

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

Eduardo Junio da Silva Magalhães

Graduando em Zootecnia

**Consórcio de sorgo forrageiro com *Urochloa brizantha* cv.
Marandu para renovação de área degradada**

Dracena

2023

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

Eduardo Junio da Silva Magalhães

Graduando em Zootecnia

**Consórcio de sorgo forrageiro com *Urochloa brizantha* cv.
Marandu para renovação de área degradada**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientador: Profa. Dra. Associada Cristiana Andrighetto.
Co-orientador: Msc. João Vitor França Pirola.

Dracena
2023

Inserir nesta página a versão digitalizada do
certificado de aprovação.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Consórcio de sorgo forrageiro com *Urochloa brizantha* cv. Marandu para renovação de área degradada.

Modalidade: Trabalho de pesquisa.

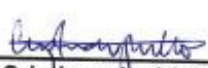
Autor: Eduardo Junio da Silva Magalhães.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiana Andrighetto.

Co-orientador: Msc. João Vitor França Pirola.

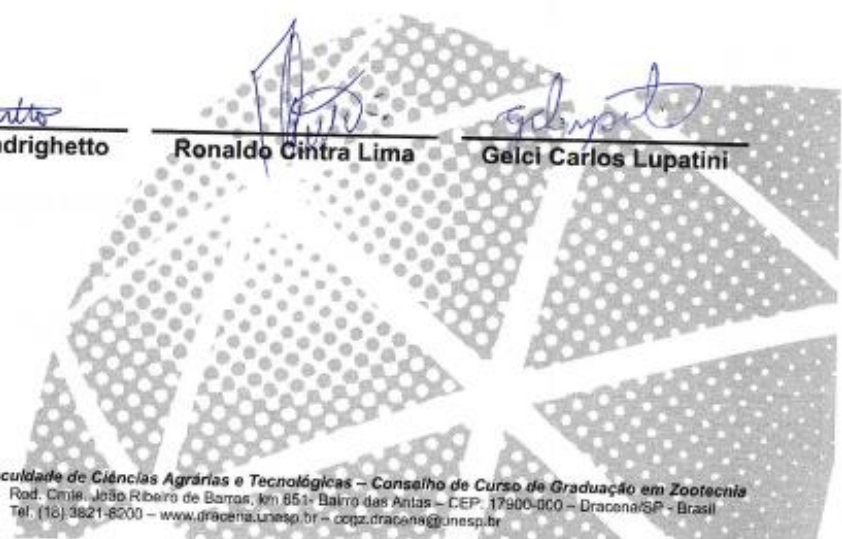
Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 24/10/23


Cristiana Andrighetto


Ronaldo Cintra Lima


Gelci Carlos Lupatini



Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Conselho de Curso de Graduação em Zootecnia
Rod. Cmlr. João Ribeiro de Barros, km 851- Bairro das Antas – CEP: 17900-000 – Dracena/SP - Brasil
Tel. (18) 3821-8200 – www.dracena.unesp.br – ccgz.dracena@unesp.br

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rosinei e Marcílio, por ter me dado a oportunidade de ter uma breve passagem nessa pequena terra, trazendo comigo muitos ensinamentos, educação e uma baita vontade de fazer o nosso ambiente melhor.

AGRADECIMENTOS

A FCAT-UNESP de Dracena por conceder o setor de bovinocultura de corte para realização deste estudo. Além disso, por todos os conhecimentos unicamente aprendidos dentro da mesma que, além de proporcionar ciência auxiliou em moldar o meu caráter como ser humano.

A minha mãe Rosinei e meu pai Marcílio, pela, educação, incentivo e apoio durante toda minha vida e graduação.

A Professora Cristiana Andrighetto, por me conceder a confiabilidade em ser seu aluno, além disso, foi uma segunda mãe em momentos de extrema instabilidade, minha gratidão será eterna e sempre lembrada.

Ao meu amigo João Vitor França Pirola, que nesta ocasião foi meu coorientador, porém, sou grato pela amizade que vem de longos anos antes do início de minha graduação.

A Beatriz Bruno Ré, que desde o nosso primeiro ano de graduação, topamos juntos o desafio de assumir a Empresa Júnior GERUD do nosso campus, onde, graças a mesma nos moldamos como pessoas e criamos um forte laço de amizade sólida.

Ao Daniel Moretto Casali (Resto) e Leandro Aparecido Ferreira (Wrap) por terem despertado a semente da ciência durante minha graduação.

Aos meus amigos que criei graças a graduação, Camila Franco, Luana Albuquerque, Anabelle Barbosa, Thiago Santana e Jandir Júnior deixo aqui o meu obrigado por tudo que fizemos e passamos juntos.

Aos meus amigos da minha cidade natal Dracena, Victor Scaliante, Thiago, João Gevesier e Felipe Crepaldi que mesmo cada um estando em diferentes cidades nunca perdemos o nosso laço de amizade.

Ao grupo de Estudos NERU/NEEL, pelas diversas discussões realizadas ao longo dos anos e aos ensinamentos obtidos unicamente pelo grupo porque sei que teve contribuição na minha formação pessoal e profissional.

Agradecimento a empresa Santa Helena Sementes® por conceder o híbrido SHS 570 Astral para condução deste estudo.

“É necessário cuidar da ética para não anesthesiarmos a nossa consciência e começarmos a achar que tudo é normal.”

(Mario Sérgio Cortella).

“Enquanto menos pessoas souberem da sua vida, seus projetos e seus sonhos, mais feliz e bem sucedido você será. Vai lá e resolve porra.”

(Evandro Guedes).

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial produtivo do sorgo forrageiro e da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em sistema de integração lavoura-pecuária. O experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP Campus de Dracena. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três tratamentos e seis repetições, sendo: Tratamento 1: Sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®); Tratamento 2: Sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu; Tratamento 3: *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Foi avaliado altura de planta, diâmetro basal de colmo, produtividade de massa verde e seca, massa verde e seca de grãos de panículas, número de panículas por hectare e índice de plantas como observações agronômicas para o sorgo forrageiro. Foi avaliada produtividade de massa verde e seca, composição morfológica de folhas, colmos e material senescente como observações agronômicas para *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Ainda, foi avaliado matéria seca e proteína bruta como observações bromatológicas tanto, ao sorgo forrageiro e *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Todos os dados foram submetidos ao software SAS On Demand for Academics® e aplicados a análise de variância considerando significativos quando $P < 0,05$. As características agronômicas e bromatológicas do sorgo não se alteraram quando ambos materiais foram consorciados. A produção de massa seca de colmo, folha e material senescente, foram maiores para a *Urochloa brizantha* cv. Marandu sem consórcio com sorgo forrageiro SHS 570 Astral. O híbrido SHS 570 Astral Santa Helena Sementes® foi validado para sua utilização em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu com possibilidade de recuperar áreas degradadas.

Palavras-chave: Capim-marandu; Composição bromatológica; Integração lavoura-pecuária

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the production potential of forage sorghum and *Urochloa brizantha* cv. Marandu in integrated crop-livestock system. The experiment was carried out at the Faculty of Agricultural and Technological Sciences of UNESP Dracena Campus. The experimental design used was randomized blocks with three treatments and six replications: Treatment 1: Forage sorghum SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®); Treatment 2: Forage sorghum SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) in consortium with *Urochloa brizantha* cv. Marandu; Treatment 3: *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Plant height, basal stem diameter, green and dry mass yield, green and dry mass of panicle grains, number of panicles per hectare and plant index were evaluated as agronomic observations for forage sorghum. Green and dry mass productivity, morphological composition of leaves, stem and senescent material were evaluated as agronomic observations for *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Dry matter and crude protein were also evaluated as bromatological observations for both forage sorghum and *Urochloa brizantha* cv. Marandu. All the data was submitted to the SAS On Demand for Academics® software and applied to analysis of variance, considering it significant when $F < 0.05$. The agronomic and bromatological characteristics did not change when the two materials were intercropped. The hybrid SHS 570 Astral Santa Helena Sementes® was validated for use in intercropping with *Urochloa brizantha* cv. Marandu, with the possibility of recovering degraded areas.

Palavras-chave: Integrated crop-livestock system, Marandu palisadegrass; Bromatological composition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem da área experimental.

Figura 2 – Precipitação pluviométrica e temperatura mínima, média e máxima no período de realização do estudo de dezembro de 2021 a abril de 2022.

Figura 3 – Ilustrações de sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Figura 4 – Distribuição das unidades experimentais nos diferentes blocos.

Figura 5 – Localização do croqui na área experimental.

Figura 6 – Área experimental após manipulação.

Figura 7 – Semeadura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu na área experimental.

Figura 8 – Adubação de cobertura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Figura 9 – Plantas do sorgo forrageiro SHS 570 Astral no momento em que atingiu o ponto de colheita.

Figura 10 – Momento da colheita do sorgo forrageiro SHS 570 Astral.

Figura 11 – Avaliações de produtividade de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Figura 12 – Separação morfológica de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Figura 13 – Etapas do processo para determinação da matéria seca do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Figura 14 – Amostras de sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu sendo moídas em moinho Willey.

Figura 15 – Etapas do processo de determinação de N.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos de solo da área experimental antes de iniciar o estudo.

Tabela 2 – Atributos químicos de solo da área experimental após realizar o estudo.

Tabela 3 – Variáveis de desenvolvimento do sorgo forrageiro SHS 570 Astral em consórcio com e sem *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Tabela 4 – Produtividade e características agronômicas do sorgo forrageiro SHS 570 Astral com e sem consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Tabela 5 – Avaliações produtivas e morfológicas para *Urochloa brizantha* cv. Marandu com e sem consórcio com sorgo forrageiro SHS 570 Astral.

