

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E  
TECNOLÓGICAS CAMPUS DE DRACENA**

**Julia Paschoareli Ferro Duarte**  
Zootecnista

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSÓRCIOS ENTRE  
SORGO FORRAGEIRO, BRS GUATÃ E MISTURA DE  
BRAQUIÁRIAS**

Dracena/SP  
2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E  
TECNOLÓGICAS CAMPUS DE DRACENA**

**Julia Paschoareli Ferro Duarte**  
Zootecnista

**UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES CONSÓRCIOS ENTRE  
SORGO FORRAGEIRO, BRS GUATÃ E MISTURA DE  
BRAQUIÁRIAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador(a): Profa. Dra. Cristiana Andrighetto

Dracena/SP  
2025

FICHA CATALOGRÁFICA  
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação  
Campus de Dracena

D812u            Duarte, Julia Paschoareli Ferro  
                    Utilização de diferentes consórcios entre sorgo forrageiro,  
                    BRS Guatã e mistura de braquiárias. -- Dracena: [s.n.], 2025.  
                    48 f. : il.

                    Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
                    (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas,  
                    Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2025.

                    Orientadora: Cristiana Andrighetto

                    1. Plantas forrageiras. 2. Leguminosa. 3. Sorgo. I. Título.

Bibliotecário Fábio S. Rosas  
CRB 8/6665

### **IMPACTO ESPERADO NA SOCIEDADE**

O consórcio de gramíneas e leguminosas em sistemas integrados podem aumentar a oferta de forragem, melhorar atributos do solo e reduzir a dependência de N mineral. Isso eleva a eficiência do uso da terra, diminui custos e impactos ambientais, e reforça renda rural e segurança alimentar.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA  
DISSERTAÇÃO:

Utilização de diferentes consórcios entre Sorgo Forrageiro, BRS  
Guatã e mistura de braquiárias.

**AUTORA: JULIA PASCHOARELI FERRO DUARTE**

**ORIENTADORA: CRISTIANA ANDRIGHETTO**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências, pela  
Comissão Examinadora:



Profa. Assoc. CRISTIANA ANDRIGHETTO (Participação Presencial)  
Departamento de Produção Animal - DPA / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT -  
Unesp - Câmpus de Dracena



Prof. Dr. RONALDO CINTRA LIMA (Participação Presencial)  
Departamento de Produção Vegetal - DPV / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT -  
Unesp - Câmpus de Dracena



Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS (Participação Presencial)  
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Agência Paulista de Tecnologia dos  
Agronegócios (APTA) - Andradina/SP

Dracena, 07 de fevereiro de 2025

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Julia Paschoareli Ferro Duarte é técnica em Química (2014) pela Centro de Educação Profissional (CEP - UME) e graduada em Zootecnia (2022) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Unesp (Câmpus de Dracena). Ao longo da graduação, participou do NUPPE – Núcleo de Pesquisa e Extensão em Pastagem e Bovinocultura de Corte, desenvolvendo atividades acadêmicas vinculadas à pesquisa e extensão na área de pastagens e bovinocultura de corte. Em 2022, realizou estágio na Universidade da Geórgia, fortalecendo sua formação técnico-científica e sua experiência em ambiente internacional. Seus interesses e experiência acadêmica concentram-se em temas relacionados à produção animal, manejo de pastagens e sistemas de produção de bovinos de corte.

## DEDICATÓRIA

Ao meu padrasto Victor Eloy da Fonseca,  
por ser o meu maior incentivador nesse desafio.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por me dar saúde e suporte para terminar mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, Fernanda e Victor e Giovane e Renata, por sempre estarem ao meu lado e embarcarem comigo em todos os desafios, muito obrigada. Serei eternamente grata. As minhas irmãs Manuela e Sarah por serem sempre minhas companheiras. Também estendo esse agradecimento a toda a minha família, principalmente aos meus avós Maria Clara e Jair por acreditarem em mim.

Ao meu namorado Matheus, por sempre me apoiar e estar ao meu lado, muito obrigada por tudo.

A minha orientadora Cristiana, que é como se fosse uma mãe não só para mim, mas para todos os orientados. Não tenho palavras suficientes para agradecer. Sempre pronta para orientar, ensinar e fazer com que tudo dê certo. Gratidão!

Agradeço equipe do setor de Bovinocultura de Corte por toda ajuda e companheirismo. Aos funcionários de campo da UNESP, muito obrigada. Agradeço principalmente aos amigos, Kailaine, Gabriel, Alan, Jonas pela ajuda no projeto.

Ao professor Gelci e toda sua equipe de trabalho, muito obrigada.

As minhas amigas que o mestrado me trouxe, Carol, Flávia, Kátia, Laura, Gabriela e Lucila, que fizeram o caminho ser mais leve e divertido, muito obrigada. Que a nossa amizade ultrapasse décadas.

A Facholi, pela disponibilização das sementes usadas no experimento.

A Unesp Dracena, desde funcionários do administrativo até os docentes, agradeço por tudo, principalmente pelo espaço e estrutura cedidos para o desenvolvimento do projeto.

Obrigada a todos que direta ou indiretamente fizeram parte desse processo.

## RESUMO

O consórcio entre culturas, gramíneas e leguminosas, surge como uma alternativa sustentável para sistemas de produção agropecuária (SIPA). O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), é uma opção vantajosa em regiões tropicais e é menos exigente sob condições climáticas adversas. O consórcio do sorgo com gramíneas com leguminosas agrega ainda mais benefícios aos SIPAs, especialmente pela capacidade das leguminosas de fixar nitrogênio atmosférico o que reduz significativamente os custos com fertilizantes nitrogenados, melhora a fertilidade do solo e aumenta a produção de forrageiras. O objetivo do trabalho foi determinar a melhor estratégia de consorciação do sorgo forrageiro com o BRS Guatã e mistura de braquiárias (*U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Xaraés e *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás), avaliando a produção e composição morfológica e bimatológica das espécies utilizadas, bem como as características químicas do solo após a utilização dos consórcios. O delineamento foi em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos avaliados foram: Tratamento 1: Sorgo solteiro; Tratamento 2: Sorgo em consórcio com o BRS Guatã; Tratamento 3: Sorgo em consórcio com o mistura de forrageiras composta por 40% capim-marandu 30% capim-paiaguás 30% capim-xaraés (MPX) e Tratamento 4: Sorgo em consórcio entre BRS Guatã e o mistura de forrageiras composta por 40% capim-marandu 30% capim-paiaguás 30% capim-xaraés (MPX). Nos tratamentos com sorgo foram avaliadas as características agrônomicas e produtivas como: altura de planta; comprimento da panícula; diâmetro basal de colmo. Para as braquiárias e o BRS Guatã foram feitas as avaliações de produtividade, composição morfológica e bromatológica. O sorgo solteiro consorciado com Guatã apresenta menor produtividade, entretanto no consórcio do sorgo com a mistura de forrageiras com e sem o BRS Guatã as produtividades são iguais ao sorgo solteiro. A produção do BRS Guatã e a composição morfológica, são as mesmas quando em consórcio com o sorgo e consórcio com sorgo mais a mistura de forrageiras. As forrageiras do MPX sofreram com a competição entre culturas, apresentando menores produções de massa seca de forragem quando consorciadas com o sorgo, e a introdução do BRS Guatã no consórcio reduziu ainda mais as produções.

**Palavras-chave:** Plantas Forrageiras. Leguminosa. Sorgo.

## ABSTRACT

The consortium between crops, grasses, and legumes emerges as a sustainable alternative for integrated crop-livestock production systems (ICLPS). Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is an advantageous option in tropical regions, as it demands less under adverse climatic conditions. The combination of sorghum with grasses and legumes brings additional benefits to ICLPS, especially due to the ability of legumes to fix atmospheric nitrogen, significantly reducing nitrogen fertilizer costs, improving soil fertility, and increasing forage production. The objective of this study was to determine the best strategy for intercropping forage sorghum with BRS Guatã and a mix of brachiarias (*Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Xaraés, and *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás), evaluating the production, morphological and bromatological composition of the species used, as well as the chemical characteristics of the soil after using these intercropping systems. The experimental design was a randomized block design with four treatments and six replicates. The treatments evaluated were: Treatment 1: Sole sorghum; Treatment 2: Sorghum intercropped with BRS Guatã; Treatment 3: Sorghum intercropped with a forage mix composed of 40% Marandu grass, 30% Paiaguás grass, and 30% Xaraés grass (MPX); Treatment 4: Sorghum intercropped with BRS Guatã and a forage mix composed of 40% Marandu grass, 30% Paiaguás grass, and 30% Xaraés grass (MPX). In the sorghum treatments, agronomic and productive characteristics were evaluated, such as plant height, panicle length, and basal stem diameter. For the brachiarias and BRS Guatã, productivity, morphological and bromatological composition were assessed. Sole sorghum intercropped with Guatã showed lower productivity; however, sorghum intercropped with the forage mix, with or without BRS Guatã, achieved productivity levels similar to sole sorghum. The production and morphological composition of BRS Guatã were consistent whether intercropped with sorghum alone or sorghum with the forage mix. The MPX forage species suffered from competition between crops, showing lower dry forage mass production when intercropped with sorghum, and the inclusion of BRS Guatã in the consortium further reduced production levels.

**Key-words:** Forage plants. Legumes. Sorghum.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
	2.1 Contextualização da Agricultura Sustentável e da Integração Lavoura-pecuária .....	12
	2.2 Aplicação de Técnicas de Consorciação .....	14
	2.3 Utilização de Leguminosas em Sistemas de Integração .....	16
	2.4 Consórcio Entre Culturas, Forrageiras e Leguminosas .....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
	3.1 Características da Localização do Experimento .....	18
	3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental .....	18
	3.3 Plantio das Culturas e Preparo do Solo .....	19
	3.4 Avaliações do experimento .....	25
	3.4.1 Avaliações do sorgo .....	25
	3.4.2 Avaliação das braquiárias e da cultivar BRS Guatã .....	26
	3.4.3 Avaliação do solo .....	28
	3.5 Análise Estatística .....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
	5.1 Produtividade, Características Agronômicas e Análise Bromatológica do Sorgo .....	35
	5.2 Composição Morfológica, Produção de Massa Seca e Análise Bromatológica do BRS Guatã .....	37
	5.3 Produção e Análise Bromatológica do Mix MPX .....	38
	5.4 Características do Solo .....	39
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial mundial, totalizando cerca de 234,4 milhões de bovinos (IBGE, 2023), consolidando-se como o principal exportador de carne e o segundo maior produtor global (ABIEC, 2024). No entanto, a pecuária nacional enfrenta desafios significativos, especialmente devido à degradação das pastagens, que compromete a produtividade, reduz a competitividade em algumas regiões e, em certos casos, leva à substituição da atividade pecuária por culturas mais lucrativas (Dias Filho *et al.*, 2023).

