern Malawi. **Afr. J. Agric. Res.**, v.4, p.278–288, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/46383564>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MAMAN, N.; GARBA, M.; WORTMANN, C.S. Optimizing fertilizer use within the context of integrated soil fertility management in Niger. In: Wortmann, C.S.; Sones, K. (Eds.). **Fertilizer Use Optimization in Sub-Saharan Africa**, p.136–147, 2017. DOI: <10.1079/9781786392046.0136>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MARIN, A.M.P.; MENEZES, R.S.C.; SILVA, E.D.; SAMPAIO, E.V.D.S.B. Effects of Gliricidia sepium on soil nutrients, microclimate and maize yield in an agroforestry system in semi-arid Paraíba, Brazil. **Rev. Bras. Ciência Solo**, v.30, p.555–564, 2006. DOI: <10.1590/S0100-06832006000300015>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MARTINS, A.D.; SOUSA, L.F.; NÓBREGA, E.D.; DONIZETTI, J.G.S.; SANTOS, A.C.; SOUSA, J.T.L. Relação do nível de sombreamento artificial e da adubação sobre o desenvolvimento da forrageira Urochloa brizantha cv. Marandu. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.4, p.994-1005, 2014. DOI: <10.1590/S1519-99402014000400005>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MEDINILLA-SALINAS, L.; VARGAS-MENDOZA, M.D.C.; LÓPEZ-ORTIZ, S. et al. Growth, productivity and quality of Megathyrsus maximus under cover from Gliricidia sepium. **Agroforestry Systems**, v.87, n.4, p.891-99, 2013. Doi: <10.1007/s10457-013-9605-1>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC**

International, v.85, n.6, p.1217–1240, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12477183>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, p.64, p.1548-1558, 1987. Disponível em: <https://bit.ly/2PPUFtG>. Acesso em: 17 mar. 2024.

MIN, B.; HART, S. Tannins for suppression of internal parasites. **J Anim Sci**, v.81, n.14_suppl_2, p.E102–9, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237752448_Tannins_for_suppression_of_internal_parasites. Acesso em: 17 mar. 2024.

MOREIRA, E. D. S. Produtividade e Valor Nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. Piatã e Qualidade do Solo em Sistemas Silvopastoris na Região Central de Minas Gerais. 2018. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-BBYNA6/1/tese_elwira_daphinn_silva_moreira.pdf. Acesso em: 17 mar. 2024.

MUNTHALI, M.W. et al. Cowpea nutrient responses for Malawi and Tanzania. **Afr. J. Agric. Res.**, v.13, p.1026–1032, 2018. DOI: <10.5897/AJAR2018.13161>. Acesso em: 17 mar. 2024.

NANTES, N.N. et al. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, p.114-121, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000100015>. Acesso em: 17 mar. 2024.

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. doi: 10.1007/s10457-020-00590-7.

NASCIMENTO, V.V.F. do et al. Análise logística na produção de grãos no Brasil. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.], v.11, n.7, p.e47911730597, 2022. DOI: <10.33448/rsd-v11i7.30597>. Acesso em: 17 mar. 2024.

NEVES NETO, D.L.; SANTOS, A.C.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, P.M. Características morfogênicas e estruturais de *Urochloa* spp. sob manejo convencional e

consorciado com cereais. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.1, p.204-215, 2015. DOI: <10.1590/S1806-66902015000100024>. Acesso em: 17 mar. 2024.

NEVES, A.C. et al. Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar. **Circular Técnica** 51, 2011. p.15. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/905184>. Acesso em: 17 mar. 2024.

NICODEMO, M.L.F.; CASTIGLIONI, P.P.; PEZZOPANE, J.R.M.; THOLON, P.; CARPANEZZI, A.A. Reducing competition in agroforestry by pruning native trees. **Revista Árvore**, v. 40, p. 509-518, 2016. doi: 10.1590/0100-67622016000300014.

NTAMBO, M.S.; CHILINDA, I.S.; TARUVINGA, A.; HAFEEZ, S.; ANWAR, T.; SHARIF, R.; CHAMBI, C.; KIES, L. The effect of rhizobium inoculation with nitrogen fertilizer on growth and yield of soybeans (*Glycine max* L.). **International Journal of Biosciences**, v.10, p.163–172, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/10.3.163-172>. Acesso em: 17 mar. 2024.