Tabela 6 – Matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) do sorgo forrageiro SHS 570 Astral com e sem consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Tabela 7 - Matéria seca (MS) e Proteína bruta (PB) da *Urochloa brizantha* cv. Marandu com e sem consórcio com sorgo forrageiro SHS 570 Astral.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cv	Coeficiente de variação
cv	Cultivar
t/ha	Tonelada por hectare
kg/ha	Quilos por hectare
m	Metro
cm	Centímetros
mm	Milímetros
SHS 570	Sorgo forrageiro cultivar Santa Helena 570 Astral
G i.a. ha	Gramas de ingrediente ativo por hectare
PRNT	Poder relativo de neutralização total
N	Nitrogênio
DAP	Difosfato de amônio
AP	Altura de planta
DBC	Diâmetro basal de colmo
EFPha	Estande final de plantas por hectare
NPha	Número de panículas por hectare
MVGha	Massa verde de grãos por hectare
MSGha	Massa seca de grãos por hectare
PMVha	Produtividade de massa verde por hectare
PMSha	Produtividade de massa seca por hectare
PMSFha	Produtividade de massa seca de folhas por hectare
PMSCha	Produtividade de massa seca de colmos por hectare
PMSMSha	Produtividade de massa seca de material senescente por hectare
%FOL	Porcentagem de folha
%COL	Porcentagem de colmo
%MS	Porcentagem de material senescente
F:C	Relação folha colmo
F:S	Relação folha material senescente
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivos	
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Degradação de áreas agropecuárias	14
3.2 Consórcio entre o sorgo forrageiro e a <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Descrição da área experimental do estudo	18
4.2 Delineamento experimental do estudo	19
4.3 Instalação das unidades experimentais para o estudo	20
4.4 Manejos fitossanitários realizados durante o estudo	24
4.5 Avaliações agronômicas do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®)	25
4.6 Avaliações para determinação do ponto de colheita do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	25
4.7 Avaliações de produtividade do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®)	26
4.8 Avaliações de produtividade para <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	28
4.9 Avaliações de composição morfológica para <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	30
4.10 Análises químicas bromatológicas para sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	32
4.11 Análises estatísticas dos dados	35.
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6 CONCLUSÃO	41
7 REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário tem como objetivo produzir alimentos de forma sustentável, primando pela conservação dos recursos naturais. A intensificação do sistema de produção é uma alternativa para atender o suprimento nacional e mundial, especialmente de alimentos, sem a necessidade de abertura e uso de novas áreas. Juntamente, a maximização no desempenho produtivo depende de tecnologias e níveis técnicos elevados para que os resultados sejam absorvidos na linha final de produção (BURGENSTAB, 2012).

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo e pode aumentar a produção com a recuperação de áreas degradadas. Entretanto, para a recuperação e reforma de pastagens são demandados grandes investimentos, desta forma, têm-se buscado diversas técnicas e sistemas com o objetivo de diminuir os custos deste processo, aumentando a produtividade tanto de carne como de leite e ainda liberando áreas para outras culturas.

O consórcio entre culturas anuais e forrageiras, vem ganhando o seu espaço na recuperação de áreas degradadas, com o propósito ainda de alavancar os índices produtivos aliados às boas práticas sustentáveis.

A introdução de espécies forrageiras no sistema de produção traz melhor desempenho na produção da lavoura, formação de palhada de qualidade, em casos de plantio direto ou recuperação de pastagens, intensificando a produção por área (GONCENÇO *et al.*, 2013).

Segundo Balbino, Barcelos e Stone (2011), o Sistema Barreirão é um sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), utilizado para a recuperação/renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais, principalmente o arroz de sequeiro, milho e sorgo, que são culturas que se adaptam bem às condições edafoclimáticas do Cerrado. Um dos objetivos principais dessa prática é a cobertura parcial ou total dos custos de recuperação da pastagem com a produção de grãos (TORRE, ASSIS E LOSS, 2018), proporcionando a sustentabilidade, de forma, que as restaurações de áreas aumentem a produtividade por hectare sem realizar o desbravamento de novas áreas.

Dentre as culturas com finalidade de recuperar solos degradados, o sorgo (*Sorghum bicolor*) tem sido uma opção vantajosa em regiões tropicais, com baixo índice pluviométrico, em que o milho não propicia uma alta produtividade (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011).

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu, tem sido bastante utilizada por produtores que desejam adicionar gado ao sistema de integração, em função da fácil implantação e à lenta formação inicial, proporcionando menor competição com as culturas e a formação de massa é considerada muito boa (MELOTTO *et al.*, 2013).

Os sistemas de integração entre culturas podem ser bem complexos, em alguns casos, levantando necessidade de diferentes manejos e formas estratégicas de implantação para determinada atividade, tendo em vista, que seja necessário conhecer bem os materiais utilizados para expressar então o verdadeiro potencial dentro do sistema de produção (SEKIYA, 2019).

Conforme exposto a recuperação de áreas degradadas é importante para o aumento da produtividade da pecuária brasileira. O estudo de alternativas de consórcio para a recuperação de áreas degradadas em diferentes regiões, se faz necessário para estimular a utilização de técnica pelos produtores com maior eficiência.

2 OBJETIVOS

Avaliar as características agronômicas e bromatológicas do sorgo forrageiro em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. E as características produtivas, morfológicas e bromatológicas da *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Degradação de áreas agropecuárias

Segundo IBGE (2017), o Brasil expressa um território de aproximadamente 851.600.000 milhões de hectare em sua totalidade e 163,1 milhões de hectare em pastagem ou 19% da área total que possui destinação a alimentação de bovinos.

Quando perfil da pecuária brasileira é analisado, identifica-se que a taxa de lotação média é baixa, sendo que no ano 2022 foi de 0,9 UA/ha, enquanto, no ano de 2023 este número foi superior em 1,02 UA/ha (ABIEC, 2022; ABIEC, 2023);

Mesmo assim, o Brasil encontra-se como um dos maiores produtores de alimentos do mundo sendo, a carne bovina uma das principais fontes representado por 42,31 milhões de carcaças abatidas e um equivalente de 10,79 milhões de toneladas de carcaça, sendo estes, 81,98% oriundos de um sistema extensivo e

apenas 18,02% de confinamento, ou seja, que passaram por toda sua criação ou parte dela consumindo uma dieta totalmente a base de forragem (ABIEC, 2023).

Associado a baixa taxa de lotação média das propriedades brasileiras, está associado ao estado de degradação das pastagens (DIAS-FILHO, 2007). A insustentabilidade no tocante produtivo dos sistemas agropecuários de pastagens torna-os uma atividade exploração intensiva e extrativista devido à ausência de tecnologia, independente, de qual seja ela aliado a escassez de boas práticas de manejo. Sabe-se que o pisoteio excessivo e taxa de lotação elevada resulta no surgindo de problemas com danificação do solo, das pastagens e o surgimento de plantas daninhas torna-se rotineiro.

A degradação do solo é um dos maiores desafios da atividade agropecuária desde o passado (BERTONI e NETO, 1993). Juntamente, explica-se que a degradação do solo é tratada como sinônimo de degradação, conseqüentemente, podendo ser ambos justificados pela queda de produtividade acentuada, drástica diminuição da capacidade de suporte esperada para aquela área e um desempenho animal nada desejado (DIAS-FILHO, 2007).

Pensando em entender os fatores que levam uma área agropecuária alcançar determinado nível de improdutividade, em geral, as diversas mudanças provocadas na degradação de solos sob pastagem são geradas pela atividade antrópica que é a alteração nos atributos físico, químicos e biológicos de um solo agrícola (COOPER, (2008).

Nicholls *et al.* (2004), relata que muitos agricultores possuem seu próprio indicador de estimativa para a qualidade de solo. Mas, entende-se que a partir de análises físicas, químicas e biológicas presentes no dia de hoje é possível verificar a redução da capacidade produtiva, assim como a redução de área de solo coberta por pastagem com o surgimento de manchas de solo descoberto e sinais que podem ser identificados visualmente como erosão ou início do processo erosivo (NASCIMENTO *et al.*, 2006; DIAS-FILHO, 2011).

Em trabalho mais recente de LAPIG (2020), com o objetivo de utilizar equipamentos de infravermelho para identificar os níveis qualitativos das áreas brasileiras, conseguiram relatar que cerca de 80% das áreas de pastagens destinadas a alimentação animal estão em elevado nível de degradação, tornando as áreas incapazes de superar efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras de maneira independente.

3.2 Consórcio entre o sorgo forrageiro e a *Urochloa brizantha* cv. Marandu

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) faz parte da família Poaceae, sendo um produto da intervenção do homem que domesticou a espécie, e, ao longo de gerações vem transformando-a para as necessidades humanas e animal. A planta é de enorme utilidade em regiões muito quentes e mais seca, onde o homem não consegue boas produtividades de grãos ou de forragem cultivando outras espécies, como exemplo, o milho que é denominado o alimento energético mais utilizado na alimentação de diferentes animais (FILHO e FOMASIERI, 2009).

O sorgo é uma cultura agrícola que atualmente vem ganhando destaque por apresentar uma tolerância natural a condições de estresse hídrico, ocasionado muito pelos veranicos ocorridos em meio a época de cultivo (CANIATO *et al.*, 2014). É uma alternativa eficiente como complemento alimentar para ruminantes, na forma de silagem ou pastejo, por contribuir com quantidades de amido significativas quando comparado ao milho (ALVARENGA, 2006).

As gramíneas forrageiras que apresentam bons resultados nos sistemas de consórcio são as do gênero *Urochloa*, sendo as de uso mais comum: *U. ruziziensis*, *U. decumbens* cv. Basilisk, *U. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés, BRS Piatã (ZIMMER *et al.*, 2012).