Nesse contexto, os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPAS) têm se destacado como uma alternativa promissora para aliar sustentabilidade e aumento de produtividade. A integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais em uma mesma área promove a recuperação de solos degradados, otimiza o uso de recursos naturais e reduz os impactos ambientais negativos, além de proporcionar ganhos econômicos significativos. Entre os SIPAS, a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) é especialmente eficaz na recuperação de áreas de baixa produtividade (Torres *et al.*, 2018).

Culturas como o sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) têm se mostrado vantajosas nesse processo, especialmente em regiões tropicais com baixa pluviosidade, onde o milho apresenta menor eficiência. O sorgo, por ser menos exigente em fertilidade do solo, contribui para a recuperação e oferece uma alternativa produtiva em condições adversas (Chaithanya *et al.*, 2020; Alvarenga *et al.*, 2019). Paralelamente, a utilização de plantas de cobertura, como as braquiárias, é essencial para a conservação do solo, pois elas fornecem matéria orgânica e melhoram sua estrutura por meio de sistemas radiculares agressivos (Cunha *et al.*, 2011).

Gramíneas do gênero *Urochloa* são amplamente utilizadas nas pastagens brasileiras devido à sua adaptabilidade, rápido estabelecimento e contribuição para a estruturação do solo. Elas promovem a formação de agregados estáveis, macroporosidade e canais, além de manterem a produção de forragem de qualidade durante a estação chuvosa e razoável no período seco (Salton *et al.*, 2014; Machado *et al.*, 2010). A mistura de diferentes gramíneas, baseada no princípio da complementariedade entre espécies, aumenta a produtividade e a resiliência do sistema, sendo uma estratégia eficaz para diversificar e melhorar os pastos (Barbosa *et al.*, 2018).

O ponto importante para o sucesso do consórcio é a compatibilidade das cultivares, o crescimento inicial mais lento da *U. brizantha* cv. Marandu, e da *U. brizantha* BRS Paiaguás nos sistemas de ILP reduzem a competição com a lavoura. Além disso, BRS Paiaguás garante um bom crescimento no final do período seco, ofertando massa de forragem com qualidade repercutindo no ganho de peso (Valle *et al.*, 2013). A adição da *U. brizantha* cv Xaraés no sistema de consórcio contribuirá com o aumento da produção de massa e por esta forrageira apresentar um florescimento mais tardio, manterá o valor nutritivo do pasto por mais tempo, favorecendo a produção animal (Valle *et al.*, 2004).

O consórcio de gramíneas com leguminosas agrega ainda mais benefícios aos SIPAS, especialmente pela capacidade das leguminosas de fixar nitrogênio atmosférico por meio de sua simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Essa fixação reduz significativamente os custos com fertilizantes nitrogenados, melhora a fertilidade do solo e aumenta a produção de forrageiras, contribuindo para a maior capacidade de suporte das pastagens (Martins *et al.*, 2015). Além disso, o consórcio diversificado entre lavoura, braquiárias e leguminosas combina vantagens: a lavoura garante a produção de silagem, as gramíneas diversificam e melhoram a capacidade produtiva do pasto, e as leguminosas incrementam o valor nutritivo da pastagem, promovendo uma recuperação mais sustentável das áreas degradadas.

Assim o trabalho tem como objetivo determinar a melhor estratégia de consorciação do sorgo forrageiro com o BRS Guatã e mistura de braquiárias (*U. brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Xaraés e *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás), avaliando a produção e composição morfológica e botânica das espécies utilizadas, bem como as características químicas do solo após a utilização dos consórcios.

## **2 Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Contextualização da Agricultura Sustentável e da Integração Lavoura-pecuária**

Mesmo com os progressos significativos na geração de tecnologia em produção de forragem e manejo de áreas de pastagens, o potencial de produção animal, frente à capacidade produtiva de gramíneas forrageiras no Brasil ainda não foi

alcançado. Isso se deve em parte ao manejo inadequado, que na maioria dos casos é realizado de forma negativa.

O Brasil é um dos maiores produtores de bovinos a pasto, sendo uma vantagem econômica e prática de criação e manejo para esses animais (Ferraz; Felício, 2010). O abate de bovinos voltou a crescer em 2022 depois de dois anos seguidos de queda. Foram 29,80 milhões de cabeças no ano passado, aumento de 7,5% frente ao ano anterior, ou 2,09 milhões de cabeças a mais. (IBGE, 2023). Porém, o mau hábito de manejo, devido a falta de manutenção de fertilidade, tem sido um limitante para a pecuária, afetando diretamente a capacidade de produção dessas áreas (Macedo, 2005; Ferreira, *et al.*, 2008).

A perda da produtividade e fertilidade do solo prejudica a produção de alimentos, que deveria suprir um aumento de 60% na produção de alimentos até 2030 (FAO, 2015). Um estudo da LAPIG, feito no Brasil, identificou 69 milhões de hectares de pastagens com degradação moderada ou severa no país. A baixa fertilidade natural dos solos, a falta de adubação de manutenção, o pastejo excessivo, o qual expõe e compacta o solo, bem como, os periódicos ataques de pragas estão entre os fatores que explicam o declínio da produtividade destas pastagens. (Soares Filho *et al.*, 2008). O monocultivo e manejo inadequado do solo diminuíram os estoques de carbono, degradando cada vez mais o solo. (Guarnieri *et al.*, 2019)

Em sistemas integrados de produção, vários autores têm relatado melhorias dos atributos químicos e físicos do solo (Marchão *et al.*, 2007; Macedo, 2009; Spera *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2011; Anghinoni *et al.*, 2013).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária contribuem para a redução de áreas degradadas e promovem a recuperação de pastagens, além de diversificar as áreas atualmente plantadas com capim-marandu (Costa *et al.*, 2016). Assim, promovendo benefícios ao solo, plantas e animais, por explorarem o sinergismo entre seus componentes. Além de maior produtividade, proporcionam incremento dos teores de matéria orgânica e maior quantidade de C orgânico e N (Loss *et al.*, 2011). A recuperação de pastagens é de suma importância e com adição de novas leguminosas são positivas, pois diminuem a dependência de fertilizantes nitrogenados e de suplemento mineral proteinado. (Oliveira *et al.*, 2020).

Alguns autores mostram que solos degradados apresentaram baixo nível de matéria orgânica do solo, dessa forma é essencial esse aumento para a manutenção desse solo, e a inclusão de novas plantas pode ser uma solução, dessa forma, pode-

se considerar o aumento do sequestro de carbono com o tempo, por meio de sua recuperação (Siqueira *et al.*, 2008; Silva; Mendonça, 2007).

Para produzir de forma eficiente e competitiva em sistemas pecuários baseados em pastagens, deve-se compreender que a produção animal nesses sistemas é o resultado de três etapas interdependentes: crescimento, utilização e conversão da forragem em produto animal (Hodgson, 1990).

Galharte e Crestana (2010) encontraram efeitos satisfatórios da ILP para a conservação ambiental. Segundo Salton *et al.*, 2014, sistemas de integração se destacam com a ciclagem de nutrientes.

## 2.2 Aplicação de Técnicas de Consorciação

O gênero *Urochloa* é amplamente cultivado no Brasil, reconhecido por sua alta produtividade e resistência. Muitas áreas ocupadas por capins nativos estão sendo substituídas por espécies de *Urochloa*, devido ao baixo desempenho dos capins nativos em termos de produção de matéria seca (MS) e teor de proteína bruta (PB). Essa limitação impacta diretamente a produção animal, resultando em menor ganho de peso, maior tempo para o abate e baixos índices de natalidade (Paulino *et al.*, 2002).

De acordo com Silva (2020), a produção do capim-paiaguás apresentou resultados positivos em sistemas forrageiros, sendo uma alternativa viável para consorciação com sorgo, auxiliando na recuperação e formação de pastagens. Uma das principais vantagens do capim-paiaguás em sistemas integrados é sua adaptabilidade a diferentes níveis tecnológicos, além de apresentar boa produção de forragem mesmo em condições de baixo índice pluviométrico (Costa, 2016; Santos *et al.*, 2016). A utilização de sistemas de integração lavoura-pecuária é uma técnica eficiente e de baixo custo para a recuperação e formação de pastagens, atendendo às demandas da produção animal (Silva *et al.*, 2020).

O sistema Barreirão é uma abordagem agroecológica que utiliza barreiras vegetativas, compostas por leguminosas e outras forrageiras, para controlar a erosão e melhorar a fertilidade do solo. Essas barreiras promovem a infiltração de água, aumentam a matéria orgânica e favorecem a biodiversidade (Torres *et al.*, 2018).

A versatilidade do sorgo (*Sorghum bicolor* Moench) permite seu cultivo em todo o Brasil, sendo amplamente utilizado na pecuária como forragem para pastejo,

silagem ou ração, especialmente em regiões com déficit hídrico. Diferentemente do milho, que demanda maior pluviosidade, o sorgo se destaca pela sua resiliência em condições adversas (Silva, 2015; Albuquerque *et al.*, 2011). Silva *et al.* (2022) observaram que, em sistemas consorciados de pastagens, houve aumento nos valores de carbono total, nitrogênio total, carbono da biomassa microbiana e nitrogênio da biomassa, com destaque para as consorciações com leguminosas, que apresentaram benefícios independentes das gramíneas associadas.

Segundo Rebonatti (2023), o uso do feijão guandu para produção de silagem na entressafra resultou em maior produtividade de grãos de soja, sendo uma estratégia eficiente para recuperação de solos degradados e geração de renda. As leguminosas, como o feijão guandu, aumentam a disponibilidade de nitrogênio inorgânico no solo, beneficiando as culturas subsequentes (Cordeiro *et al.*, 2022).