NUWARAPAKSHA, T.D. et al. Gliricidia as a beneficial crop in resource-limiting agroforestry systems in Sri Lanka. **Indian Journal of Agroforestry**, v.25, n.1, p.12-18, 2023. Disponível em: <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJA/article/view/129957>. Acesso em: 17 mar. 2024.

OLIVEIRA, F.L.R.; CABACINHA, C.D.; SANTOS, L.D.T.; BARROSO, D.G.; SANTOS JÚNIOR, A.; BRANT, M.C.; SAMPAIO, R.A. Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta. **Cerne**, v.21, n.2, p.227-233, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01047760201521021489>. Acesso em: 17 mar. 2024.

OLIVEIRA, F.L.R.; MOTA, V.A.; RAMOS S.M.; SANTOS, L.D.T.; OLIVEIRA, N.J.F.; GERASEEV, L.C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e *Panicum maximum* cv. 'tanzânia' sob sombreamento. **Ciência Rural**, v.43, n.2, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000200026>. Acesso em: 17 mar. 2024.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A.; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agro tecnologia**. v.31, n.3, p.748-757, Junho 2007. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300022>. Acesso em: 17 mar. 2024.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.917-923, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700017>. Acesso em: 17 mar. 2024.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morphophysiology and nutritive value of signalgrass under natural shading and full sunlight. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 573-579, 2007. doi: 10.1590/S0100-204X2007000400016.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, n.3, p.590-600, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1056931/morphogenesis-biomass-and-nutritive-value-of-panicum-maximum-under-different-shade-levels-and-fertilizer-nitrogen-rates>. Acesso em: 17 mar. 2024.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, n.3, p.590-600, 2017. DOI: <10.1111/gfs.12264>. Acesso em: 17 mar. 2024.

PANDEY, C.B.; VERMA, S.K.; DAGAR, J.C.; SRIVASTAVA, R.C. Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. **Agroforestry Systems**, v. 83, p. 1-12, 2011. doi: 10.1007/s10457-011-9407-2.

PETERSON, C.A.; DEISS, L.; GAUDIN, A.C.M. Commercial integrated crop-livestock systems achieve comparable crop yields to specialized production systems: a meta-analysis. **PLoS One**, v.15: e0231840, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231840>. Acesso em: 17 mar. 2024.

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. doi: 10.1016/j.livsci.2022.104973.

PEZZOPANE, J.R.M. et al. Produção e valor nutritivo das pastagens em sistemas integrados de produção pecuária: sombreamento e efeitos do manejo. **Scientia Agrícola**, v. 77, p. e20180150, 2019. doi: 10.1590/1678-992X-2018-0150.

PEZZOPANE, J.R.M.; BOSI, C.; NICODEMO, M.L.F.; SANTOS, P.M.; CRUZ, P.G.; PARMEJANI, R.S. Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia**, v.74, n.1, p.110-119, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0334>. Acesso em: 17 mar. 2024.

POFFENBARGER, H.J.; SAWYER, J.E.; BARKER, D.W.; OLK, D.C.; SIX, J.; CASTELLANO, M.J. Legacy effects of long-term nitrogen fertilizer application on the fate of nitrogen fertilizer inputs in continuous maize. **Agric. Ecosyst. Environ.**, 2018. DOI: <10.1016/j.agee.2018.07.005>. Acesso em: 17 mar. 2024.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: **EMBRAPA Florestas**, 2009. Disponível em: <https://bit.ly/2Ag8i01>. Acesso em: 17 mar. 2024.

QUINTINO, A. DA C. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-piatã em sistema de integração lavoura-pecuária, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1061018/caracteristicas-morfogenicas-e-estruturais-do-capim-piata-em-sistema-de-integracao-lavoura-pecuaria>. Acesso em: 17 mar. 2024.

RAMOS-TREJO, O.S. et al. Crescimento, produtividade e qualidade de forragem de *Morus alba* L. e *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. em sistemas de bancos de forragem mistos e puros em Yucatán, México. **Sistemas agroflorestais**, v. 94, n. 1, pág. 151-157, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00378-4>.