As gramíneas do gênero *Urochloa*, possuem sistema radicular fasciculado, de rápido estabelecimento proporcionando melhor estruturação do solo, com formação de agregados estáveis, macroporosidade e canais (SALTON *et al.*, 2014), destacam-se entre as demais nas pastagens brasileiras, possuem algumas aptidões importantes como, o fácil estabelecimento e manejo, se desenvolvem em diferentes condições de solos, produzem forragem de qualidade durante a estação chuvosa e mantem qualidade razoável no período da seca (MACHADO *et al.*, 2010).

A *U. brizantha* cv. Marandu, é bastante utilizada por produtores que desejam adicionar gado ao sistema de integração, em função da fácil implantação e à lenta formação inicial (MELOTTO *et al.*, 2013), além disso apresenta boa tolerância às cigarrinhas das pastagens e boa cobertura do solo com domínio sobre invasoras (ZIMMER *et al.*, 2012).

Alguns autores buscaram avaliar a substituição do milho pelo sorgo no consórcio entre culturas no período de safrinha para renovação de áreas degradadas. Rezende *et al.* (2016) avaliaram o híbrido sorgo forrageiro Volumax para silagem em

consórcio com diferentes cultivares de capim e não observaram diferenças estatísticas sob a produtividade de massa seca de planta inteira de sorgo quando comparados aos tratamentos consorciados e solteiro. Após 117 dias de corte do sorgo, a massa seca de forragem foi de 1.507,3; 1.789,1; 2.500,2 e 1.788,0 kg ha⁻¹ para capim Marandu, Xaraés, Mombaça e Massai, respectivamente.

Buscando aumentar os níveis de produtividade com incremento de tecnologia de adubação, Mateus *et al.* (2016), avaliaram o híbrido 8118 de sorgo granífero em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça, por três anos agrícolas seguidos e observaram que o tratamento com Mombaça teve efeito na queda de produção de grãos de sorgo quando se compara aos tratamentos de consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça.

Bazzi *et al.* (2019), buscaram avaliar a produtividade do sorgo forrageiro (BRS 655) e capim Marandu em diferentes espaçamentos entre linhas e modalidades de semeadura, concluíram que a redução no espaçamento do sorgo promoveu aumento em sua produtividade e quando avaliaram o espaçamento de 0,35m com capim Marandu os resultados foram similares ao solteiro. A produtividade do capim Marandu foi comprometida pelo sombreamento provocado pelo sorgo, resultado menor da massa seca de forragem.

Costa *et al.* (2015), verificaram os atributos do solo em integração lavoura-pecuária com utilização do sistema de plantio direto com as culturas do milho e sorgo forrageiro solteiro ou consorciados com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Megathyrsus* cv. Tanzânia para ensilagem. Os autores concluíram que, mesmo com elevados manejos de maquinários para manutenção da área o sistema de integração entre as culturas foi eficiente para manutenção e melhoria de fertilidade e estoques de carbono no solo, promovendo ainda a redução de compactação com incremento positivo da macroporosidade e porosidade total e diminuição da resistência a penetração do solo nas camadas de 0,0 – 0,10 e 0,10 - 0,20 m que são interessantes para capins.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da área experimental do estudo

O estudo foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Dracena no setor de bovinocultura de corte, nas coordenadas geográficas 22°27' Sul e 51°33' Oeste de Greenwich, altitude média de 378 metros (m). A execução do estudo aconteceu no período de dezembro de 2021 a abril de 2022.

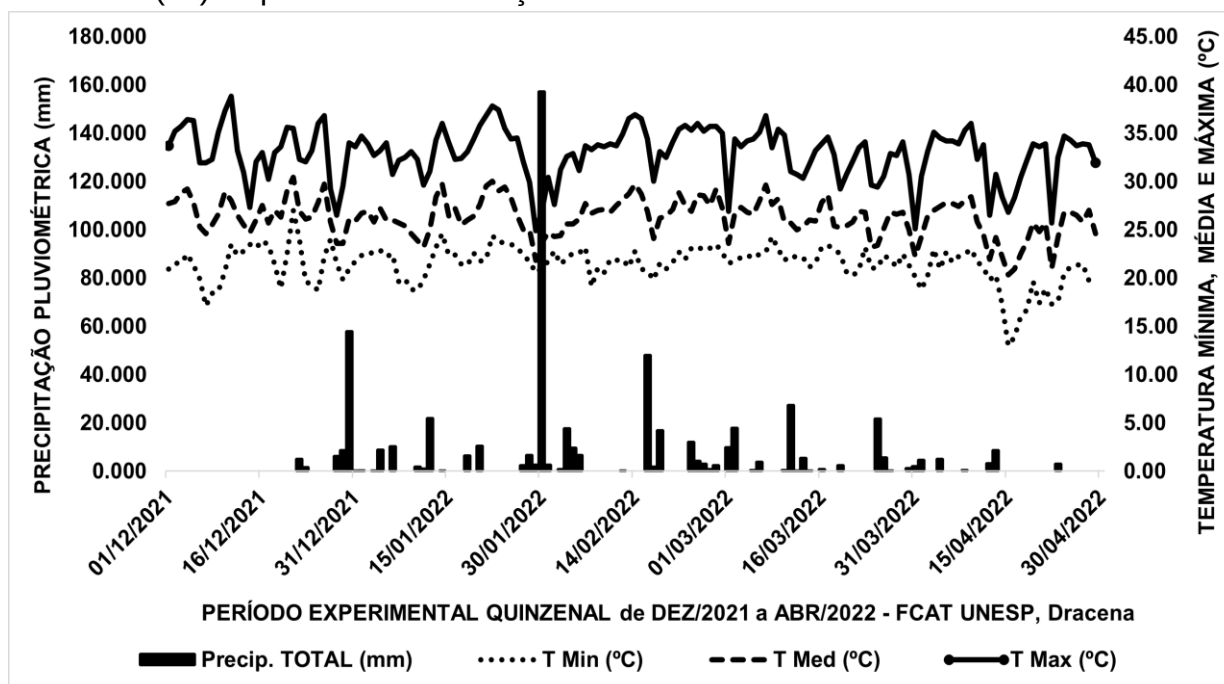
Figura 1. Imagem da área experimental.



Fonte: Adaptado de Google Earth®Image.

O clima da região é o Aw caracterizado como clima tropical com invernos secos (ALVARES et al., 2013). A precipitação anual média da região é de 1.132 milímetros (mm) com temperatura média de 23,9°C, havendo ainda possibilidades de veranicos durante toda estação do verão.

Figura 2 – Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura mínima, média e máxima (°C) no período de realização do estudo de dezembro de 2021 a abril de 2022.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

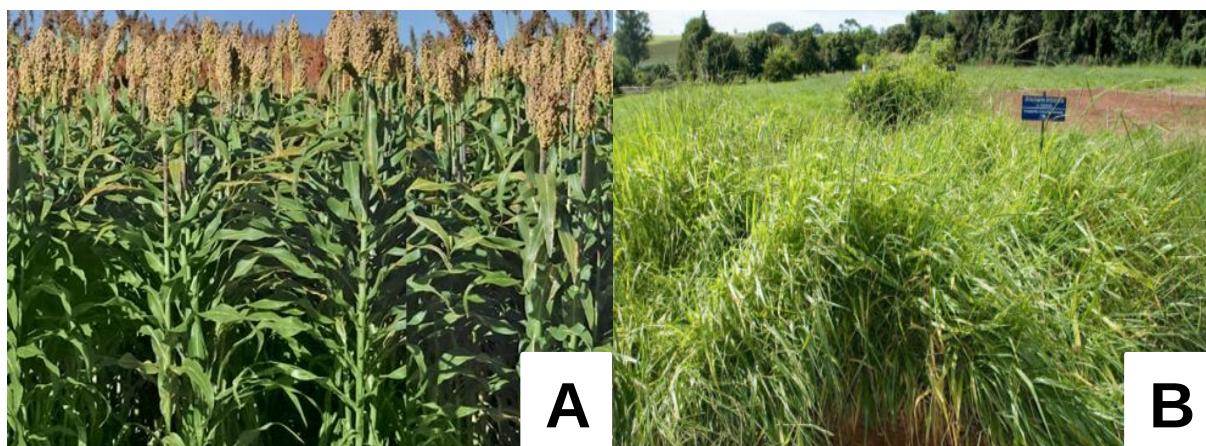
4.2 Delineamento experimental do estudo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três tratamentos e seis repetições, sendo: Tratamento 1: Sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) sem consórcio (SHS); Tratamento 2: Sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (SHS+MAR); Tratamento 3: *Urochloa brizantha* cv. Marandu (MAR) sem consórcio.

A cultivar SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) (**Figura 3A**) foi escolhida por ser um híbrido com boa participação de massa verde e grãos, ter um ciclo precoce, boa população de plantas na safrinha e com qualidade bromatológica interessante, quando comparada ao milho, sendo uma alternativa para ensilagem.

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu (**Figura 3B**) foi escolhida por ser um capim com alta produção de forragem, bem persistente, boa capacidade de rebrota e a seca.

Figura 3. Ilustrações de sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu.



A: Ilustração de sorgo forrageiro; **B:** Ilustração de *Urochloa brizantha* cv. Marandu; **Fonte:** Santa Helena Sementes e EMBRAPA.

4.3 Instalação das unidades experimentais para o estudo.

A instalação do estudo iniciou-se com a distribuição das unidades experimentais com critérios visando eliminar possíveis efeitos entre os tratamentos nos diferentes blocos experimentais conforme ilustrado na **(Figura 4)**.

Figura 4. Distribuição das unidades experimentais nos diferentes blocos.

