



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
RONDÔNIA  
CAMPUS COLORADO DO OESTE  
ENGENHARIA AGRONÔMICA

**ARIENA PARMAGNANI SANTOS**

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E RADICULAR DE *Urochloa*  
*brizantha* cv. MARANDU, SUBMETIDA A DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO,  
FÓSFORO E POTÁSSIO**

COLORADO DO OESTE - RO

2025



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
RONDÔNIA  
CAMPUS COLORADO DO OESTE  
ENGENHARIA AGRONÔMICA

ARIENA PARMAGNANI SANTOS

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E RADICULAR DE *Urochloa  
brizantha* cv. MARANDU, SUBMETIDA A DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO,  
FÓSFORO E POTÁSSIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agronômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) - *Campus* Colorado do Oeste.

**Orientador: Prof. Ernando Balbinot**

COLORADO DO OESTE - RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Santos, Ariena.

Produção de biomassa aérea e radicular de *Urochloa brizantha* cv. marandu, submetida a deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio. / Ariena Santos, Colorado do Oeste-RO, 2025.

30 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Ernando Balbinot.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2025.

1. Forrageira. 2. Nutrição mineral. 3. Adubação. I. Balbinot, Ernando (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Agrônômica, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus* Colorado do Oeste, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Autor: Ariena Parmagnani Santos

Orientador: Ernando Balbinot

Situação: ( x ) Aprovado ( ) Reprovado

Aprovado em: 27 /12 / 2024

---

**Orientador: Ernando Balbinot**

---

**Murilo Vargas da Silveira**

---

**Leiliane Dutra Silva**

COLORADO DO OESTE - RO

2025

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
4. CONCLUSÃO.....	16
5. REFERÊNCIAS.....	17

# PRODUÇÃO DE BIOMASSA AÉREA E RADICULAR DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU, SUBMETIDA A DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO

Ariena Parmagnani Santos<sup>1</sup>  
Ernando Balbinot<sup>2</sup>

## RESUMO

A manutenção da fertilidade do solo é um dos meios de remediar a degradação das pastagens, visto que mantém o potencial produtivo. No geral, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu adapta-se bem a solos de várias texturas e são responsivas à adubação. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de biomassa aérea e radicular de *U. brizantha* cv. Marandu, submetida a deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio. O experimento foi conduzido em Colorado do Oeste, foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com 5 repetições, em esquema fatorial 3 x 3 +1 +1, três nutrientes, nitrogênio(N), fósforo (P) e potássio (K) via fonte de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio e três doses (0%, 50% e 200%), mais dois tratamento controle (sem NPK e 100% NPK). Para atender os tratamentos supracitados empregou-se a metodologia de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) modificada. Durante o experimento avaliou-se o valor SPAD, número de perfilhos, altura de planta, matéria seca da parte aérea, volume de raiz, matéria seca raiz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), através do SISVAR e quando o teste F foi significativo, realizou-se comparação de médias pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro. Dentre os nutrientes, o nitrogênio interferiu de forma direta na biomassa forrageira, tanto negativamente na dose de omissão e positivamente na dose de 200% de nitrogênio para a maioria das variáveis analisadas. Atribuindo o efeito a disponibilidade de nutrientes que proporcionou maior crescimento radicular, aumentando a capacidade de absorção da forrageira para crescimento e desenvolvimento da biomassa aérea. Não houve diferença na aplicação de adubação potássica nas doses de 200% e 50%, levando a optar pela menor dose já que as médias foram similares para todas as variáveis analisadas neste experimento.

**Palavras-chave:** Forrageira. Nutrição mineral. Adubação.

## ABSTRACT

Maintaining the fertility of forage plants is one way to remedy pasture degradation, since it maintains the productive potential. In general, *Urochloa brizantha* cv. Marandu adapts well to soils of various textures and is responsive to fertilization. The objective of this study was to evaluate the production of aerial and root biomass of *U. brizantha* cv. Marandu, subjected to nitrogen, phosphorus and potassium deficiencies. The experiment was conducted in Colorado do Oeste, in a randomized block design, with 5 replications, in a 3 x 3 +1 +1 factorial scheme, three nutrients, nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) via urea source, triple superphosphate and potassium chloride and three doses (0%, 50% and 200%), plus two control treatments (without NPK and 100% NPK). To meet the abovementioned treatments, the modified nutrient solution methodology of Hoagland and Arnon (1950) was used. During the experiment, the SPAD value, number of tillers, plant height, dry matter of the aerial part, root volume, and root dry matter were evaluated. The data obtained were submitted to analysis of variance (ANOVA), through SISVAR and when the F test was significant, the means were compared by the Tukey test, with a 5% probability of error. Among the nutrients, nitrogen interfered directly in the forage biomass, both negatively in the omission dose and positively in the dose of 200% nitrogen for most of the variables analyzed. The effect was attributed to the availability of nutrients that provided greater root growth, increasing the absorption capacity of the forage for growth and development of the aerial biomass. There was no difference in the application of potassium fertilization at doses of 200% and 50%, leading to the choice of the lower dose since the averages were similar for all variables analyzed in this experiment.