REIS, J.C.; RODRIGUES, R.A.R.; CONCEIÇÃO, M.C.G.; MARTINS, C.M.S. Integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative. **Sustentabilidade em Debate**, v.7, n.1, p.58-73, 2016. Doi: <10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18061>. Acesso em: 17 mar. 2024.

RODRIGUES, G.S.; OLIVEIRA, P.; NOVAES, R.M.L.; PEREIRA, S.E.M.; NICODEMO, M.L.F.; SENA, A.L.; BELCHIOR, E.B.; ALMEIDA, M.R.M.; SANTI, A.; WRUCK, F.J. Avaliação de Impactos Ambientais de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta Conforme Contexto de Adoção. **Embrapa Informação Tecnológica**:

Brasília, Brazil, p. 38, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1070414/avaliacao-de-impactos-ambientais-de-sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-conforme-contexto-de-adocao>. Acesso em: 17 mar. 2024.

RODRIGUES, J.E.L.F. et al. Avaliação da produtividade de cultivares de feijão-caupi para cultivo no estado do Pará. **Embrapa (Boletim de pesquisa e desenvolvimento n 134)**, 2020. 24 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118414/avaliacao-da-produtividade-de-cultivares-de-feijao-caupi-para-cultivo-no-estado-do-para>. Acesso em: 17 mar. 2024.

ROMERO, N.; ARECHE, C.; CUBIDES-CÁRDENAS, J.; ESCOBAR, N.; GARCÍA-BELTRÁN, O.; SIMIRGIOTIS, M.J., et al. In vitro anthelmintic evaluation of *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, and *Pithecellobium dulce*: Fingerprint analysis of extracts by UHPLC-orbitrap mass spectrometry. *Molecules*, 2020. DOI: <10.3390/molecules25133002>. Acesso em: 17 mar. 2024.

ROWE, E.C.; VAN NOORDWIJK, M.; SUPRAYOGO, D.; HAIRIAH, K.; GILLER, K.E.; CADISCH, G. Root distributions partially explain ¹⁵N uptake patterns in *Gliricidia* and *Peltophorum* hedgerow intercropping systems. **Plant Soil**, v.235, p.167–179, 2001. DOI: <10.1023/A:1011961409353>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SACRAMENTO, A.M.H.; DE MENEZES, O.C.; BARROS, T.M. et al. Morphogenic and structural characteristics and chemical composition of grass aruana, submitted to nitrogen fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, v.40, n.6, p.3167-3180, 2019. Doi: <10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3167>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J.A.; CONCENCO, G.; SILVA, W.M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.190, p.70-79, 2014. Doi: <10.1016/j.agee.2013.09.023>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SANTIAGO-HERNÁNDEZ, F. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de quatro gramíneas dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* à sombra de *Melia azedarach* L. **Sistemas Agroflorestais**, v.90, p.339-349, 2016. Doi: <10.1007/s10457-015-9858-y>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SANTOS, A.X. Fracionamento de carboidratos e proteínas, cinética de degradação ruminal in vitro pela técnica de produção de gás, de rações suplementares contendo torta

de girassol. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p.234-242, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2Af1GiC>. Acesso em: 17 mar. 2024.

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. doi: 10.1016/j.agee.2016.08.026.

SANTOS, D.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V.B.; FRANÇA, A.F.S. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.233, p.16-24, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.026>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SANTOS, F.; PONCE MORAIS CERQUEIRA, A.; BRANCO, A.; JOSÉ MOREIRA BATATINHA, M.; BORGES BOTURA, M. Anthelmintic activity of plants against gastrointestinal nematodes of goats: A review. **Parasitology**, v.146, n.10, p.1233–46, 2019. DOI: <10.1017/S0031182019000672>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SANTOS, M.M. et al. Comportamento de duas cultivares de feijão-caupi quanto ao uso de correção da acidez do solo. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.8, p.80586-80595, 2021. Disponível em: https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2946/1/TCC2_OLAVOPIMENTELdocx.pdf. Acesso em: 17 mar. 2024.