BLOCO 1 MARANDU	BLOCO 4 SHS 570 + MARANDU
BLOCO 1 SHS 570	BLOCO 4 MARANDU
BLOCO 1 SHS 570 + MARANDU	BLOCO 4 SHS 570
BLOCO 2 SHS 570	BLOCO 5 MARANDU
BLOCO 2 SHS 570 + MARANDU	BLOCO 5 SHS 570 + MARANDU
BLOCO 2 MARANDU	BLOCO 5 SHS 570
BLOCO 3 SHS 570 + MARANDU	BLOCO 6 SHS 570
BLOCO 3 SHS 570	BLOCO 6 MARANDU
BLOCO 3 MARANDU	BLOCO 6 SHS 570 + MARANDU

SHS 570: Sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) sem consórcio; **MARANDU:** *Urochloa brizantha* cv. Marandu sem consórcio; **SHS 570 + MARANDU:** SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

Figura 5. Localização do croqui na área experimental.



B1, B2, B3, B4, B5 e B6: Blocos e unidades experimentais na área experimental; **Fonte:** Adaptado de Google Earth®Image.

Na **(Figura 5)**, é possível visualizar a localização da área experimental com a distribuição das unidades experimentais nos diferentes blocos **(Figura 4)**.

Antes do início do estudo, a área experimental possuía pastagem de *Urochloa decumbens* há cerca de dez anos com elevado nível de degradação. Portanto, foram coletadas amostras de solo em profundidade de 0-20 centímetros (cm) com auxílio de sonda em diversos pontos da área, homogeneizando-as e retirado uma amostra composta para caracterização química e classificação do solo **(Tabela 1)**.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental antes de iniciar o estudo.

Camada (cm)	pH (CaCl2)	M.O g dm-3	P (Resina) mg dm-3	S	Al 3+	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %	m %	K	Ca	Mg
mmol dm3													% na CTC			
0 - 20	5,1	9	5	1	0	17	0,4	12	6	18	35	52	0	1	34	17

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O solo foi classificado como Argissolo vermelho distrófico típico de textura arenosa (EMBRAPA, 2013). Além disso, foi tomada decisão de realizar a adubação e correção atendendo as necessidades da cultura principal do estudo, sendo ela, o sorgo forrageiro para produção de silagem e seguindo as recomendações do Boletim 100 (VAN RAIJ et al., 1996).

Sendo assim, em outubro de 2021 a área experimental foi dessecada com glyphosato ($1.800 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) para eliminação de plantas daninhas e da *Urochloa decumbens* presente na área e o solo foi preparado mecanicamente por meio de aração e grade niveladora. Ainda, após manipulação do solo da área experimental foi realizado aplicação de $1,6 \text{ t/ha}$ de calcário dolomítico (PRNT 100%) para correção de acidez do solo (**Figura 6**).

Figura 6 – Área experimental após o manejo do solo.



Fonte: Elaborado pelo próprio ator.

Em dezembro de 2021, foi realizado o planejamento das parcelas para semeadura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Sendo assim, cada parcela ilustrada no croqui experimental (**Figura 4 e 5**) foi desenhada para conter um comprimento de sete metros e quatro linhas de largura espaçadas a $0,90 \text{ centímetros (cm)}$, totalizando $8,4 \text{ metros quadrados (m}^2\text{)}$ por parcela e $151,2 \text{ m}^2$ de área total avaliada. E, foi determinado que as avaliações fossem realizadas nas duas linhas centrais de cada parcela com cinco metros, desprezando um metro em cada extremidade e as duas linhas de bordadura de cada parcela com a finalidade de eliminar efeitos dos blocos nos tratamentos.

No dia 31 de dezembro de 2021 iniciou a semeadura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu (**Figura 7AB**). No primeiro momento, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi semeada a lanço manualmente com 8 kg de sementes puras e viáveis por hectare e incorporadas com grade niveladora. Em seguida, o sorgo forrageiro SHS 570 Astral em uma semeadora regulada para uma profundidade de $0,03 \text{ cm}$, 14 sementes por metro e espaçadas a $0,90 \text{ cm}$. Vale

ressaltar, que mesmo com a regulagem correta da máquina a mesma mostrou-se com eventuais problemas e após emergência das plantas foi possível visualizar uma despadronização no número de plantas por metro na área experimental, portanto, foi realizado a retirada de algumas plantas resultando em um número de 5 plantas por metro com finalidade de padronizar e evitar influência nas unidades experimentais.

Figura 7 – Semeadura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu na área experimental.

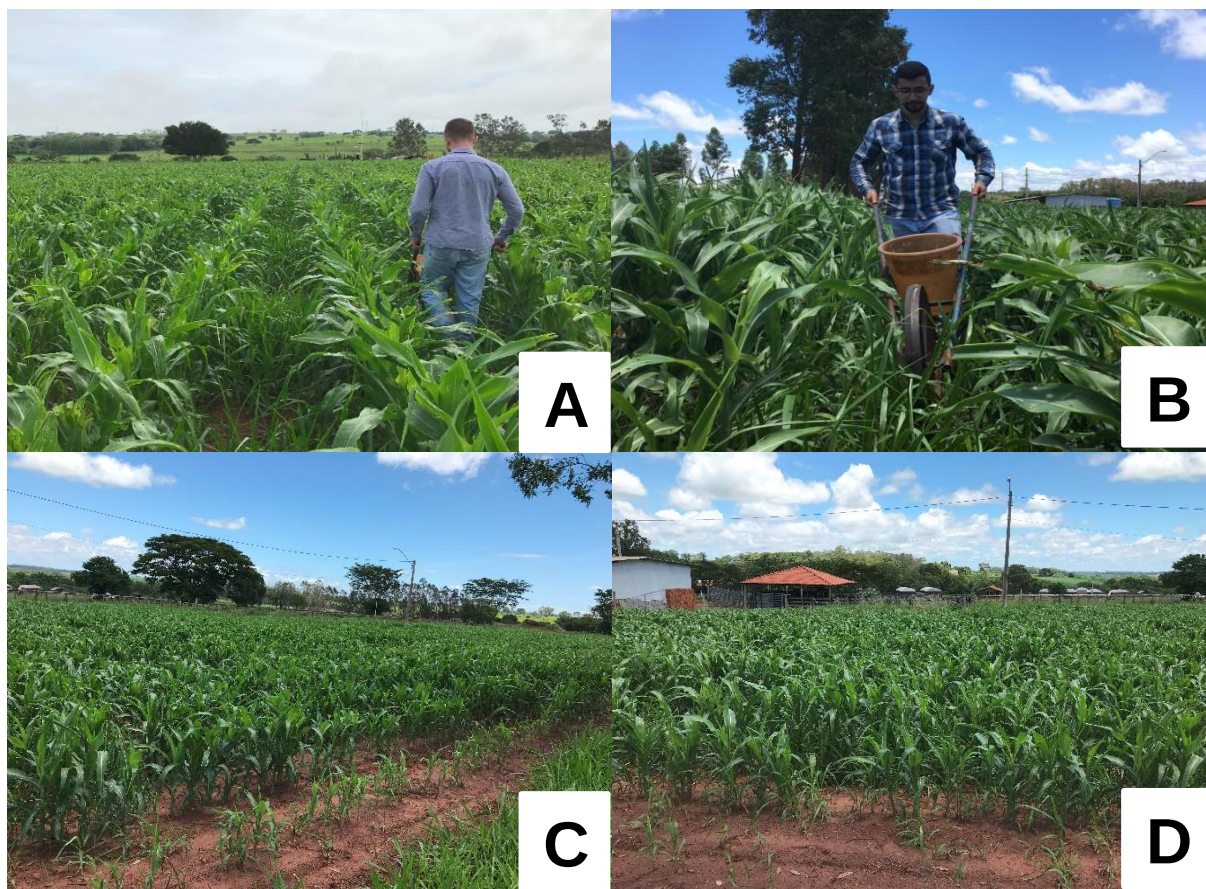


A: Semeadura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **B:** Área experimental após semeadura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu;
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A adubação de plantio foi realizada na linha de semeadura no dia 22 de dezembro de 2021 com 670 kg por ha⁻¹ de fertilizante 04:14:08 fornecendo 26,8 kg de nitrogênio (N) por ha⁻¹, 93,8 kg de P₂O₅ por ha⁻¹ e 53,8 kg de K₂O por ha⁻¹, conforme recomendações de Cantarella, Rajj e Carmago (1997) para a cultura principal do estudo sendo ela o sorgo forrageiro para produção de silagem.

A adubação de cobertura foi realizada nos dias 03 e 04 de fevereiro de 2022 manualmente com 160 kg por ha⁻¹ de cloreto de potássio fornecendo 96 kg de K₂O por ha⁻¹ e 420 kg por ha⁻¹ de sulfato de amônio fornecendo 84 kg de N por ha⁻¹ (**Figura 8ABCD**). A tomada de decisão para realização da adubação de cobertura foi no momento em que as plantas do sorgo apresentaram seu estágio fenológico V6, de acordo com recomendações de (CATARELLA et al., 1997).

Figura 8 – Adubação de cobertura do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu



A e B: Realização da adubação manual de cobertura; **C e D:** Área experimental após execução da adubação de cobertura; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

4.4 Manejos fitossanitários realizados durante o estudo.

Durante o estudo houve a necessidade de realizar manejos fitossanitários conforme o necessário em determinados momentos. Sendo assim, com o objetivo de controlar invasoras, foi realizada aplicação de Atrazina em 3 L ha^{-1} de 18DAP para o controle de lagartas e pulgões. Após, ser atingido o nível de controle também foi realizado aplicação de lagarticida a base de tiametoxam, piretroide e metomil (Engeo Pleno, Imunite e Lannate). A aplicação foi de Kumulus em $0,600 \text{ kg ha}^{-1}$ como desalojante de lagarta fornecendo 200g para 100 L de calda e inseticida sistêmico imidacloprid (Granary) em $0,300 \text{ kg ha}^{-1}$ fornecendo 300 L ha^{-1} de calda para o controle de pulgões.