Estudos de Silva *et al.* (2018) demonstraram que o consórcio de feijão guandu com milho não afetou o número de espigas por planta e ainda aumentou a biomassa total em comparação a sistemas com milho e braquiária. Isso evidencia o potencial do guandu em melhorar a fertilidade do solo e a produtividade sem prejuízos à cultura do milho. A cultivar BRS Guatã, uma variedade de guandu de menor porte (cerca de 1 m de altura) e florescimento precoce (90 dias após a emergência), é uma excelente opção para integração lavoura-pecuária, sendo eficiente no controle de nematoides e de fácil manejo (Godoy *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2020).

A integração de leguminosas na fase de pastejo promove a ciclagem constante de nutrientes, favorecendo a fertilidade do solo e o desenvolvimento das plantas (Assmann *et al.*, 2017; Damian *et al.*, 2021). Schultze-Kraft (2018) destacou os benefícios ambientais das leguminosas forrageiras tropicais, como a conservação do solo e a melhoria de suas propriedades químicas, físicas e biológicas. O consórcio de leguminosas arbustivas com pastagens tropicais é uma estratégia eficiente para a recuperação de áreas degradadas, promovendo maior produção e qualidade da forragem, além de contribuir para o equilíbrio do microclima e a retenção de umidade do solo (Melloni *et al.*, 2018). Cultivares de porte baixo e precoce, como o guandu, são especialmente indicadas para recuperação de pastagens, permitindo a oferta de forragem em menor tempo, especialmente no início da estação seca (Oliveira *et al.*, 2020).

Rebonatti (2023) também destacou a consorciação de soja com milheto para silagem como uma alternativa eficiente para viabilizar a produção de grãos em áreas

degradadas. O uso de culturas com baixa capacidade de ciclagem de nutrientes, como milho e sorgo, pode reduzir a produtividade em longo prazo devido ao balanço negativo de nutrientes no solo (Cordeiro *et al.*, 2021a; Cordeiro *et al.*, 2022). Por fim, alguns estudos relatam uma redução de cerca de 5% na produtividade do milho consorciado com forrageiras (Aidar, 2003; Freitas *et al.*, 2012). No entanto, outros trabalhos não identificaram diferenças significativas na produtividade entre milho em monocultivo e em consórcio.

### **2.3 Utilização de Leguminosas em Sistemas de Integração**

O uso de forrageiras em sistemas de produção contribui para uma maior produtividade de matéria seca e uma eficiência aprimorada na reciclagem de nutrientes. As gramíneas forrageiras possuem um sistema radicular agressivo, que possibilita a exploração de um maior volume de solo, aumentando a profundidade das raízes e aproveitando a adubação residual presente no solo (Crusciol *et al.*, 2015).

A introdução de espécies forrageiras em sistemas de produção de grãos melhora o desempenho produtivo, além de possibilitar a formação de palhada de qualidade em práticas como o plantio direto ou na recuperação de pastagens, intensificando a produção por área (Gonçalves *et al.*, 2013).

De acordo com Almeida *et al.* (2012), o consórcio de pastagens forrageiras com culturas anuais é eficiente e economicamente vantajoso para a renovação de pastagens. Após a colheita da cultura principal, o pasto formado pode ser utilizado durante a estação seca, período em que os produtores brasileiros frequentemente enfrentam dificuldades de produção. Esse manejo assegura uma boa quantidade de forragem para a alimentação animal durante o inverno (Silva *et al.*, 2016).

O consórcio de capim-marandu com milho é uma alternativa viável para recuperar pastagens degradadas e promover uma produção eficiente (Neves Neto *et al.*, 2015). Uma das vantagens desse consórcio é a competição controlada, onde as plantas altas de milho exercem efeito supressor sobre outras espécies. A altura de inserção das espigas permite a colheita sem dificuldades, já que cortes mais altos na plataforma reduzem os riscos de entupimento (Alvarenga *et al.*, 2006). Bianco *et al.* (2005) destacam que, em consórcios desse tipo, há diferenças nos ciclos de maturação entre as culturas. O milho, por exemplo, possui um ciclo anual e

crescimento rápido, enquanto as forrageiras apresentam ciclo perene e desenvolvimento mais lento.

## **2.4 Consórcio entre Culturas, Forrageiras e Leguminosas**

No intuito de recuperar e renovar as pastagens, a integração lavoura-pecuária mostra-se como uma solução viável pois a cultura comercial cobre os custos da renovação, além do melhor aproveitamento dos insumos utilizados, principalmente fertilizantes e corretivos de solo.

Conhecido como Sistema Santa Brígida (Oliveira *et al.*, 2010) é uma opção que utiliza o consórcio milho, forrageira e leguminosa. Geralmente, como leguminosa o guandu anão (BRS Mandarin) é utilizado com objetivo de melhorar a qualidade nutricional das forrageiras produzidas fazendo aporte de nitrogênio por meio de fixação biológica. O consórcio de (milho+braquiária+guandu), por exemplo, mostrou-se positivo, pois não ocorre interferências na produtividade do milho, e ainda, por existir a presença de uma leguminosa nessa consorciação, pode-se melhorar características fisiológicas do material ensilado e da pastagem (Silva *et al.*, 2018).

O feijão guandu é uma planta arbustiva, bem adaptada as condições de clima tropical. Em pastagens, durante o inverno, suas plantas são aproveitadas como alternativa de alimento para os animais nas formas de forragem ou feno, sendo considerada como importante fonte proteica, podendo ser cultivados em vários tipos de solos (Provazi *et al.*, 2007).

A integração com leguminosa na fase de pastejo, pode comprovar a ciclagem de nutrientes constantemente, porque mostra a evolução da nutrição das plantas e a fertilidade do solo (Assmann *et al.*, 2017; Damian *et al.*, 2021).

Schultze-Kraft (2018) mostrou que as leguminosas forrageiras tropicais, tem benefícios ambientais que compreendem efeitos positivos sobre: conservação do solo e propriedades químicas, físicas e biológicas do solo; balanço hídrico; mitigação do aquecimento global e da contaminação dos lençóis freáticos; economia de energia fóssil; biodiversidade funcional e reabilitação de terras degradadas. Além de apresentarem um valor excelente de nutrientes para ruminantes, principalmente em concentração de proteína bruta (Luscher *et al.*, 2014).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Características da Localização do Experimento

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Unesp/Campus Dracena, nas coordenadas geográficas 21°27' Sul e 51°33' Oeste, altitude média de 378m. O clima da região, segundo a classificação Köppen é do tipo Aw, com precipitação média anual de 1.132 mm e temperatura média anual de 23,9°C.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo vermelho distrófico típico de textura arenosa (Embrapa, 2013), que antes possuía pastagem com capim *Urochloa decumbens* cv. Basilisk a mais de 10 anos. Antes da instalação do experimento, o solo foi caracterizado quimicamente (Tabela 1) após a coleta de amostras de solo (0-20 cm), seguido por análise conforme Van Raij *et al.* (1985).

Tabela 1 - Análise de solo antes da implantação do experimento.

pH	M.O.	P <sub>(resina)</sub>	S	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
(CaCl <sub>2</sub> )	$\frac{\text{g dm}^{-3}}{3}$	- mg dm <sup>-3</sup> -					----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				%
4.8	14.6	5.6	6.0	0.8	21.6	2.2	11.2	3.8	17.2	38.8	43.7

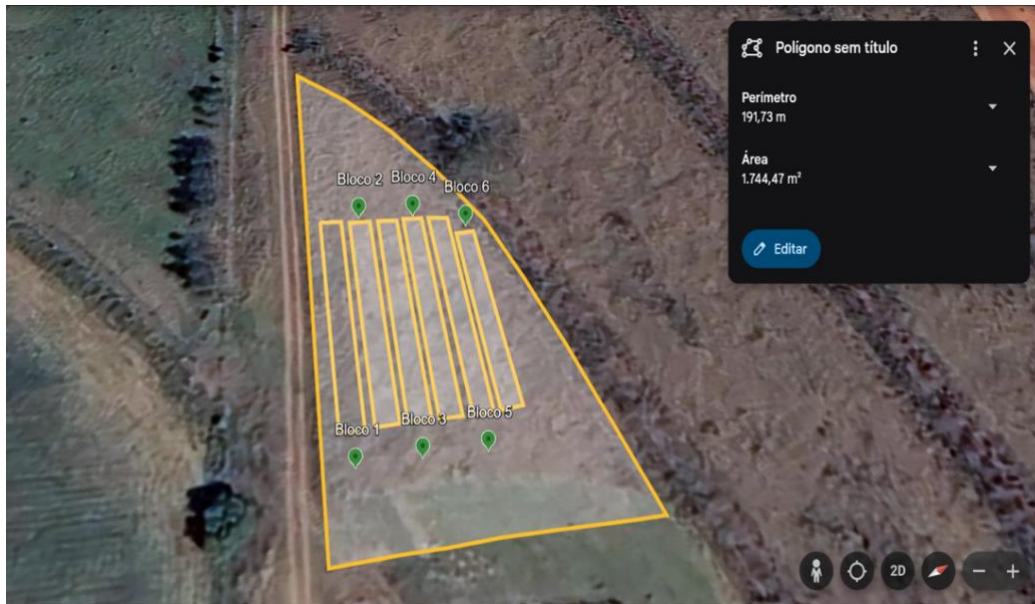
Fonte: Elaborado pelo autor

#### 3.2. Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos avaliados foram os seguintes: Tratamento 1: Plantio do sorgo solteiro; Tratamento 2: Sorgo forrageiro em consórcio com o BRS Guatã; Tratamento 3: Sorgo forrageiro em consórcio com o Mix pasto perene® composto por 40% capim-marandu 30% capim-paiaguás 30% capim-xaraés (Facholi – Sementes e nutrição animal) e Tratamento 4: Sorgo forrageiro em consórcio entre BRS Guatã e o mix pasto perene® composto por 40% capim-marandu 30% capim-paiaguás 30% capim-xaraés (Facholi – Sementes e nutrição animal). Foi utilizado o sorgo forrageiro SHS 570 Astral® (Santa Helena).

O delineamento foi feito em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 6 repetições. Cada parcela apresentou as seguintes dimensões: 7 m de comprimento 4 m de largura, totalizando 28 m<sup>2</sup> por parcela. (Figura 1 e 2).