SANTOS, V.A.C. Características morfogênicas, estruturais e produtivas do capim-piatã 30 em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no cerrado. 2011. 56 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)** - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Cuiabá, 2011. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/1548>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G.; VALLE, C.B. DO. Breeding Panicum maximum in Brazil: 1. Genetic resources, modes of reproduction and breeding procedures. **Euphytica, Wageningen**, v.41, p.107-112, 1989. Doi: <10.1007/BF00022419>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SAWITRI, D.H., et al. Evaluation of Gamal Leaves (Gliricidia Sepium) as Anthelmintic Forages Against Gastrointestinal Nematodes in Sheep. In: 1st International Conference for Health Research–BRIN (ICHR 2022). **Atlantis Press**, p. 880-890, 2023. DOI: <10.2991/978-94-6463-112-8_80>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SILVA, F.M. et al. Desempenho de feijão-caupi influenciado por populações e espaçamentos distintos no sudeste do Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.2, p.110-117, 2020. DOI: <10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0013>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SILVA, J. A. A. DA; NETO, F. DE P. Princípios básicos de dendrometria. Recife: UFRPE, 1979. Disponível em: <https://encr.pw/jHAoJ>. Acesso em: 17 mar. 2024

SILVA, J.L.; RIBEIRO, K.G.; HERCULANO, B.N.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, R.C.; SOARES, L.F.P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de brachiaria e panicum. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.3, p.342-348, 2016. Doi: <10.1590/1089-6891v17i332914>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SILVA, J.L.; RIBEIRO, K.G.; HERCULANO, B.N.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, R.C.; SOARES, L.F.P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de brachiaria e panicum. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.3, p.342-348, 2016. Doi: <10.1590/1089-6891v17i332914>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SILVA, M. et al. Capim-piatã em sistema de integração pecuária-floresta: **revisão de literatura**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2721>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SILVA, M.V.P. Desempenho agrônômico do feijão-caupi sob diferentes populações de plantas com e sem e deficiência hídrica, em sistema convencional e plantio direto. [s.1], 2017. 74 f. **Dissertação**. Universidade Federal do Piauí, Piauí. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165144/1/Dissertacao-Marcos.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SIQUEIRA, P.L.; SILVA, P.S.; SILVA, K.E.; OLIVEIRA, V.R.D.; DANTAS, I.M.; OLIVEIRA, F.H. Fertilidade do solo sob a copa de espécies arbóreas submetidas a densidades de plantio. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, 2014. DOI: <10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p914-919>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SOARES, A.B.; BERNARDON, A.; AIOLFI, R.B. Forage yield, rate of CO₂ assimilation, and quality of temperate annual forage species grown under artificial shading conditions. **Ciencia Rural**, v.46, p.1064-1069, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141779>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SOARES, A.B.; BERNARDON, A.; AIOLFI, R.B. Forage yield, rate of CO₂ assimilation, and quality of temperate annual forage species grown under artificial shading conditions. **Ciencia Rural**, v.46, p.1064-1069, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141779>. Acesso em: 17 mar. 2024.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.P. Nutritional evaluation of “Braquiaraõ” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v. 79, p. 189-199, 2010. doi: 10.1007/s10457-010-9297-8.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.M.; GONÇALVES, L.C.G.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Avaliação nutricional do capim ‘Braquiaraõ’ em associação com árvores de Aroeira em um sistema silvipastoril. **Agroforestry Systems**, v.79, n.2, p.189-199, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2CdHbCF>. Acesso em: 17 mar. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. FISILOGIA VEGETAL. Universitat Jaume I, 2007. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=7QIbYg-OC5AC>. Acesso em: 14 jun. 2024.

TOLENTINO, D.C.; RODRIGUES, J.A.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.D.; MOURA, M.M.A. Qualidade da silagem de diferentes genótipos de sorgo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.38, n.2, p.143-149, 2016. DOI: <10.4025/actascianimsci.v38i2.29030>. Acesso em: 17 mar. 2024.

TREVISAN, A.C.D.; ABREU, A.M.; NICOLAU, V.R.V. et al. Quintais agroflorestais para a produção de frutos de Juçara em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.14, n.4, p.102-112, 2019. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23067/14264>. Acesso em: 17 mar. 2024.