4.5 Avaliações agronômicas do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®).

As variáveis de desenvolvimento do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) avaliadas foram altura de planta (AP) e diâmetro basal de colmo (DBC). Sendo assim, no dia 03 de março de 2022 foi realizado a biometria do sorgo forrageiro SHS 570 Astral antes da emergência da panícula, em três plantas representativas por parcela.

Portanto, a mensuração de AP foi realizada com o auxílio de uma trena graduada em milímetros do colo da planta a ponta da panícula e o DBC foi mensurado com o auxílio de um paquímetro com precisão de 0,1 mm no segundo entrenó a partir da base da planta.

4.6 Avaliações para determinação do ponto de colheita do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Uma vez que, o sorgo forrageiro foi definido como cultura principal o mesmo foi o critério para tomada de decisão da colheita. Logo, quando a cultura atingiu sua maturidade fisiológica (**Figura 9A**) com os grãos pastosos e escuros (**Figura 9B**) foi realizado amostragens na área para determinar a matéria seca (MS), e, quando os teores apresentaram entre 30 e 35% (**Figura 9C**) foi determinado o início da colheita, sendo datado os dias 14 e 15 de abril de 2023.

A colheita do sorgo forrageiro foi realizada igualmente para todas as unidades experimentais, de forma manual, para que a colheita não influenciasse nas diferentes unidades experimentais, tendo uma altura de corte de 20 cm.

Figura 9 – Plantas do sorgo forrageiro SHS 570 Astral no momento em que atingiu o ponto de colheita.



A: Sorgo forrageiro SHS 570 Astral em seu estado de maturidade fisiológica; **B:** Panícula de sorgo forrageiro SHS 570 Astral com grãos pastosos e escuros; **C:** Sorgo forrageiro SHS 570 Astral em estufa de circulação forçada; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

4.7 Avaliações de produtividade do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®)

As variáveis produtivas do sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) avaliadas foram estande final de plantas por hectare (EFPha), número de panículas por hectare (NPha), massa verde de grãos por hectare (MVGha) e massa seca de grãos por hectare (MSGha) através da contagem de 1000 grãos, produtividade de massa verde por hectare (PMVha), produtividade de massa seca por hectare (PMSha) e índice de panículas (IP) foram realizadas nos dias 14 e 15 de abril no momento da colheita.

Portanto, para determinação do EFPha (Equação 1), NPha (Equação 2), MVGha (Equação 3), MSGha (Equação 4), PMVha (Equação 5), PMSha (Equação 6) e IPha (Equação 7) foram utilizadas 10 plantas e panículas nas duas linhas centrais de cada parcela considerando cinco metros, desprezando um metro em cada extremidade e as duas linhas de bordadura de cada parcela experimental, posteriormente, aplicando a diferentes fórmulas matemáticas.

Aplicação da (Equação 1) para obtenção do EFPha:

$$\text{EFPha} = \text{NP (m)} \times \text{mL}$$

Em que,

NP = número de plantas avaliadas nas duas linhas centrais dividido pelo comprimento da linha avaliada;

mL = resultado da divisão de um hectare pelo espaçamento entre linhas;

Aplicação da (Equação 2) para obtenção do NPha:

$$\text{NPha} = \text{NPA} \times \text{mL}$$

Em que,

NPA = número de plantas avaliadas;

mL = resultado da soma do número de panículas nas duas linhas centrais por cinco metros avaliados;

Aplicação da (Equação 3) para obtenção de MVGha:

$$\text{MVGha} = \text{MVGP} \times \text{NPha}$$

Em que,

MVGP = massa verde de grãos e panículas;

NPha = número de panículas por hectare;

Aplicação da (Equação 4) para obtenção de MSGha:

$$\text{MSGha} = \text{MVGha} \times \% \text{MSG} / 100$$

Em que,

MVGha = massa verde de grãos por hectare;

%MSG = porcentagem de matéria seca da massa verde de grãos por hectare;

Aplicação da (Equação 5) para obtenção de PMVha:

$$\text{PMVha} = \text{PP} \times \text{MV} / \text{NPA}$$

Em que,

PP = população de plantas por metro;

MV = massa verde de 20 plantas;

NPA = número de plantas avaliadas;

Aplicação da (Equação 6) para obtenção de PMS_{ha}:

$$\text{PMS}_{\text{ha}} = \text{PMV}_{\text{ha}} \times \% \text{MS} / 100$$

Em que,

PMV_{ha} = produtividade de massa verde por hectare;

% MS = porcentagem de matéria seca da planta inteira;

Aplicação da (Equação 7) para obtenção de IP:

$$\text{IP} = \text{NPha} / \text{EFP}$$

Em que,

NPha = número de panículas por hectare;

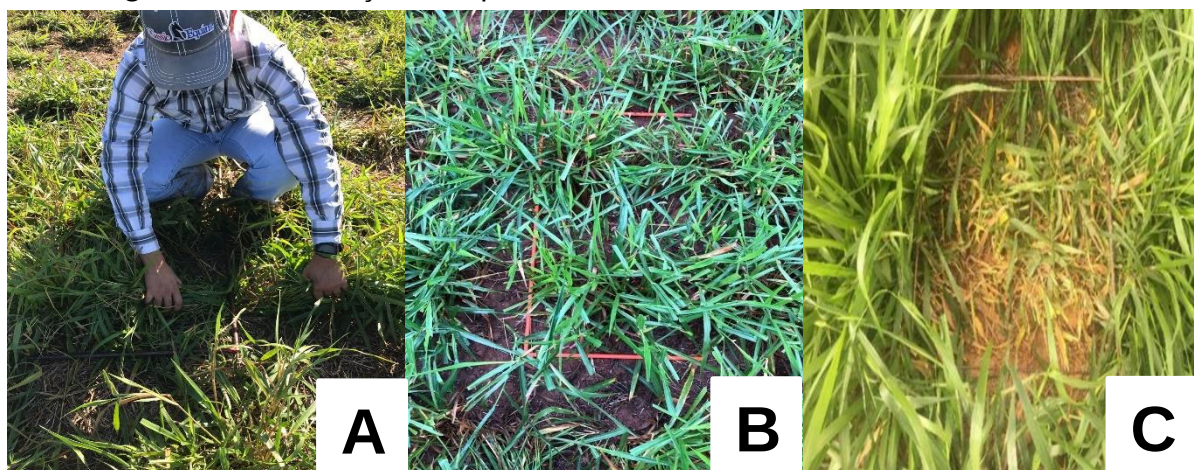
EFP = estande final de plantas;

4.8 Avaliações de produtividade para *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

As variáveis produtivas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliadas foram produtividade de massa verde por hectare (PMV_{ha}), produtividade de massa seca por hectare (PMS_{ha}), produtividade de massa seca de folhas por hectare (PMSF_{ha}), produtividade de massa seca de colmo por hectare (PMSCh_{ha}), produtividade de massa seca de material senescente por hectare (PMSMS_{ha}) e foram realizadas nos dias 14 e 15 de abril no momento da colheita.

Portanto, para determinação da PMV_{ha} (Equação 8), PMS_{ha} (Equação 9), PMSF_{ha} (Equação 10), PMSCh_{ha} (Equação 11), PMSMS_{ha} (Equação 12) foi alcançado pelo corte de toda forrageira presente no interior de uma moldura metálica com medida de 1 x 0,5 m (0,5 m²) (**Figura 10**) em dois pontos representativos de cada parcela experimental, posteriormente, aplicando a diferentes fórmulas matemáticas.

Figura 10 – Avaliações de produtividade de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.



A: Posicionamento da moldura metálica; **B:** Moldura metálica utilizada para mensuração da produtividade de *Urochloa brizantha* cv. Marandu; **C:** Moldura metálica após corte de toda forrageira presente em seu interior; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

Aplicação da (Equação 8) para obtenção de PMVha:

$$\text{PMVha} = \text{PMV} \times \text{ha} / 0,5$$

Em que,

PMV = peso de massa verde;

ha = um hectare;

0,5 = medida da moldura metálica;

Aplicação da (Equação 9) para obtenção PMSha:

$$\text{PMSha} = \text{PMS} \times \text{ha} / 0,5$$

Em que,

PMS = peso de massa seca;

ha = um hectare;

0,5 = medida da moldura metálica;

Aplicação da (Equação 10) para obtenção PMSFha:

$$\text{PMSFha} = \text{QF} / 0,5 \times \text{ha}$$

Em que,

QF = quantidade de folha;

0,5 = medida da moldura metálica;

ha = um hectare;

Aplicação da (Equação 11) para obtenção de PMSCha:

$$\text{PMSCha} = \text{QC} / 0,5 \times \text{ha}$$

Em que,

QC = quantidade de colmo;

0,5 = medida da moldura metálica;

ha = um hectare;

Aplicação da (Equação 12) para obtenção de PMSMSha:

$$\text{PMSMSha} = \text{QMS} / 0,5 \times \text{ha}$$

Em que,

QMS = quantidade de material senescente;

0,5 = medida da moldura metálica;

ha = um hectare;

4.9 Avaliações de composição morfológica para *Urochloa brizantha* cv. Marandu

As variáveis de composição morfológica para *Urochloa brizantha* cv. Marandu avaliadas foram porcentagem de folhas (%FOL), porcentagem de colmos (%COL), porcentagem de material senescente (%MS), relação folha colmo (F:C) e relação folha material senescente (F:S).