Figura 1 – Mapa do experimento



Fonte: Adaptado do Google Earth

Figura 2 – Croqui do delineamento experimental

<b>BLOCO 1</b>	T4	T1	T2	T3	CONTROLE
<b>BLOCO 2</b>	T2	T3	T4	T1	CONTROLE
<b>BLOCO 3</b>	T4	T2	T1	T3	CONTROLE
<b>BLOCO 4</b>	T2	T1	T4	T3	CONTROLE
<b>BLOCO 5</b>	T3	T2	T1	T4	CONTROLE
<b>BLOCO 6</b>	T1	T4	T3	T2	CONTROLE

Fonte: Acervo do autor

### 3.3 Plantio das Culturas e Preparo do Solo

Para a implantação do experimento iniciou em setembro de 2023 quando foi feita a aplicação de Glifosato Nortox WG em torno de 1,5 Kg/ha na forma granulada. A aração da área foi realizada no dia 30 de novembro de 2023.

No dia 18 de dezembro de 2023, com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1), foi realizado a aplicação de 1,1 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 100%) e no dia 12 de janeiro de 2024 foi realizada a adubação de plantio da área com 570

kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 4-14-8, fornecendo 22,8 Kg N ha<sup>-1</sup>, 79,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 45,6 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, seguindo recomendações de Cantarella, Rajj e Camargo (1997), para produção da cultura do sorgo forrageiro para produção de silagem.

A área foi dividida em blocos e tratamentos foram demarcados com estacas e bandeiras para facilitar a identificação (Figura 3).

Figura 3 – Demarcação dos blocos



Fonte: Acervo do autor

No dia 18 de janeiro de 2024 foi semeado mix pasto perene® MPX (Figura 4), as sementes foram pesadas, em 12 saquinhos de papel, um saquinho para cada tratamento, seguindo as recomendações da embalagem. O plantio do mix foi realizado à lanço e em seguida foi passada a grade e feito o nivelamento da área e incorporação das sementes.

Figura 4 – Plantio do mix MPX a lanço



Fonte: Acervo do autor

No dia 19 de janeiro de 2024 foi feito o plantio do sorgo e BRS Guatã. O plantio do sorgo foi realizado em linhas com espaçamento de 90cm, nos tratamentos em que há a presença da cultivar BRS Guatã foram intercaladas linhas de sorgo e a leguminosa, permanecendo uma distância entre linhas de sorgo e guatã de 45 cm.

Foi utilizada a plantadeira Tatu Marchesan, modelo Flex Supreme e o trator utilizado foi o Valtra BM 110 (Figura 5). Para o plantio utilizou-se 12 sementes por metro de sorgo e 10 sementes por metro do BRS Guatã.

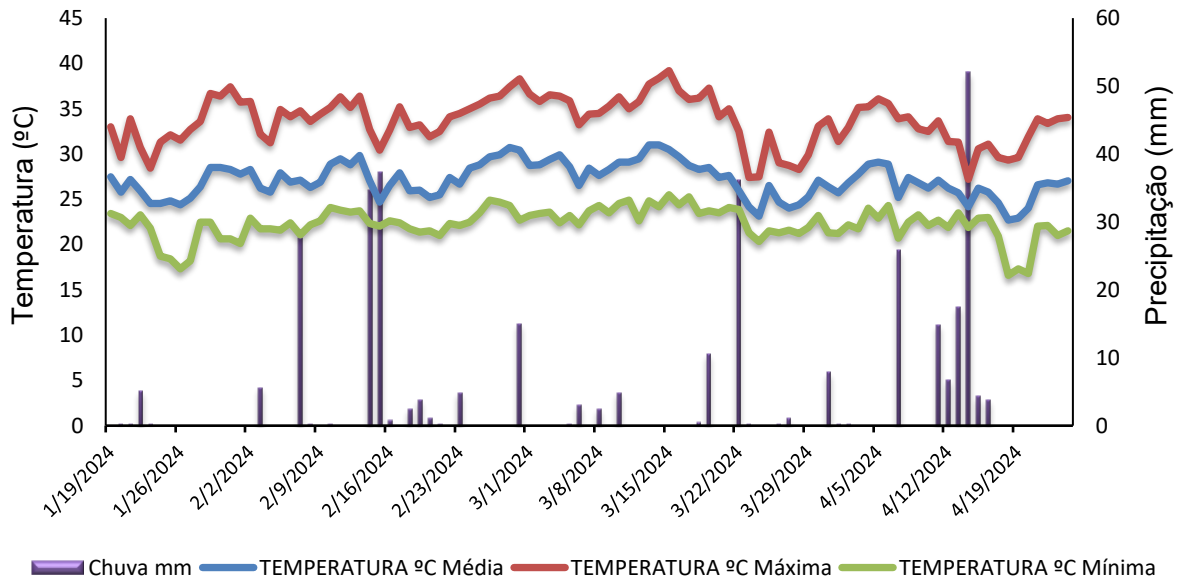
Figura 5 - Plantio do sorgo e BRS Guatã



Fonte: Acervo do autor

Como após o plantio não havia previsão de chuva foi feita a irrigação suplementar da área com um carretel de irrigação da marca Irrigat. Um grande problema encontrado durante o experimento foi a falta de chuvas, que na região é um fator desafiador (Gráfico 1), trazendo grandes consequências para o crescimento e desenvolvimento da cultura, e uma solução que precisou ser utilizada foi a colocação de irrigação na área em certos dias da semana para compensar a falta de precipitação. Isso ajudou bastante para não atrapalhar no crescimento das culturas.

Gráfico 1 - Precipitação pluvial e temperatura do ar mínima, média e máxima, no período de 19 de Janeiro a 19 de Abril de 2024.



Fonte: FEIS

No dia 26 de fevereiro de 2024 foi realizada a adubação de cobertura em que foi utilizado  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio e  $134 \text{ kg ha}^{-1}$  de ureia que foi dividido em duas aplicações (Figura 6), tendo sua segunda aplicação feita no dia 06 de março de 2024.

Figura 6 – Preparo da adubação



Fonte: Acervo do autor

Durante o experimento foi feito o acompanhamento semanal do crescimento das plantas para controle de qualquer problema fitossanitário e de crescimento, aliando isso para uma tomada de decisão na aplicação de manejos fitossanitários.

O manejo e controle de pragas, consistiu na aplicação do acaricida Kumulus, 3,0 kg p.c./ha como desalojante de lagarta, houve aplicação do inseticida Premio, em torno de 150 ml/ha para controle da Lagarta-do-cartucho e inseticida Tiametoxam, 100g/ha (Figura 7). As aplicações foram feitas da seguinte forma: 1 aplicação do acaricida Kumulus com o inseticida Prêmio e 3 aplicações do inseticida Tiametoxam sempre observando e acompanhando a ação e necessidade de aplicações em doses diferentes para o controle.

Figura 7 – Aplicação para manejo e controle de pragas



Fonte: Acervo do autor

### 3.4 Avaliações do Experimento

#### 3.4.1 Avaliações do sorgo

As avaliações de rendimento e características agronômicas do sorgo iniciaram no dia 24 de abril de 2024, momento de colheita. A colheita foi realizada quando o sorgo atingiu aproximadamente 30% de matéria seca.

Para as avaliações foram escolhidas ao acaso 10 plantas de sorgo, foram avaliadas as seguintes características agronômicas: altura de planta; comprimento da panícula; diâmetro basal de colmo; o estande final de plantas; número de panículas por hectare (Crusciol *et al.*, 2011). As avaliações foram realizadas nas linhas centrais da parcela, das linhas centrais foi excluído um metro de cada lado e a avaliação foi feita em 5 metros de comprimento da linha.

Para as análises de produção do sorgo foram cortadas 10 plantas a 20 cm do solo, as amostras foram separadas em sacos devidamente identificados para cada tratamento e bloco, em que após a finalização do corte, todas amostras foram levadas para o laboratório para as devidas análises (Figura 8).

Figura 8 – Separação de 10 plantas de sorgo



Fonte: Acervo do autor

O material coletado foi pesado (Figura 9), após as amostras foram moídas em um triturador de forragem e separadas em sacos com o tratamento e o bloco. Uma

amostra do material foi pesada e encaminhada para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir o peso constante (por até 72 h), para a determinação da matéria seca.

Foi avaliada a produtividade por estimativa, com o peso das 10 plantas coletadas por parcela, e assim calculada a produção de massa verde e com a porcentagem de matéria seca foi calculada a produção de massa seca.

Figura 9 – Pesagem de 10 plantas de sorgo



Fonte: Acervo do autor

### 3.4.2 Avaliação das braquiárias e da cultivar BRS Guatã

As avaliações de produção e composição morfológica das braquiárias e o BRS Guatã foram feitas no momento da colheita do sorgo. A massa seca de forragem foi realizada com o corte de todo material presente no interior de uma moldura metálica com medidas de 1 x 0,5 m (0,5 m<sup>2</sup>) em 2 pontos representativos de cada parcela. A forragem foi cortada a 15 cm ao solo e pesada e homogeneizada, para ser retirada uma subamostra que foi pesada e levada à estufa com circulação de ar forçada, para determinação da matéria seca a 55°C até atingir peso constante.

Após a secagem das subamostras foram novamente pesadas para determinar o teor de matéria seca. Com base na área de amostragem, peso da primeira amostra

coletada em campo e o seu teor de matéria seca, os dados serão transformados e expressos para quilograma de massa seca por hectare (Kg MS ha<sup>-1</sup>)

A composição morfológica das braquiárias foi determinada pela mesma amostra coletada em campo para determinar a massa de forragem, foi coletada uma sub amostra e a separação manual (Figura 10) realizada com o auxílio de tesouras nas frações lâmina foliar, pseudocolmo (bainha + colmo) e material senescente, conforme metodologia de Manneje (1978). Durante a separação morfológica foram separadas os cultivares das braquiárias do mix para determinar as suas porcentagens em cada tratamento.

Figura 10 – Separação morfológica manual



Fonte: Acervo do autor

Posteriormente, o montante de cada componente foi acondicionado em saco de papel, pesado e levado à estufa de ventilação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante e após, sendo pesado novamente para o cálculo da matéria seca. Os valores dos componentes morfológicos foram expressos em porcentagem da massa de forragem e depois convertidos para massa seca de cada componente em Kg ha<sup>-1</sup>.

A coleta do BRS Guatã foi realizada na linha central e foi excluído um metro de cada lado e a coleta foi feita em 5 metros de comprimento da linha. No experimento o número de plantas de BRS Guatã após a germinação foi de sete plantas/m, por este motivo foram coletadas 7 plantas. A partir das sete plantas foi calculada a produção de massa verde de forragem e massa seca de forragem e foi feita a separação morfológica em colmo e folhas. Os processos de secagem para a determinação das porcentagens de cada componente foram realizados usando a mesma metodologia das braquiárias.