TUFFI SANTOS, L.D.; CRUZ, L.R.; SANTOS, S.A.; SANTOS B.F.; SANTOS, B.F.S.; SANTOS I.T.; OLIVEIRA, A.M.; BARROS, R.E.; SANTOS, M.V.; FARIA, R.M. Plasticidade fenotípica de *Neonotonia wightii* e *Pueraria phaseoloides* cultivadas sob diferentes intensidades de luz. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.87, p.519-528, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140017>. Acesso em: 17 mar. 2024.

VALANI, G.; FACHIN, M.A.; SILVA, L.; BOVI, R.; COOPER, M. Avaliações da qualidade do solo em sistemas integrados de cultivo–pecuária–floresta: **Uma revisão**.

Soil Use Manag., v.37, p.22–36, 2020. DOI: <10.1111/sum.12667>. Acesso em: 17 mar. 2024.

VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J. DA C.; MOREIRA, P.; JANK, L.; SALES, M.F.L. Capim-massai (*Panicum maximum* Jacq.): nova forrageira para a diversificação das pastagens no Acre, 2001. **Circular Técnica** 41. Embrapa Acre. 16p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/498476>. Acesso em: 17 mar. 2024.

VALLADARES, F.; NIINEMETS, Ü. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v.39, p.237–257, 2008. DOI: <10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173506>. Acesso em: 17 mar. 2024.

VARGAS, B.R. Pastures and Forages. **Agricultural Technology Series** 6. Colombian Institute for the Promotion of Higher Education (ICFES). Editorial Guadalupe, Bogota', Colombia, 2002.

VASCONCELOS, E.C.G. et al. Morphogenesis and biomass production of 'BRS Tamani' guinea grass under increasing nitrogen doses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, 2020. doi: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01235>.

VIAFARA, B.; CLAVERO, T.; ARAUJO-FEBRES, O. Efecto del sombreado de samán (*Pithecelobium saman* Jacq. (Benth)) sobre el crecimiento y desarrollo del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.5, p.39-41, 1997. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/PF-14.-EFECTO-DEL-SOMBREAMIENTO-DE-SAMÁN-saman-EL-Y-Viáfara-Clavero/26aa49cf01958d55f8c3c90b134aad529df15990>. Acesso em: 17 mar. 2024.

VIEIRA, M.U.A.; PORTO, E.M.V.; ALVES, D.D.; GONÇALVES, V.D.; MATSUI, J.M.; MAGALHÃES, C.G. Características morfogênicas e estruturais de três gramíneas forrageiras submetidas a diferentes níveis de sombreado. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.4, p.51-58, 2014. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/498>. Acesso em: 17 mar. 2024.

WAFAEY, Aya Ahmed et al. Uma visão geral sobre *Gliricidia sepium* no aspecto farmacêutico: um artigo de revisão. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 66, n. 1, p. 479-496, 2023. DOI: 10.21608/ejchem.2022.129184.5713.

WASSELAI, J.H.T. et al. Produção de forragem e características agronômicas de capim-Piatã sob doses de nitrogênio. *Boletim de Indústria Animal*, v.77, p.1-14, 2020. Doi: <10.17523/bia.2020.v77.e1473>. Acesso em: 17 mar. 2024.

WILSON, J.R. Crescimento estimulado pela sombra e absorção de nitrogênio por gramíneas de pastagem em um ambiente subtropical. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.47, n.7, p.1075-1093, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/AR9961075>. Acesso em: 17 mar. 2024.

WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. *Tropical Grasslands*, v. 32, p. 209-220, 1998. Disponível em: https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_32_1998/Vol_32_04_98_pp209_220.pdf.

WOLZ, K.J.; DELUCIA, E.H. Alley cropping: Global patterns of species composition and function. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v.252, p.61–68, 2018. DOI: <10.1016/j.agee.2017.10.005>. Acesso em: 17 mar. 2024.

ZHU, S.; VIVANCO, J.M.; MANTER, D.K. A taxa de fertilizante nitrogenado afeta a exsudação radicular, o microbioma da rizosfera e a eficiência do uso de nitrogênio do milho. *Appl. Soil Ecol.*, v.107, p.324–333, 2016. DOI: <10.1016/j.apsoil.2016.07.009>. Acesso em: 17 mar. 2024.