Portanto, para determinação da %FOL (Equação 13), %COL (Equação 14), %MS (Equação 15), F:C (Equação 16) e F:S (Equação 17) foi utilizado equações matemáticas após a metodologia descrita por Mannetje (1978) que consiste na separação manual (**Figura 10ABC**) com auxílio de tesouras nas frações lâmina foliar, pseudocolmo (bainha+colmo), material senescente e foram realizadas nos dias 14 e 15 de abril no momento da colheita.

Aplicação da (Equação 13) para obtenção de %FOL:

$$\% \text{FOL} = \text{MSF} \times \text{QTF} / 100$$

Em que,

MSF = massa seca de folha;

QTF = quantidade total de folha;

Aplicação da (Equação 14) para obtenção de %COL:

$$\%COL = MSC \times QTC / 100$$

Em que,

MSC = massa seca de colmo;

QTC = quantidade total de colmo;

Aplicação da (Equação 15) para obtenção de %MS:

$$\%MS = MSMS \times QTMS / 100$$

Em que,

MSMS = massa seca de material senescente;

QTMS = quantidade total de material senescente;

Aplicação da (Equação 16) para obtenção de F:C:

$$F:C = \%FOL / \%COL$$

Em que,

%FOL = porcentagem de folhas;

%COL = porcentagem de colmos;

Aplicação da (Equação 17) para obtenção de F:S:

$$F:S = \%FOL / \%MS$$

Em que,

%FOL = porcentagem de folha;

%MS = porcentagem de material senescente;

Figura 12 – Separação morfológica de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.



A: *Urochloa brizantha* cv. Marandu antes da separação; **B:** *Urochloa brizantha* cv. Marandu sendo separada com auxílio de tesouras; **C:** *Urochloa brizantha* cv. Marandu separa de folhas e colmos; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

No momento, em que todas as avaliações agrônômicas foram realizadas e tabuladas, amostras de solos foram coletadas novamente em profundidade de 0-20 cm com auxílio de sonda em diversos pontos da área, homogeneizando-as e retirando uma amostra composta para caracterização química após realização do experimento (Tabela 2).

Tabela 2. Atributos químicos do solo da área experimental após realizar o estudo.

Camada (cm)	pH (CaCl2)	M.O g dm-3	P (Resina) mg dm-3	S	Al 3+	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %	m %	K	Ca	Mg
mmol dm3											%		% na CTC			
0 - 20	5,5	14	12	4	0	15	2,2	13	9	24	39	62	0	6	33	23

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

4.10 Análises químicas bromatológicas para sorgo forrageiro SHS 570 Astral (Santa Helena Sementes®) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

As variáveis químicas bromatológicas avaliadas para sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu foram matéria seca (MS), proteína bruta (PB) realizadas após realização das avaliações agrônômicas.

Portanto, para determinação da MS (Equação 14) do sorgo forrageiro SHS 570 Astral as plantas colhidas nas duas linhas centrais foram moídas grosseiramente

(Figura 11A) em moinho de facas, justamente, pelo seu tamanho implicar no processo de secagem. O mesmo processo de moagem em moinho de facas não foi necessário para a *Urochloa brizantha* cv. Marandu, pelo fato, do seu tamanho não ser uma implicação. Posteriormente, ambas matérias foram inseridos em sacos de papel e levados a estufa de circulação forçada a 55°C (Figura 11B) por 24 horas ou até atingirem pesos constantes, conforme a metodologia descrita por Silva, (1981) em que neste estudo a constante foi obtida em período de 72 horas.

Figura 13 – Etapas do processo para determinação da matéria seca do sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu.



A: Sorgo forrageiro SHS 570 Astral sendo moído grosseiramente em moinho de facas; **B:** Sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu em estufa de circulação forçada; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

Aplicação da (Equação 14) para obtenção de MS:

$$\%MS = PI / PF \times 100$$

Em que,

PI = peso inicial da amostra;

PF = peso final da amostra;

Para determinação da PB o sorgo forrageiro SHS 570 e a *Urochloa brizantha* cv. Marandu, as amostras foram moídas finamente em moinho Willey com peneira de crivo de 4 mm (Figura 12), e posteriormente, submetidas ao método padrão de Kjeldahl que consiste na extração de N dos alimentos e descrito pelo AOAC, (1984).

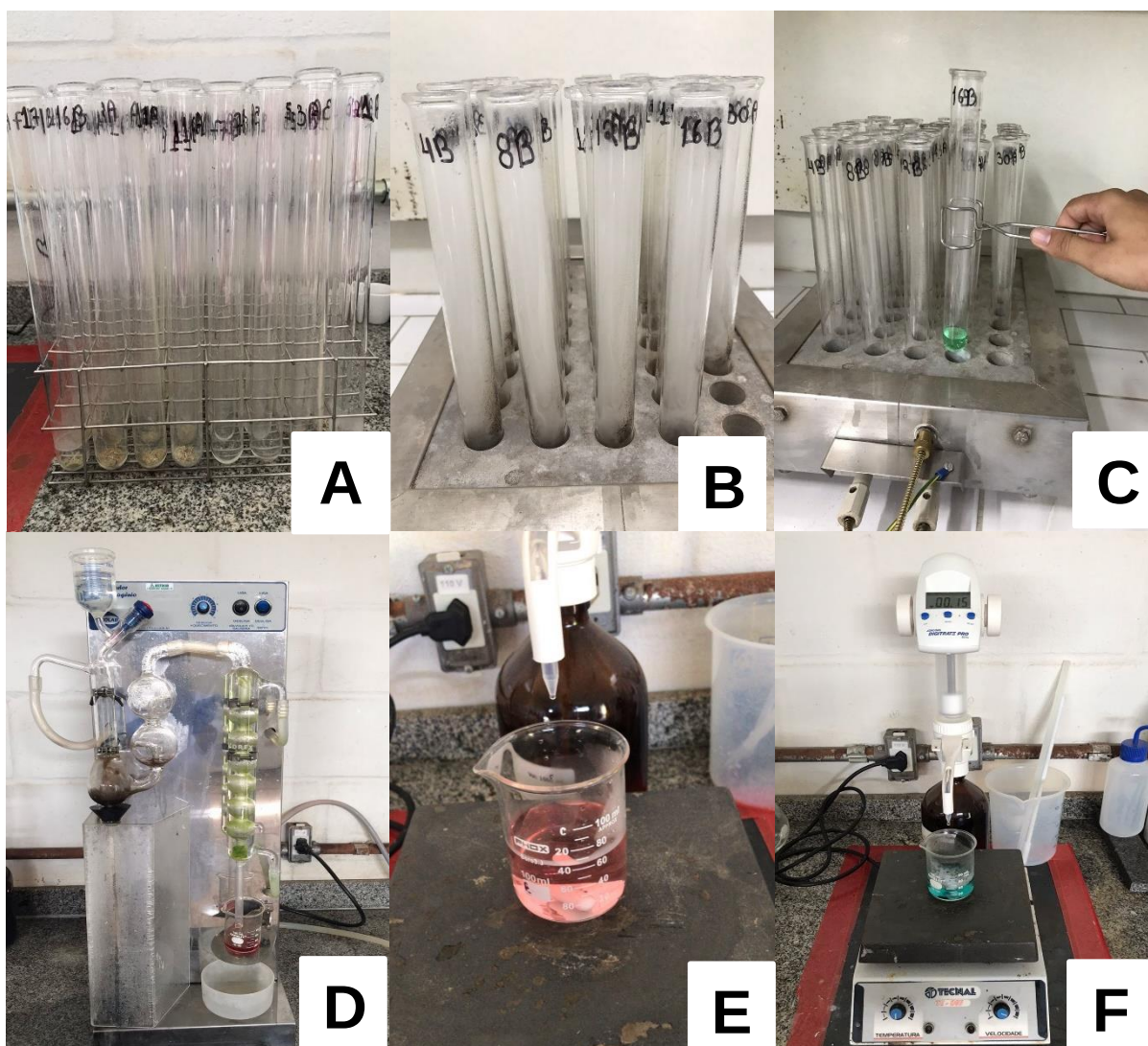
Figura 14 – Amostras de sorgo forrageiro SHS 570 Astral e *Urochloa brizantha* cv. Marandu sendo moídas em moinho Willey.



A: Amostras separadas antes de serem processadas no moinho Willey; **B:** Amostras sendo processadas no moinho Willey; **C:** Amostras após serem processadas no moinho Willey; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor;

A extração de N consiste em algumas etapas, sendo elas: 1) Digestão da amostra em ácido sulfúrico com um catalisador, que resulta em conversão do nitrogênio em amônia (**Figura 13ABC**); 2) Destilação da amônia em uma solução receptora (**Figura 13DEF**); e 3) Quantificação da amônia por titulação com uma solução-padrão, e posteriormente, utilizado um fator de correção (Equação 15).

Figura 15 – Etapas do processo de determinação da extração de N.



A: Amostras com ácido sulfúrico e catalisador; **B:** Processo de digestão das amostras; **C:** Amostras após o processo de digestão; **D:** Amostras no processo de destilação; **E e F:** Amostra no processo titulação com solução-padrão; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor;

Aplicação da (Equação 15) para determinação da PB:

$$\%N = \frac{(VGA - VGB) \times N \times FC \times 0,014 \times 100}{PA}$$

$$\%PB = \%N \times 6,25$$

Em que,

%N = porcentagem de nitrogênio;

VGA = mL gasto de HCl na amostra;

VGB = mL de HCl gasto no branco;

N = normalidade do ácido;

FC = fator de correção do ácido;

0,014 = equivalente em grama do nitrogênio;

PA = peso da amostra;

6,25 = fator de correção;

4.11 – Análises estatísticas dos dados

Os dados coletados no estudo foram analisados aplicando-os ao software SAS® OnDemand for Academics. Sendo assim, realizando as análises de normalidade dos resíduos e de homogeneidade das variâncias. Em seguida, submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo comando PROC GLM e observando as diferenças entre os tratamentos estudados comparando as médias pelo comando LSMEANS sendo significativo quando $F < 0,05$.