### **3.4.3 Avaliação do solo**

As amostras de solo foram coletadas na área antes da implantação e após o período experimental, em todos os tratamentos, para avaliar os impactos da utilização dos diferentes consórcios. As amostras foram encaminhadas para o laboratório de análises de fertilidade do solo com objetivo de avaliar pH (acidez), cloreto de cálcio, matéria orgânica, fósforo, H + Al (Acidez Potencial), potássio, cálcio, magnésio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, porcentagem de saturação por bases, segundo metodologia descrita por Van Raij (1997).

### **3.5 Análise Estatística**

Os dados foram submetidos às análises estatísticas por meio do programa R (R Development Core Team, 2009). Para o teste de normalidade dos resíduos utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. A função `ExpDes.pt:dbc` do pacote `ExpDes.pt` foi utilizada para as análises.

Para comparar as médias entre os tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey para as avaliações do sorgo e o teste de t-Student para as demais avaliações. Foi considerada a significância de  $P < 0,05$ .

O modelo matemático utilizado será:  $Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$ , onde:  $y_i$ , em que:  $\mu$  - média geral do experimento;  $\beta_j$  - efeito do bloco (j) na parcela;  $\alpha_i$  - efeito do tratamento (i) na parcela;  $\epsilon_{ij}$  - efeitos dos fatores não controlados nas parcelas que receberam o tratamento (i) e o bloco (j).

#### 4 RESULTADOS

Na Tabela 1 estão apresentados os dados de características agronômicas e produtividade do sorgo solteiro, sorgo com o BRS Guatã, sorgo com o MPX e o sorgo com o MPX e o BRS Guatã.

Não houve diferenças estatísticas para altura, diâmetro do colmo, comprimento da panícula, número de plantas e produção de massa verde ( $P>0,05$ ). Observou-se diferença entre tratamentos para matéria seca e produção de massa seca ( $P<0,05$ ).

O sorgo solteiro apresentou maior matéria seca que o sorgo consorciado com o BRS Guatã. O sorgo solteiro apresentou matéria seca 2,39% maior que o sorgo consorciado com o BRS Guatã. O consórcio do sorgo com a mistura de braquiárias apresentou matéria seca iguais aos demais tratamentos.

O sorgo solteiro apresentou maior produção de massa seca e o sorgo solteiro consorciado com BRS Guatã, menor produção. A produção de massa seca foi 1853 kg ha<sup>-1</sup> maior no sorgo solteiro que o consorciado com o Guatã. O consórcio do sorgo com o MPX, com a presença ou ausência do BRS Guatã apresentaram a mesma produção de massa seca que os demais tratamentos.

Tabela 1 - Características agronômicas e produtividade do sorgo forrageiro em cultivo solteiro, consorciado com o BRS Guatã e mix de forrageiras.

Variáveis	Sorgo solteiro	Sorgo com BRS Guatã	Sorgo com MPX	Sorgo com MPX e BRS Guatã	CV (%)	<i>P</i> valor
Altura (m)	2,62	2,65	2,66	2,73	3,8	0,328
Diâmetro do colmo (cm)	23,92	23,86	21,13	22,93	12,7	0,346
Comprimento da panícula (cm)	26,26	25,63	25,78	25,51	2,9	0,358
Nº de plantas m <sup>-1</sup>	8,51	8,15	8,36	8,48	7,2	0,722
Nº de panículas m <sup>-1</sup>	8,65	8,21	8,25	8,51	7,4	0,575
Nº de plantas ha <sup>-1</sup>	94629	90555	92962	94259	7,2	0,722
Matéria seca (%)	29,90a	27,51b	28,90ab	28,40ab	4,7	0,049
Produção de massa verde ha <sup>-1</sup> (kg)	47790	41381	46417	43391	12,3	0,214
Produção de massa seca ha <sup>-1</sup> (kg)	14229a	11384 b	13366 ab	12376 ab	11,2	0,020

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV=coeficiente de variação.

A composição bromatológica do sorgo não apresentou diferenças estatísticas para matéria seca, proteína bruta e FDA ( $P < 0,05$ ). O sorgo solteiro apresentou menos FDN e hemicelulose que o sorgo consorciado com o Guatã. A composição bromatológica do sorgo nos consórcios com o MPX, MPX e o BRS Guatã, não diferiram entre si e foram iguais aos demais tratamentos.

Tabela 2 – Composição bromatológica do sorgo forrageiro em cultivo solteiro, consorciado com o BRS Guatã e mix de forrageiras.

Variáveis	Sorgo solteiro	Sorgo com BRS Guatã	Sorgo com MPX	Sorgo com MPX e BRS Guatã	CV (%)	P valor
PB	8,06	8,24	8,12	7,94	6,54	0,792
FDN	58,76b	66,44a	61,39ab	62,37ab	6,2	0,026
FDA	36,81	42,32	38,41	39,64	8,33	0,062
Hemicelulose	21,95b	24,12a	22,98ab	22,72ab	4,74	0,026

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV=coeficiente de variação; PB=proteína bruta; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido.

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de composição morfológica e massa seca de forragem do BRS Guatã consorciado com sorgo e MPX. Não houve diferenças estatísticas para porcentagem de folhas, porcentagem de colmo e massa seca de forragem.

Tabela 3 - Composição morfológica e massa seca de forragem (MSF) do BRS Guatã consorciado com sorgo e sorgo com mistura de braquiárias.

Parâmetros	Sorgo com BRS Guatã	Sorgo com MPX e BRS Guatã	CV (%)	P valor
Folhas (%)	27.69	26.65	7.3	0.407
Colmo (%)	72.31	73.34	2.7	0.407
MSF	3105	3006	43.4	0.902

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de t Student a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4, apresenta-se a composição bromatológica do colmo e da folha do BRS Guatã, em que não foram encontradas diferenças estatísticas para nenhuma das variáveis avaliadas.

Tabela 4 – Composição bromatológica de colmo e folha do BRS Guatã consorciado com sorgo e sorgo com mistura de braquiárias.

Variáveis	Sorgo com BRS Guatã	Sorgo com MPX e BRS Guatã	CV (%)	<i>P</i> valor
Colmo				
PB	9,26	9,03	12,82	0,744
FDN	78,59	78,40	3,78	0,913
FDA	62,07	63,74	3,25	0,214
Hemicelulose	16,52	14,65	17,42	0,286
Celulose	46,53	49,36	4,29	0,623
Folha				
PB	34,45	33,22	3,61	0,140
FDN	58,83	56,86	4,11	0,210
FDA	34,84	33,35	5,88	0,255
Hemicelulose	22,02	25,48	11,09	0,072
Celulose	13,96	13,72	4,54	0,545

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de t Student a 5% de probabilidade. CV=coeficiente de variação; PB=proteína bruta; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA=Fibra em detergente ácido

Em relação a porcentagem de folha total e o material morto do MPX não foram constatadas diferenças entre o consórcio com e sem o Guatã (Tabela 5). As graminíneas presentes no mix MPX apresetaram maior porcentagem de colmo (42,33%). Para porcentagem de material morto, também não foram encontradas diferenças estatísticas entre tratamentos.

Tabela 5 – Porcentagem de folha total (%), porcentagem de colmo total (%), material senescente (%) e Massa Seca de Forragem (MSF) do mix de braquiárias MPX consorciado com sorgo e sorgo com BRS Guatã.

Variáveis	Sorgo com MPX	Sorgo com MPX e BRS Guatã	CV (%)	<i>P</i> valor
Folha Total (%)	37,81	36,06	21,9	0,722
Colmo Total (%)	42,33a	30,29b	19,12	0,029
Material Morto (%)	19,85	33,64	45,6	0,107
MSF	2097a	956b	23,15	0,002

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV=coeficiente de variação.

Para a produção de massa seca de forragem foi observada diferença entre os tratamentos, em que a maior produção foi no tratamento sem o consórcio com o Guatã. O consórcio entre o sorgo e o mix, sem o BRS Guatã, apresentou massa seca de forragem 1141 kg ha<sup>-1</sup> maior que quando consorciado com o BRS Guatã.

O consórcio do sorgo e do sorgo com Guatã, não influenciou a proteína bruta, o FDN, o FDA e a hemicelulose da folha e do colmo do mix MPX (Tabela 6).

Tabela 6 – Composição bromatológica do colmo e da folha do Mix MPX em consórcio com sorgo forrageiro e em consórcio com Sorgo e BRS Guatã.

Variáveis	Sorgo com MPX	Sorgo com MPX e BRS Guatã	CV (%)	<i>P</i> valor
Colmo				
PB	9,73	9,68	15,61	0,956
FDN	79,74	79,00	1,72	0,388
FDA	51,81	50,76	2,9	0,277
Hemicelulose	27,93	28,23	1,24	0,198
Folha				
PB	13,79	14,92	5,86	0,068
FDN	70,50	69,41	1,65	0,163
FDA	38,91	37,75	3,58	0,201
Hemicelulose	31,59	31,66	3,94	0,921

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV=coeficiente de variação. PB=proteína bruta; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido

Sobre a Tabela 7 e 8 de análise do solo, em algumas variáveis foram encontradas diferenças estatísticas, priorizando algumas, como pH, CTC e V%, em todas foram encontradas diferenças estatísticas entre tratamentos. O pH por exemplo, aumentou significativamente em todos os consórcios. Na tabela de 0-10 encontra-se mais diferenças estatísticas, observa-se que o pH no tratamento controle (5,2) foi mais baixo que nos outros tratamentos. Isso também ocorreu no Ca, Mg e na CTC.

Tabela 7 – Resultados analíticos da amostra do solo da área do estudo, na camada de 0-10 de profundidade.

Variáveis	Sorgo solteiro	Sorgo com BRS Guatã	Sorgo com MPX	Sorgo com MPX e BRS Guatã	Controle	CV (%)	<i>P</i> valor
P resina 0-10	12,6a	15,5a	13,66a	14,33a	17,00a	25,31	0,0001
MO 0-10	14,20	13,66	14,66	14,33	14,66	8,81	0,749
pH 0-10	5,92a	5,81a	6,13a	5,9a	5,2b	3,75	0,000
K 0-10	2,18ab	1,7b	2,23ab	2,03ab	2,5a	16,68	0,020
Ca 0-10	17,2ab	15ab	21a	17,66ab	10,16b	27,93	0,001
Mg 0-10	11,8ab	10,16ab	14,66a	13,66a	6bc	32,85	0,00001
H+Al 0-10	9,6c	11bc	9,83c	10,66bc	13,16b	12,19	0,000
SB 0-10	31,16ab	26,86abc	37,9a	33,36a	18,68bc	26,83	0,0001
S-SO <sub>4</sub> 0-10	1,8b	1,66b	1,5b	2,33b	2b	27,45	0,000
CTC 0—10	41,38ab	37,86ab	47,73a	44,03ab	31,85b	18,41	0,018
V 0-10	75a	70,83a	77,66a	74,16a	58,5b	7,23	0,000
Ca/CTC 0-10	41,4a	34,66ab	42,83a	39,16	31,66ab	18,31	0,004
Mg/CTC 0-10	27,8a	26,66a	30,16a	29,66a	18,83b	12,71	0,000
M 0-10	0b	0b	0b	0b	2,83ab	186,25	0,007

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV=coeficiente de variação

Tabela 8 - Resultados analíticos da amostra do solo da área do estudo, na camada de 0-10 de profundidade

Variáveis	Sorgo solteiro	Sorgo com BRS Guatã	Sorgo com MPX	Sorgo com MPX e BRS Guatã	Controle	CV (%)	<i>P</i> valor
P resina 10-20	7,16	8,16	9,50	7,66	9,33	35,81	0,215
MO 10-20	12,66	12,16	13,16	12,00	12,16	11,26	0,050
pH 10-20	5,16abc	5,2abc	5,5a	5,3ab	5,01c	4,93	0,002
K 10-20	1,75b	1,7b	1,78b	1,71b	2,63a	17,31	0,0001
Ca 10-20	9,33	9,83	12,16	9,50	8,33	28,66	0,296
Mg 10-20	5,66bc	6,66abc	9a	7ab	5,16bc	30,24	0,001
H+Al 10-20	13b	12,16b	11,83b	12,66b	13b	10,32	0,000
Al 10-20	0,50	0,66	0,33	1,00	1,16	97,07	0,384
SB 10-20	16,75	18,20	22,95	18,21	16,13	25,92	0,172
S-SO <sub>4</sub> 10-20	2,16b	2,83b	2,83b	2,66b	2,16b	19	0,000
CTC 10-20	29,75a	30,36a	34,78a	30,88a	29,13a	15,26	0,031
V 10-20	56,33a	59,66a	64,66a	58,66a	54,83a	10,15	0,00005
Ca/CTC 10-20	31,16	32,33	34,50	30,66	28,33	13,44	0,981
Mg/CTC 10-20	19,16b	21,66ab	25,33a	22,66ab	17,83b	14,06	0,000
M 10-20	2,83	3,83	1,66	5,66	7,16	90,91	0,218

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV=coeficiente de variação

Na tabela 8, observou-se diferenças estatísticas para pH, sendo o controle o de menor valor mas para potássio (K), o controle atingiu um valor maior (2,63) do que nos outros tratamentos. Os valores de 10-20 mudaram menos no que na tabela de 0-10.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Produtividade Características Agronômicas e Análise Bromatológica do Sorgo

A matéria seca e a produção de massa seca do sorgo foram maiores quando o sorgo foi cultivado solteiro em comparação com o consórcio com o BRS Guatã. A produção de matéria seca foi de 14228,9 kg ha<sup>-1</sup> para o tratamento com sorgo solteiro, sendo maior do que a produtividade do sorgo consorciado com BRS Guatã que foi 11384,8 kg ha ha<sup>-1</sup>.

Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos para a produção de massa verde, entretanto como a matéria seca apresentou diferenças entre os tratamentos este fato influenciou a produção de matéria seca, nos tratamentos estudados. As produções de massa seca do sorgo não foram afetadas quando o consórcio foi feito com o mix de forrageiras, dados semelhantes foram obtidos por Calaça (2014), que também não encontrou diferenças na produção de matéria seca entre os tratamentos de sorgo forrageiro em sistema solteiro, em consórcio com soja e sorgo, nem com sorgo consorciado com Marandu.

Rezende *et al.* (2016) observaram redução do desenvolvimento das forrageiras devido ao sombreamento e a competição exercida pelo sorgo, o mesmo foi encontrado no presente estudo.

Costa *et al.* (2015), avaliando a produtividade de massa seca com o cultivo das culturas do milho e do sorgo para silagem (solteiro; em consórcio com a *U. brizantha* cv. Xaraés e com *Panicum maximum* cv. Tanzânia), obtiveram uma produção de 27,93 (ton ha<sup>-1</sup>) com o sorgo solteiro, e de 25,19 (ton ha<sup>-1</sup>) com o sorgo em consórcio com a capim Xaraés, na safra 2010/2011, e produção de 35,08 (ton ha<sup>-1</sup>) no cultivo do sorgo em consórcio com o capim Tanzânia, na safra de 2011/2012. A diferença entre produções é semelhante as encontradas nesse trabalho, com diferença de em média 3 mil kg/há do tratamento de sorgo solteiro para os tratamentos de sorgo em consórcio.

Gomes *et al.* (2021) não observaram diferenças entre a população de plantas, o número de espigas do milho quando consorciado com o feijão guandu. A produção do milho foi maior no tratamento sem guandu, no consórcio com capim-marandu

devido à alta produção de massa seca produzida pelo milho, foi menor a produção de grãos e de massa seca total. Semelhante ao que se observa no presente trabalho.

O estande de plantas no presente estudo foi o mesmo em todos os tratamentos avaliados, Soares (2017) também não observou diferenças do estande de plantas de sorgo solteiro quando comparadas ao sorgo consorciado com capim Paiaguás. O FDN do Sorgo solteiro foi menor ao do Sorgo em consórcio duplo ou triplo. Da Silva *et al*, (2018) utilizando milho, também mostrou que presença do feijão guandu no consórcio não afetou o número de espigas por planta.

Almeida e Camara (2011), trabalhando com cultivos de milho solteiro e consorciados com leguminosas, verificaram que o maior acúmulo de massa seca foi obtido pelo milho + feijão-de-porco, seguido pelo consórcio milho + mucuna preta e, com menor massa seca, o consórcio milho + guandu juntamente com o milho solteiro. Ao contrário de Heinrichs *et al.* (2005) e da Silva *et al.*, (2018) que ao avaliarem espécies leguminosas intercaladas com a cultura do milho não observaram redução de produtividade na cultura, no presente trabalho houve uma redução significativa de produção do Sorgo enquanto plantando sozinho e em consórcio com leguminosa, com diferença de 3.000kg há do tratamento Sorgo Solteiro para o de Sorgo com BRS Guatã.

Oliveira, S. *et al* (2020) mostrou que a maior altura das plantas de sorgo consorciadas com capim Marandu, Xaraes, Piatá e Paiaguás se deve ao maior estiolamento do sorgo. Isto é atribuído à maior competição por luz e espaço físico, resultando em maior alongamento do caule nas duas primeiras avaliações. Na tabela 1, observa-se que os tamanhos das plantas de sorgo foram maiores quando em consórcio com outras culturas, mas não apresentando diferenças estatísticas. Na ausência parcial de luz para a braquiária, as plantas de sorgo apresentaram maior altura, principalmente nos consórcios com feijão guandu com folhas e caules longos. Esse comportamento foi verificado por Gobbi *et al.* (2010), que observaram aumento no comprimento das lâminas foliares e caules quando a disponibilidade de luz era reduzida. Visualmente a competição entre o BRS Guatã e o sorgo com o MPX foi limitante para a pouca produção das forrageiras.

Costa *et al.* (2012) também observaram a baixa participação do capim-marandu e das leguminosas na produção para o pleno crescimento das plantas de milho em consórcios. Em relação ao Mix, no presente trabalho, o seu crescimento foi pequeno em relação ao Sorgo e Guatã, havendo uma competição entre espécies.

Pirola (2022), encontrou resultados semelhantes com o cultivo consorciado do sorgo com capim-marandu tendeu a aumentar os valores de fibra (FDN e FDA) em comparação aos cultivares de sorgo em cultivo solteiro.

## **5.2 Composição Morfológica, Produção de Massa Seca e Análise Bromatológica do BRS Guatã**

Não obteve diferenças significativas em BRS Guatã consorciado com o sorgo ou com sorgo e o mix de braquiárias. O BRS Guatã em todos os tratamentos em que esteve presente foi possível observar boa competição com o sorgo, não tendo problemas com luminosidade, já que o sorgo cresceu primeiramente e mesmo assim, não houve problemas com a produtividade do Guatã.

Obseva-se também que a produção de colmos do Guatã se destacou, isso para o consumo animal pode ser um fator limitante para diminuição o consumo. A relação folha/colmo é utilizada como parâmetro indicativo de qualidade nutricional, mas apresenta relevância variada de acordo com a espécie forrageira, sendo menor em espécies de colmo tenro e de menor lignificação (Sbrissia; Silva, 2001).

O acúmulo de massa seca de colmo não é desejável do ponto de vista da nutrição animal, pois os colmos apresentam menor digestibilidade em relação às folhas (Freitas *et al.*, 2012).

Já o sorgo, tem uma redução de 20% quando consorciado com o Guatã, as variáveis que apresentam o Guatã, tanto com o mix ou sem o mix, tem a produção muito parecida, mostrando o impacto da leguminosa na produção das outras variedades consorciadas. Silva *et al.*, (2018) mostraram que a produção da leguminosa comprova sua adequação ao sistema de consórcio com milho e braquiária, pois mantém a produtividade do cereal e ainda gera uma elevada quantidade de biomassa, contribuindo para a maior disponibilidade de alimento para os animais após a colheita.

Os teores de celulose variaram entre 46 e 49%, estes se mantiveram fora da faixa descrita por Van Soest (1994), que descreve que os teores de celulose variam de 20 a 40%, também podendo influenciar na diminuição de consumo animal, quando utilizado para silagem e fornecido aos bovinos pode afetar o consumo. Os teores de FDA apresentaram semelhança com os resultados encontrados por Neres *et al.*, (2012), com valores em média de 37,7%.

### 5.3 Produção e Análise Bromatológica do Mix MPX

O Guatã teve um grande destaque em seu crescimento, atingindo tamanho equivalentes ao sorgo, fazendo com que as forrageiras reduzissem o crescimento.