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

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados valores significativos ($P>0,05$) para o sorgo forrageiro SHS 570 Astral com e sem consórcio *Urochloa brizantha* cv. Marandu nas avaliações de crescimento **AP1, AP2, DBC1 e DBC2 (Tabela 3)**.

Tabela 3. Variáveis de desenvolvimento do sorgo forrageiro SHS 570 Astral em consórcio com e sem *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Variáveis	Tratamentos		CV, %	P-valor
	Solteiro	Consórcio		
¹ AP, m	1,71	1,76	10,45	0,6223
² AP, m	2,56	2,60	2,82	0,4650
¹ DBC, mm	22,61	24,66	7,09	0,0876
² DBC, mm	25,19	24,51	3,69	0,2525

¹AP: Altura de planta na primeira avaliação (03/03/2022); ¹DBC: diâmetro basal de colmo na primeira avaliação (03/03/2022); ²AP: Altura de planta na segunda avaliação (14 e 15/04/2022); ²DBC: Diâmetro basal de colmo na segunda avaliação (14 e 15/04/2022); Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Pinho *et al.* (2006), em estudo já mencionava que as mesmas variáveis agrônomicas estudadas neste estudo são afetadas pela genética do híbrido utilizado ou por condições ambientais em que os mesmos são submetidos.

Oliveira *et al.* (2005), avaliando o sorgo forrageiro solteiro sob diferentes doses de N em 50, 75 e 100 kg por ha⁻¹ encontraram valores inferiores ao do presente estudo para a variável AP, sendo, 2,38 m, 2,38 m e 2,42 m, respectivamente, após a colheita.

Avelino *et al.* (2011), buscaram avaliar diferentes características agrônomicas de sorgo forrageiro solteiro sob diferentes espaçamentos entre linhas nas unidades experimentais em 1,0 m, 0,75 m e 0,50 m e também verificaram valores abaixo do presente estudo para AP, sendo, 1,03 m, 1,09 m e 1,04 m.

O sorgo forrageiro é uma cultura que, quando comparado ao milho, possui uma necessidade hídrica relativamente baixa sendo este valor em torno de 380 a 600 mm de precipitação (AGUIAR *et al.*, 2007). Este fato, afeta diretamente as variáveis de crescimento avaliadas neste estudo, apesar, do sorgo forrageiro ser uma opção vantajosa para o período de safrinha com baixos índices pluviométricos, quando as

necessidades mínimas não são atendidas o crescimento da cultura é prejudicado. Dessa forma, o presente estudo teve uma precipitação acumulada de 560 mm (**Figura 2**), ou seja, favorecendo as condições mínimas necessárias para o desenvolvimento da cultura.

Segundo Mateus *et al.* (2011), a variável DBC é importante no tocante de transferir nutrientes para panícula e solo, sendo assim, plantas com diâmetros maiores conseguem realizar melhor esse desenvolvimento e os valores da (**Tabela 3**) mostram que o consórcio não afetou negativamente o desenvolvimento da cultura.

Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos para as variáveis de produtividade em **PMVT, PMST, EFP, NP, MVG, MSG** e **IP** (**P>0,05**), para sorgo forrageiro SHS 570 Astral em consórcio ou solteiro com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (**Tabela 4**).

Tabela 04. Produtividade e características agronômicas do sorgo forrageiro SHS 570 Astral com e sem consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Variáveis	Tratamentos		CV, %	P-valor
	Solteiro	Consórcio		
PMVT, kg ha ⁻¹	32.009	28.790	17,50	0,3427
PMST, kg ha ⁻¹	10.070	9.143	21,29	0,4683
EFP, ha ⁻¹	55.740	52.407	18,30	0,5851
NP, ha ⁻¹	54.074	54.629	16,72	0,9198
MVG, kg ha ⁻¹	6.219	5.976	16,30	0,6891
MSG, kg ha ⁻¹	5.348	5.139	16,30	0,6891
IP	0,97	1,04	10,69	0,3235

PMVT: Produtividade de massa verde por hectare; **PMST:** Produtividade de massa seca por hectare; **EFP:** Estande final de plantas por hectare; **NP:** Número de panículas por hectare; **MVG:** Massa verde pela contagem de 1000 grãos; **MSG:** Massa seca pela contagem de 1.000 grãos; **IP:** Índice de panícula;
Fonte: Elaborado pelo próprio autor;

Em estudo realizado por Gomes *et al.* (2006), buscando avaliar o comportamento de 11 cultivares de sorgo forrageiro solteiro em parâmetros produtivos, encontrou valores semelhantes ao presente trabalho para as variáveis de **PMVT** e **PMST**, sendo, 32.173 e 11.085, respectivamente.

Por outro lado, outros autores avaliando a produtividade de matéria verde e seca de diferentes culturas forrageiras para silagem, encontraram **PMVT** de 82.000 e **PMST** de 23.145 kg por hectare para sorgo forrageiro, sendo, valores bem superiores ao do presente estudo (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Goes *et al.* (2011) avaliando diferentes características agronômicas para sorgo forrageiro solteiro no período de safrinha com a finalidade de produção de silagem, encontraram valores de 3.365 e 3.016 kg por hectare de **MVG** e **MSG**, respectivamente, sendo valores bem inferiores ao presente estudo.

Por outro lado, estudo mais recente realizado por Cruz *et al.* (2020), buscando avaliar a produção de sorgo forrageiro em consórcio com diferentes gramíneas os valores observados para **NP**, **EFPP**, **MVG** e **MSG** foram de 257.245, 273.750, 35.981, 1.162 e 37.143, respectivamente. Os valores inferiores observados neste estudo, podem estar relacionados ao menor número de plantas avaliadas devido ao arranquio que foi realizado no após emergência, para padronizar o número de plantas por metro e, mesmo assim, não foi um fator para que a produtividade do sorgo forrageiro fosse reduzida, independente, dos tratamentos com e sem consórcio.

A **PMSF**, **PMSC** e **PMSMS** foram maiores para a *Urochloa brizantha* cv. Marandu sem consórcio com sorgo forrageiro SHS 570 Astral (**P<0,05; Tabela 5**). Entretanto, para as **MS**, **PMV**, **PMS**, **FOL%**, **COL%**, **MS%**, **F:C** e **F:S** não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos (**P>0,05**).

Segundo Magalhães *et al.* (2000), o grau de perfilhamento de um capim está relacionado à disponibilidade de fotoassimilados de reserva na planta. Tendo em vista, que a *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi semeada simultaneamente com o sorgo forrageiro e que o sorgo possui crescimento inicial mais rápido, entende-se que o sombreamento influenciou nos valores de **PMSF**, **PMSC** e **PMSMS** (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Pariz *et al.* (2011) em estudo avaliou a produtividade de diferentes forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), em que o plantio foi realizado em diferentes épocas do ano, e, encontrou para **PMST** de 4.587 kg por hectare no período de verão/outono na média de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, valores relativamente superiores ao do presente estudo.

Tabela 5. Avaliações produtivas e morfológicas para *Urochloa brizantha* cv. Marandu com e sem consórcio com sorgo forrageiro SHS 570 Astral.

Variáveis	Tratamentos		CV, %	P-valor
	Solteiro	Consórcio		
PMVT, kg ha ⁻¹	10.363	8.920	15,38	0,1527
PMST, kg ha ⁻¹	2.773	2.370	12,86	0,0884
PMSF, kg ha ⁻¹	1.373 a	642 b	31,96	0,0111*
PMSC, kg ha ⁻¹	3.078 a	1.046 b	46,05	0,0139*
PMSMS, kg ha ⁻¹	1.388 a	672 b	43,90	0,0406*
FOL, %	23,35	27,23	15,94	0,1561
COL, %	51,21	42,28	17,80	0,1224
MS, %	25,43	30,48	26,41	0,2897
Relação F:C	0,50	0,66	24,20	0,1045
Relação F:S	1,16	0,93	38,01	0,3577

PMVT: Produtividade de massa verde total por hectare; **PMST:** Produtividade de massa seca total por hectare; **PMSF:** Produtividade de massa seca de folhas hectare; **PMSC:** Produtividade de massa seca de colmos hectare; **PMSMS:** Produtividade de massa seca de material senescente por hectare; **CV:** Coeficiente de variação; **FOL:** Porcentagem de folhas; **COL:** Porcentagem de colmos; **MS:** Porcentagem de material senescente; **Relação F:C:** Relação de folha colmo; **Relação F:S:** Relação de folha material senescente; Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade. **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor.

As variações na luminosidade do ambiente têm merecido grande destaque por influenciarem significativamente a produtividade do pasto (LIN *et al.*, 2001; BELESKY, 2005) e modificações morfológicas das pastagens em ambientes sombreados (PACIULLO *et al.*, 2011; GOBBI *et al.*, 2010).

E, analisando especialmente o maior valor para **PMSC** sem e com consórcio com o sorgo, que foi de 3.078 e 1.046, respectivamente, entende-se que o sombreamento influenciou na redução perfilhamento da *Urochloa brizantha* cv. Marandu e resultando maior proporção de colmos como relatado por Frank e Hofman (1994).

Quando foi analisada a matéria seca e a proteína bruta (**Tabela 6**) do sorgo forrageiro SHS 570 Astral com e sem consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, não foi observada diferença entre os tratamentos (**P<0,05**) para estas variáveis.

Tabela 6. Matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) do sorgo forrageiro SHS 570 Astral com e sem consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Variáveis	Tratamentos		CV, %	P-valor
	Solteiro	Consórcio		
MS, %	31,34	31,76	5,98	0,7192
PB, %	8,47	8,47	21,69	0,9976

MS: Porcentagem de matéria seca; **PB:** Porcentagem de proteína bruta; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor;

Pinho *et al.* (2006), avaliando sorgo granífero, sorgo duplo propósito, sorgo forrageiro e comparando-os com o milho, encontrou valor de 8,00% para PB, sendo este, inferior ao do presente estudo.

Em estudo realizado por Borghi *et al.* (2020), na implantação de sistema de integração lavoura-pecuária utilizando sorgo forrageiro em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, reportou valores para proteína bruta de 7,75%, valores inferiores ao presente estudo.

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu com e sem consórcio com sorgo forrageiro SHS 570 Astral, também não exibiu diferenças significativas entre os tratamentos para matéria seca e proteína bruta (**Tabela 7, P>0,05**).

Tabela 7. Matéria seca (MS) e Proteína bruta (PB) da *Urochloa brizantha* cv. Marandu com e sem consórcio com sorgo forrageiro SHS 570 Astral.

Variáveis	Tratamentos		CV, %	P-valor
	Solteiro	Consórcio		
MS, %	26,88	27,67	10,54	0,6543
PB, %	8,75	9,68	16,48	0,3362

MS: Porcentagem de matéria seca; **PB:** Porcentagem de proteína bruta; **Fonte:** Elaborado pelo próprio autor;

Em estudo realizado por Oliveira *et al.* (2017) avaliando a composição bromatológica de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em consórcio com sorgo forrageiro, encontraram valores para proteína bruta de 9,4% e 9,7% no verão e inverno, respectivamente, valores semelhantes ao presente estudo.

Segundo Van Soest (1994), de modo geral, as forrageiras devem ter no mínimo 7% de proteína bruta para que não ocorra uma redução na sua digestão por parte da microbiota ruminal. No presente estudo, foi possível encontrar valores de 8,47% de PB para o sorgo forrageiro e para a *Urochloa brizantha* cv. Marandu 8,75% e 9,68% mostrando que com e sem consórcio a proteína é mantida acima de 7%.

6 Conclusões

As características agrônômicas e bromatológicas do sorgo SHS 570 Astral não se alteraram no consórcio, sendo assim, validando o híbrido SHS 570 Astral em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Ainda, com possibilidade de recuperar áreas degradadas, apesar, do estudo não ter realizado análises estatísticas observa-se aumentos significativos na fertilidade do solo após a colheita do sorgo.

REFERÊNCIAS

ABIEC – **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Beef Report – Perfil da Pecuária no Brasil. 2022.

ABIEC – **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Beef Report – Perfil da Pecuária no Brasil. 2023.

AGUIAR, L. M. S.; MORAIS, A. V. C.; GUIMARÃES, D. P. Clima. In: **RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

ARAUJO, L. C., Influência da disponibilidade de água no desenvolvimento de plantas de capim marandu e milho: cultivo solteiro e consorciado. 2008. 98p. **Dissertação de Mestrado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.*, Época de semeadura de braquiárias em consórcio com sorgo granífero para o Sistema Integração lavoura-pecuária. Belo Horizonte: **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais**, 2011. (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Comunicado técnico, 148).

ALVARENGA, R. C. *et al.*, Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.

ALVARES, C. A. *et al.*, Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AVELINO *et al.*, Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p.534-541, 2011.

BALBINO, L. C. *et al.*, Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. I xii, 2011.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. **Brasília: Embrapa, 2011.**

BAZZI, K. J. B. *et al.*, Consorciação de Sorgo Forrageiro e capim-marandu em Diferentes Espaçamentos entre Linhas e Modalidades de Semeadura. In. **SimSIPA, 1., 2019, Colorado do Oeste, RO, Anais do I Simpósio de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária: Resumos expandidos [recurso eletrônico] Colorado do Oeste, RO: Instituto Federal de Rondônia, 2019. p. 46- 50.**

BELESKY, D.P. Growth of *Dactylis glomerata* along a light gradient in the central Appalachian region of the eastern USA: I. Dry matter production and partitioning. **Agroforestry Systems**, v.65, p.81-90, 2005.

BERTONI, J. e NETO, F. L. **Conservação do solo**. 3 ed. São Paulo: Ícone. 355p, 1993.

BORGHI, E. *et al.*, Intensificação agropecuária no cerrado: Implantação de sistema ILPF com as culturas do sorgo forrageiro, capim Marandu e eucalipto na região central de Minas Gerais. **Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 207**. 57.p, 2020.

BUNGENSTAB, D. J., Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: A produção sustentável. 2. ed. Brasília: **Embrapa, 2012. p. 1-225.**

CRUZ *et al.* Production in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, e20165389, 2020.

COELHO, I. L.; LOPES, M. J. S.; NEVES, H. K. B.; LOBATO, A. K. S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, R. C. L. Acúmulo de biomassa em plantas de sorgo submetidas à deficiências hídrica. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA – SBPC.**, 60., Campinas, SP, 2008.

COSTA, N. R. *et al.*, Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 852-863, 2015.

CRUS, S. S. *et al.*, Production in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, e20165389, 2020.

COOPER, M. **Degradação e recuperação dos solos**. 1ed. São Paulo: ESALQ. 31p, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. **Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 34p, 2006.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação. 4. ed. Belém: MBDF, 215p., 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2013. 353 p.

FILHO, D. F. e FOMASIERI, J. L. **Manual da cultura do sorgo**, 202p, 2009.

FRANK, A. B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science**, v. 34, n. 2, p. 468-473, 1994.

GOBBI, K. F. *et al.*, Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos de Zootecnia**. 59 (227): 379-390. 2010.

GOES *et al.* Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 2, p.121-129, 2011.

GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. B.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Comportamento agrônomico e composição químico-bromatológico de cultivares sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.

GONCENÇO, G. *et al.*, Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha [online]**. v. 31, pp. 359-368, 2013.

IBGE. Censo Agropecuário: Resultados Preliminares. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017.

JÚNIOR, L. G. F. *et al.*, Dinâmica das pastagens Brasileiras: Ocupação de áreas e indícios de degradação – 2010 a 2018. **Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – UFG**, 2020.

KICHEL, A. N; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. **Simpósio de produção de gado de Corte**, v. 1, p. 201-234, 1999.

LUDKIEWICZ, M, G, Z. *et al.*, Sorgo forrageiro na integração lavoura-pecuária no cerrado: Produtividade e composição químico-bromatológica da silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 251-261, 2016.

LIN, C. H. *et al.*, Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.53, p.269-281, 2001.

MACHADO, L.A. Z.; ASSIS, P.G.G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.4, p.415-422, 2010.

MANNETJE, L. Measurement of grassland vegetation and animal production. **Aberystwyth: CAB**, 1978. 260 p. (CAB Buletin, 52).

MERTENS, D. R. 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.

MATEUS, G. P. *et al.*, Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

MATEUS, G. P. *et al.*, Sidedress Nitrogen Application Rates to Sorghum Intercropped with Tropical Perennial Grasses. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 1, p. 433-447, 2016.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 3).

MELOTTO, A. M. *et al.*, Implantação do Consórcio Milho e Capins em Mato Grosso do Sul: **Principais Aspectos. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha**, 2013.

NASCIMENTO, M. C. *et al.*, Uso de imagens do sensor ASTER na identificação de níveis de degradação em pastagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 10, p.196-202, 2006;

NICHOLLS, C. I. *et al.*, A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics, Pottstow**, v.20, n.05, p.36, 2004.

OLIVEIRA *et al.*, Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 35 (1): 45-53, 2005.

OLIVEIRA *et al.*, Produtividade, composição química e características agronômicas de diferentes forrageiras. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 12, p. 2604-2610, 2010.

OLIVEIRA, A. R. F. *et al.*, Produtividade, composição morfológica e químico-bromatológica do capim-marandu consorciado com sorgo forrageiro para renovação de pastagem degradada no cerrado. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 26, n. 1, p. 69-81, 2017.

OLIVEIRA, S. *et al.*, Performance of Grain Sorghum and Forage of the Genus *Brachiaria* in Integrated Agricultural Production Systems. **Agronomy**, [s. l.], v. 10, n. 11, p. 1714, 2020.

PARIZ *et al.*, Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**, v. 46, n. 10, p.2392-1400, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; *et al.*, The growth dynamics in Brachiaria species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.02, p.270-276, 2011.

PINHO *et al.*, Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p.266-279, 2006.

REZENDE, B. P. M. *et al.*, Consórcio de Sorgo com Espécies Forrageiras. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2016.

SALTON, J. C., TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. 2014, 6p.

SAS® OnDemand for Academics, 2019.

SEKIYA, B. M. S. Produção de Bovinos de Corte em Pastagens de BRS Paiaguás e BRS Piatã em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. 52 p. **Dissertação de Mestrado**. FCAT-UNESP Dracena. 2019.

SILVA, Dirceu; QUEIROZ, AC de. **Análise de alimentos:(métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1981.

TORRES, J.L.R.; ASSIS, R.L.; LOSS, A. Evolução entre os sistemas de produção agropecuária no Cerrado: convencional, Barreirão, Santa Fé e Integração Lavoura-Pecuária. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 39, n. 3 02, p. 7- 17, 2018.

VAN RAIJ, B. *et al.*, Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Instituto Agronômico de Campinas – IAC. Campinas**. 285 p. 1996.

VAN SOEST, P. J; ROBERTSON, J. B; LEWIS, E. B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

ZIMMER, A. H. *et al.* **Uso da ILP na Melhoria da Produção Animal** In: SIMPAPASTO - SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO. Maringá. Anais. Maringá: UEM/Sthampa 2012. p. 39-79.

ZIMMER, A. H. *et al.* Degradação, recuperação e renovação de pastagens. **Embrapa Gado de Corte**, 2012. 46 p.