As porcentagens de colmo do capim-marandu e porcentagem de colmo total foram maiores no tratamento sem o BRS Guatã. Carnevalli *et al.* (2006) e Benvenuti *et al.* (2008), observaram que os perfilhos dos pastos com maior altura inicial, passam por uma maior competição intraespecífica por luz durante o período de crescimento e consequentemente alongam seu colmo para exibir folhas jovens em busca de luminosidade, isso justifica maior percentual de colmos, os resultados mostram maiores porcentagens de colmo das gramíneas nos tratamentos com sorgo. Utilizar um espaçamento maior poderia ter propiciado maior acesso a luz, já que no tratamento com o BRS Guatã o espaço entre linhas foi menor ainda, tendo menos acesso a luz. Assim como o estilosantes, por ser uma cultivar adaptada a solos de baixa fertilidade e arenosos (Barcellos *et al.*, 2008; Paulino *et al.*, 2008), a braquiária teve sua capacidade de competição reduzida, como vimos o mix e o BRS Guatã.

A maior competição do sorgo quando consorciado com os capins marandu, xaraes, piatã e paiaguás também foi alterou as características morfológicas das gramíneas, no trabalho de Oliveira e Stella *et al.* (2020)

As porcentagens de folha e colmo dos capim-paiaguás e capim-xaraés foram semelhantes entre os tratamentos, entretanto as porcentagens de colmo e folha foram maiores no capim-marandu.

A produção de massa seca de forragem do mix MPX foi maior quando o BRS Guatã não estava presente, sendo 2097 kg de massa seca de forragem por hectare e 956kg ha<sup>-1</sup> para o tratamento constituído por consorciado com o sorgo e o BRS Guatã.

A diferença entre os valores obtidos mostra que o consórcio com o sorgo e BRS Guatã limitou a luminosidade para as gramíneas do mix interferindo no seu crescimento. Considerando a baixa incidência de chuvas durante o experimento a redução na produção de matéria seca pode ter sido também pela competição por água. Da Silva *et al.*, (2018) encontrou interação significativa para a utilização do quando no consórcio em relação ao acúmulo de matéria seca da braquiária, no atual experimento não se encontrou diferenças significativas em matéria seca do mix de braquiárias com ou sem o BRS Guatã.

Em relação a PB, Marcilio *et al.* (2023) ao analisar os valores de proteína bruta (PB) das cultivares, observou-se que a B. Xaraés MG5 apresentou o maior índice, com 15,17%, superando os resultados de Costa *et al.* (2006), que, ao utilizarem diferentes doses de adubação nitrogenada por hectare, registraram 12,34% de PB em cortes realizados aos 30 dias. Para a B. ruziziensis, o teor de PB foi de 14,75%, também superior ao encontrado por Pariz *et al.* (2010), que registraram 9,8% em cortes realizados aos 106 dias após a emergência. Já a B. brizantha Marandu apresentou um teor de PB de 9,55%, superior ao relatado por Barnabé *et al.* (2007), que, utilizando níveis de adubação semelhantes aos deste estudo, obtiveram 8,4% de PB na matéria seca.

Sobre as análises bromatológicas do Mix MPX, de colmo e folha, não foram encontradas diferenças estatísticas entre tratamentos. Para PB do mix, o resultado obtido foi em torno de 11,7% de PB, resultado superior ao encontrado por Marcelli *et al.* (2023) (9,55%) para Marandu e superior ao encontrado por Barnabé *et al.* (2007) que foi 8,4% de PB.

A fibra em detergente neutro (FDN) representa a fração fibrosa do alimento, composta por carboidratos estruturais e lignina. Em gramíneas tropicais em estágios mais avançados de maturação, os teores de FDN variam entre 75% e 80% (Aguiar, 1999). De acordo com Van Soest (1994), níveis elevados de FDN, acima de 60%, podem limitar a produção, pois interferem negativamente no consumo das forrageiras. No presente trabalho, obteve-se resultados maiores que 70% em FDN, mostrando que a quantidade de fibra estaria elevada. Isso pode ter ligação com o fato da grande competição entre culturas, limitando o crescimento do mix.

#### **5.4 Características do Solo**

O pH inicial foi de 4,8, mesmo resultado encontrado por Crusciol *et al.*, (2011), aumentando o pH dos tratamentos em consórcio e do Sorgo solteiro em relação ao controle. Em relação ao pH, o tratamento de Sorgo com MIX MPX foi o que obteve o maior pH (6,13) de profundidade de 0-10 sendo o controle (5,2).

Conforme Comissão...(1999, p.26-27) a média para as classes de fertilidade do atributo acidez ativa (pH= 5,51) é bom, acidez trocável ( $Al^{3+}$  = 0,37) é baixo, acidez potencial ( $H + Al$ = 3,68) é médio, saturação por alumínio (m%= 11,43) é muito baixo.

Os resultados do presente estudo, o pH para Sorgo solteiro foi de 5,92 e 5,16, observando-se aumento em relação ao pH inicial (4,81), para o Sorgo com BRS Guatã 5,81 e 5,2, Sorgo com MPX 6,13 e 5,5, Sorgo em consórcio triplo 5,9 e 5,3.

Para Al, o Sorgo solteiro foi 0,50, mas não sendo diferente estatisticamente dos outros tratamentos, o H + Al, foi 21,16 na tabela inicial no tratamento controle e após a colheita apresentou 9,6 para sorgo solteiro e 10,66 no consórcio triplo que são maiores do que o desejado. A saturação por alumínio de 0 a 10 não obteve-se resultados, porem as médias após a implantação do experimento foram de valores baixos com médias até 5,66 para o consórcio triplo e 1,66 para o sorgo com MPX.

Os resultados de Nascimento *et al.* (2003) evidenciam os efeitos benéficos das leguminosas, que contribuem para aumentos significativos nos níveis desse elemento na camada de 0 a 10 cm do solo, destacando sua importância na reciclagem de nutrientes. Conforme Eltz *et al.* (1989), os teores desse nutriente no solo diminuem com a profundidade, seguindo o padrão de distribuição da matéria orgânica. Estudos como os de Muzilli (1983), Peixoto e Eltz (1986) e Eltz *et al.* (1989), também identificaram maior concentração desse nutriente na superfície do solo em diferentes sistemas de manejo. Além disso, Lourenço *et al.* (1993), ao analisar o comportamento da mucuna preta, kudzu tropical, guandu e leucena, observaram que essas espécies tendem a absorver potássio do solo em quantidades superiores às de outros nutrientes, mostrando resultados diferentes dos encontrados nesse estudo.

A matéria orgânica do solo é reconhecida como um indicador essencial, devido à sua sensibilidade às alterações provocadas pelas atividades humanas, além de exercer influência direta nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Cherubin *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2020), nesse caso, não houveram diferenças significativas entre tratamentos. Em relação a CTC, de 0 – 10, houve uma diferença significativa para o consórcio triplo, com media de 47%, sendo maior que nos outros tratamentos.

As maiores diferenças encontradas foram na profundidade de 0-10, por ter sido um experimento de curto prazo, isso pode ter influenciado em mudanças maiores na primeira camada do solo. O tratamento mais valorizado foi o de sorgo com o MIX MPX, as forrageiras contribuíram bastante na primeira camada mesmo com sua pequena produção.

## 6 CONCLUSÃO

O sorgo solteiro consorciado com Guatã apresenta menor produtividade, entretanto no consórcio do sorgo com a mistura de forrageiras com e sem o BRS Guatã as produtividades são iguais ao sorgo solteiro.

A produção do BRS Guatã, a composição morfológica e bromatológica, são as mesmas quando em consórcio com o sorgo e consórcio com sorgo mais a mistura de forrageiras. O BRS Guatã apresenta maior porcentagem de colmo do que folhas, o que pode afetar o consumo pelos animais, portanto outros estudos serão necessários para avaliar a aceitação do BRS Guatã pelos animais.

As forrageiras do mix MPX sofreram com a competição entre culturas, água e luz, apresentando menores produções de massa seca de forragem quando consorciadas com o sorgo e BRS Guatã, mostrando que a introdução do BRS Guatã no consórcio diminuiu ainda mais a produção das forrageiras, não sendo indicado o uso do MPX em consórcio com o sorgo e sorgo com o BRS Guatã.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Beef Report**: perfil da pecuária no Brasil. [S.l.: s.n.], 2022. 72 p.

AGUIAR, A. P. A. Possibilidades de intensificação do uso da pastagem através de rotação sem ou com uso mínimo de fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1999, Piracicaba. **Anais** [...]. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 85-138.

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* **Época de semeadura de braquiárias em consórcio com sorgo granífero para o sistema integração lavoura-pecuária**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. (Circular Técnica, 148).

ALMEIDA, K.; CÂMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e nutrientes em adubos verdes de verão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.

ALVARENGA, R. C.; VIANA, M. C. M.; CARVALHO, E. R. de O.; ALBERNAZ, W. M.; VENTURIN, R. F.; OLIVEIRA, I. R. de. **Integração lavoura-pecuária-floresta na região central de Minas Gerais, Brasil**. [S.l.: s.n.], 2019.

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. C. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington, DC: [s.n.], 1995.

ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B.; ASSMAN, A. L.; LEVINSKI F. Adubação de sistemas em integração lavoura-pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 4., 2017, Pato Branco. **Anais** [...]. Pato Branco: UTFPR, 2017. p. 67-84.

BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G. P.; PINHEIRO, E. de P.; FREITAS, K. R. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, 2007.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas na forma de banco de proteína nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 51-67, 2008.

BIANCO, S.; TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, v. 23, p. 423-428, 2005.

CALAÇA, J. C. P. **Sorgo forrageiro e braquiária no sistema de integração lavoura-pecuária com soja superprecoce**. [S.l.: s.n.], 2014. CHAITHANYA, J.; ARVADIYA, L. K.; MADAGOUDRA, Y. B. Effect on yield and soil fertility status of

summer sorghum under sole crop and intercropping. **International Journal of Current Science**, v. 8, n. 6, p. 3046-3049, 2020.

CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F.; SILVA, V. R.; BASSO C. J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 615-625, 2015.

CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I. V. T.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, v. 31, p. 359-368, 2013.

CORDEIRO, C. F. S.; RODRIGUES, D. R.; SILVA, G. F.; CALONEGO, J. Soil organic carbon stock is improved by cover crops in a tropical sandy soil. **Agronomy Journal**, v. 114, n. 2, p. 1546-1556, 2022.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; LOPES, K. S. M.; LIMA, A. E. S. Custo da produção de silagens em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 9-19, 2015.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

COSTA, P. M.; VILLELA, S. D. J.; LEONEL, F. de P.; ARAÚJO, S. A. do C.; ARAÚJO, K. G. Intercropping of corn, brachiaria grass and leguminous plants: productivity, quality and composition of silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 10, p. 2144-2149, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012001000002.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; PARIZ, C. M.; BORGHI, E.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero consorciados com capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1234-1240, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000017.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; BORGHI, E.; SORATTO, R. P.; MARTINS, P. O. Improving soil fertility and crop yield in a tropical region with palisadegrass cover crops. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 6, p. 2271-2280, 2015. DOI: 10.2134/agronj14.0603.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. de B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. Atributos físicos de solo e culturas de cobertura na produção orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 589-602, 2011. DOI: 10.1590/S0100-06832011000200028.

DALEY, C. A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P. S.; NADER, G. A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v. 9, p. 1-12, 2010. DOI: 10.1186/1475-2891-9-10.

DAMIAN, J. M.; MATOS, E. da S.; CARNEIRO, B. P. e; CARVALHO, P. C. de F.; PREMAZZI, L. M.; WILLIAMS, S.; PAUSTIAN, K.; CERRI, C. E. P. **Predicting soil C changes after pasture intensification**. [S.l.: s.n.], 2021.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: conceitos, processos e estratégias de recuperação e de prevenção** [livro eletrônico]. Belém, PA: Ed. do Autor, 2023. ISBN 978-65-00-73154-5.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeito de preparo do solo nas propriedades químicas de Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 259-267, 1989.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. **Definindo a restauração ecológica**. [S.l.: s.n.], 2003.

FAO. **Status of the world's soil resources**. Roma: FAO, 2015.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, F. P. *et al.* Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 864-872, 2012.

FREITAS, F. P.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A.; SANTOS, M. E. R. Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 864-872, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000400006.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1202-1209, 2010.

GOBBI, K. F.; GARCÍA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro sob sombreamento. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 379-390, 2010.

GODOY, R.; BATISTA, L. A. R.; SOUZA, F. H. D. de; PRIMAVESI, A. C. P. de A. Caracterização de linhagens puras de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 546-555, 2003.

GOMES, V. C.; MEIRELLES, P. R. de L.; COSTA, C.; BARROS, J. da S.; CASTILHOS, A. M. de; SOUZA, D. M. de; TARDIVO, R.; PARIZ, C. M. Production and quality of corn silage with forage and pigeon peas in a crop-livestock system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 861-876, 2021. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n2p861.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Crop residues and phosphorus under Cerrado management. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 909-920, 2012. DOI: 10.1590/S0100-06832012000300021.

GUARNIERI, A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, A. G.; DIAS, M. B. C.; OLIVEIRA, G. H. F.; ROCHA, L. I. Agronomic characteristics of maize and Paiaguás palisadegrass. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1185-1198, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n3p1185.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. [S.l.: s.n.], 1990.

IBGE. *Censo Agropecuário: resultados preliminares*. [S.l.]: IBGE, 2017.

IBGE. **Pesquisa de pecuária**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2025.

LÜSCHER, A.; MUELLER-HARVEY, I.; SOUSSANA, J.-F.; REES, R. M.; PEYRAUD, J.-L. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe. **Grass and Forage Science**, v. 69, n. 2, p. 206-228, 2014. DOI: 10.1111/gfs.12108.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem após soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 415-422, 2010.

MAITRA, S.; DUVVADA, S. K. Sorghum-based intercropping system for sustainability. **Indian Journal of Natural Sciences**, v. 10, n. 60, p. 20306-20313, 2020.

MARCÍLIO, F.; GAI, V. F.; ZOTESKO, R.; BEBBER, K. Produtividade e parâmetros nutritivos de cultivares de *Brachiaria*. **Anais do City Farm**, v. 1, 2022.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E; M. da; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos; SÁ, M. A. C. de; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 873-882, 2007.

MARTINS, M. R.; JANTALIA, C. P.; POLIDORO, J. C.; BATISTA, J. N.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Nitrous oxide and ammonia emissions from N fertilization of maize crop under no-till in a Cerrado soil. **Soil and Tillage Research**, v. 151, p. 75-81, 2015. DOI: 10.1016/j.still.2015.03.004.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M.; NAVES JÚNIOR, P. Sistemas agroflorestais cafeeiro-araucária e seu efeito na microbiota do solo e seus processos. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 784-795, 2018.

MERTENS, D. R.; ALLEN, M.; CARMANY, J.; CLEGG, J.; DAVIDOWICZ, A.; DROUCHES, M.; WOLF, M. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002. DOI: 10.1093/jaoac/85.6.1217.

MENDONÇA, E. S. **Matéria orgânica do solo**. [S.l.]: ABEAS, 1995.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica do solo em sistema de

aléias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 457-462, 2003.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, P. S. R.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Produtividade, composição bromatológica e características estruturais de cultivares de *Brachiaria brizantha* em consórcio com feijão-guandu. **Ciência Rural**, v. 42, p. 862-869, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000500017.

NEVES NETO, D. N. das; SANTOS, A. C. dos; SANTOS, P. M. dos; SANTOS, J. G. dos; LIRA, M. de A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L. de. Consortium of grain sorghum with *Urochloa brizantha* cultivars for silage production and subsequent pasture establishment. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3353-3368, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n5p3353.

NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; LORENZ, S.; WINKLER, K.; RICKERT, R.; STEINHART, H. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v. 94, p. 137-147, 2005. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.11.036.

OLIVEIRA, S.; COSTA, K. A.; SEVERIANO, E.; DA SILVA, A.; DIAS, M.; OLIVEIRA, G.; COSTA, J. V. Performance of grain sorghum and forage of the genus *Brachiaria* in integrated agricultural production systems. **Agronomy**, v. 10, n. 11, art. 1714, 2020. DOI: 10.3390/agronomy10111714.

OLIVEIRA, P. D. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida: consorciação milho-leguminosas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. (Circular Técnica, 88).

PAULINO, V. T.; ALCÂNTARA, P. B.; ALCÂNTARA, V. B. G. **Braquiarão novo século**. 2. ed. Instituto de Zootecnia, 2002.

PAULINO, V. T.; COLOZZA, M. T.; OTSUK, I. P. Respostas de *Stylosanthes capitata* à adubação com nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, zinco, cobre e boro. **Boletim de Indústria Animal**, v. 65, n. 4, p. 275-281, 2008.

PEREIRA, A. V.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. de M.; LEDO, F. J. da S. **Catálogo de forrageiras recomendadas pela Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 76 p. ISBN: 978-85-7035-628-4.

PEIXOTO, R. T. G.; ELTZ, F. L. F. Avaliação da fertilidade no plantio direto. **Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo**. [S.l.: s.n.], 1986.

PIROLA, J. V. F. **Consórcio de sorgo com capim-marandu na Nova Alta Paulista**. [S.l.: s.n.], 2023.

PROVAZI, M.; CAMARGO, L. H. G. de; SANTOS, P. M.; GODOY, R. Descrição botânica de linhagens puras selecionadas de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 328-334, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000200008.

REBONATTI, M. D.; BRISSON, N.; MARTRE, N.; MAKOWSKI, D. Crop rotation of tropical pastures with no-till soil as a strategy for climate change mitigation: Environmental and economic assessment. **European Journal of Agronomy**, v. 143, 126685, 2023. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126685.

REZENDE, B. P. M.; JAKELAITIS, A.; TAVARES, C. J.; MARANGONI, E.; CUNHA, P. C. R. Consórcio de sorgo com espécies forrageiras. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 10, n. 1, p. 57-64, jan./mar. 2016. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v10i1.3052.

SALTON, Júlio Cesar; MERCANTE, Fábio Martins; TOMAZI, Marcos; ZANELLA, Paulo Geraldo; CONCENÇO, Gilmar; SILVA, Wander Luiz da; RETORE, Marcelo. 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.

SANTOS, Charles Barbosa; COSTA, Kátia Aparecida de Pinho; OLIVEIRA, Itamar Pereira de; SEVERIANO, Eduardo da Costa; COSTA, Raoni Ribeiro Guedes Fonseca; SILVA, Alessandro Guerra da; GUARNIERI, Analu. Production of sunflower and Paiaguás palisadegrass under different forage systems in the off season. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 2, p. 460-470, 2016.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. D.; O. S. C. O ecossistema de pastagens e produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. **Anais** [...]. [S.l.: s.n.], 2001.p. 731-754.

SCHULTZE-KRAFT, R.; RAO, I. M.; PETERS, M.; CLEMENTS, R. J.; BAI, C.; LIU, G. Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2018. DOI: 10.17138/TGFT(6)1-14.

SILVA, C. S.; MONTAGNER, D. B.; EUCLIDES, V. P. B.; QUEIROZ, C. A.; ANDRADE, R. A. S. Steer performance on deferred pastures of *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 11, p. 1998-2004, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20151525.

SILVA, Júlia T. D.; PERES, Marco Aurélio; NASCIMENTO, Hugo V.; COSTA, Kátia A. P.; OLIVEIRA, Itamar P.; FILHO, José Luís N. Morphogenesis and tillering dynamics in Paiaguás palisadegrass under nitrogen supply and seasonality. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 6, p. 2320-2328, 2020. DOI: 10.14393/BJ-v36n6a2020-42549.

SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S.; SILVA, C. A. Matéria orgânica em solos degradados. In: FUNDAMENTOS da matéria orgânica do solo. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

TORRES, J. L. R.; ASSIS, R. L.; LOSS, A. Evolução de sistemas de produção agropecuária no Cerrado. **Informe Agropecuário**, v. 39, p. 7-17, 2018.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; OLIVEIRA, M. C. M.; MACEDO, M. C. M.; VERZIGNASSI, J. R.; MACHADO, L. A. Z.

BRS Paiaguás: a new *Brachiaria* cultivar for tropical pastures. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v. 1, p. 121-122, 2013. DOI: 10.17138/TGFT(1)121-122.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

VAN SOEST, P. V.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VENTURA, W.; WATANABE, I. Green manure production of *Azolla* and *Sesbania*. **Biology and Fertility of Soils**, v. 15, p. 241-248, 1993.

ZHANG, R. Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, n. 4, p. 1024-1030, 1997.

ZIMMER, A.; KICHEL, A. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. [S.l.]: Embrapa Gado de Corte, 2012.