**Keywords:** Forage. Mineral nutrition. Fertilization.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil cerca de 95% da carne bovina é produzida exclusivamente em sistema de produção extensivo, por ser o pasto a fonte de alimento mais econômica. Além disso, as condições climáticas no Brasil são favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de forrageiras (Moreira et al., 2021).

Segundo a Associação Brasileira das Industrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2023), em 2022 a área de pastagem diminuiu em 18%, reduzindo de 188 para 160 milhões de hectares. Abrange as áreas de pastagens as forrageiras do gênero *Urochloa*, principalmente *decumbens* cv. Basilisk e *Urochloa brizantha* cv. Marandu (Alves et al., 2010). Um dos motivos da expansão desse gênero é a alta capacidade de adaptação a variadas condições de clima e solo, sendo indicado para solos de média e alta fertilidade, apesar de tolerar acidez, apresenta boa produtividade de matéria seca (Alves et al., 2010).

O ecótipo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi introduzido no Brasil a 40 anos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC). Na época, foi bem aceita pois passou a substituir a *U. decumbens* que apresenta problemas com fotossensibilização animal ao ser ingerida, e baixa tolerância à cigarrinha das pastagens (EMBRAPA e CNPGC, 1984). Na atualidade, é a forrageira mais cultivada e é largamente usada em programa de melhoramento genético de forrageiras como genitor (EMBRAPA, 2013).

Originário da África tropical, a *U. brizantha* cv. Marandu possui hábito de crescimento ereto podendo chegar a 1,5 metros de altura formando touceiras é a forrageira mais palatável entre as *Urochloa* ssp., resistente a cigarrinha das pastagens, o sistema radicular fasciculado e profundo, desenvolve-se bem em solos arenosos por preferir solos bem drenados (Costa et al, 2004).

Apesar de dispor de grande área de pastagem, estudos realizados em 2022 pela Universidade Federal de Goiás (UFG) aponta que o Brasil apresenta total de 170 milhões de hectares de pastagem, 41% possui vigor produtivo intermediário e 21% baixo vigor, chegando a degradação acentuada (SOUZA et al., 2024). Um dos motivos da degradação das pastagens é o manejo ineficiente da pastagem, a baixa fertilidade natural do solo e/ou falta de manutenção desta, especialmente em solos tropicais (SOUZA et al., 2024). Nesse contexto, a produção animal é baixa, seja a conversão em leite ou carne trazendo prejuízo ao pecuarista.

De acordo com Fisch; Marengo e Nobre (1996), os solos tropicais, especialmente nas regiões do norte do Brasil possuem regimes de chuvas entre 2000 mm a 3500mm por ano, além de altas temperaturas em grande parte do ano. Tal condição ao longo dos anos formou solos muito intemperizados e ricos em óxido de ferro, por esse motivo as bases do solo como Ca e Mg são lixiviadas, e outros nutrientes, como por exemplo, o fósforo são fixados pelos óxidos, dando a características de solos de baixa fertilidade, necessitando de correção e reposição de nutrientes (Segovia et al, 2020).

A capacidade de suporte do capim marandu está entre 1 a 1,5 UA/ha na seca, 1,5 a 2,5 UA/ha nas águas, porém esse índice zootécnico não é uma realidade na maioria das propriedades, pois a oferta de alimento sofre influência de fatores bióticos e abióticos (Costa et al. 2007). Dentre os fatores que limitam a produção forrageira, destaca-se a luz solar, necessidade hídrica, disponibilidade de nutrientes, manejo de pastagem, pragas e a temperatura.

Adicionalmente, a adubação das pastagens, especialmente com os macronutrientes primários, condiciona maior produtividade de estruturas vegetativas da forrageira, principalmente os perfilhos, unidades básicas de crescimento (Vilela et al, 2020). A produtividade de biomassa forrageira depende de processos metabólicos mediados pela planta por meio dos nutrientes, luz solar e água. O nitrogênio está ligado com a formação de estruturas vegetais, compõem moléculas de proteínas, ácidos nucleicos e a clorofila (Paulilo et al, 2015). O fósforo, por sua vez, funciona como mediador dos processos de fotossíntese e respiração celular, fazendo parte da molécula energética ATP, do DNA e RNA. Já o potássio participa da regulação osmótica, abertura estomática e atua como cofator de enzimas que participam da fotossíntese e respiração (Taiz e Zeiger, 2017).

O sistema radicular é indispensável para a manutenção da forrageira na demanda nutricional e hídrica. A *U. brizantha* cv. marandu possui ampla distribuição de raízes no perfil do solo por ser agressiva, condição que permite à forrageira suportar períodos de estresse como estiagem, pastejo sucessivo e atuar como recuperador dos nutrientes lixiviados em subsuperfície do solo (Paiva Filho et al, 2021).

O manejo de altura do dossel forrageiro interfere na perenidade da pastagem. Dessa forma, é recomendado realizar o manejo de acordo com a altura das plantas, para o capim marandu é recomendado a entrada dos animais na área quando as plantas apresentarem 35 cm, a altura de saída é de e 15 cm. A redução da altura provocada pela

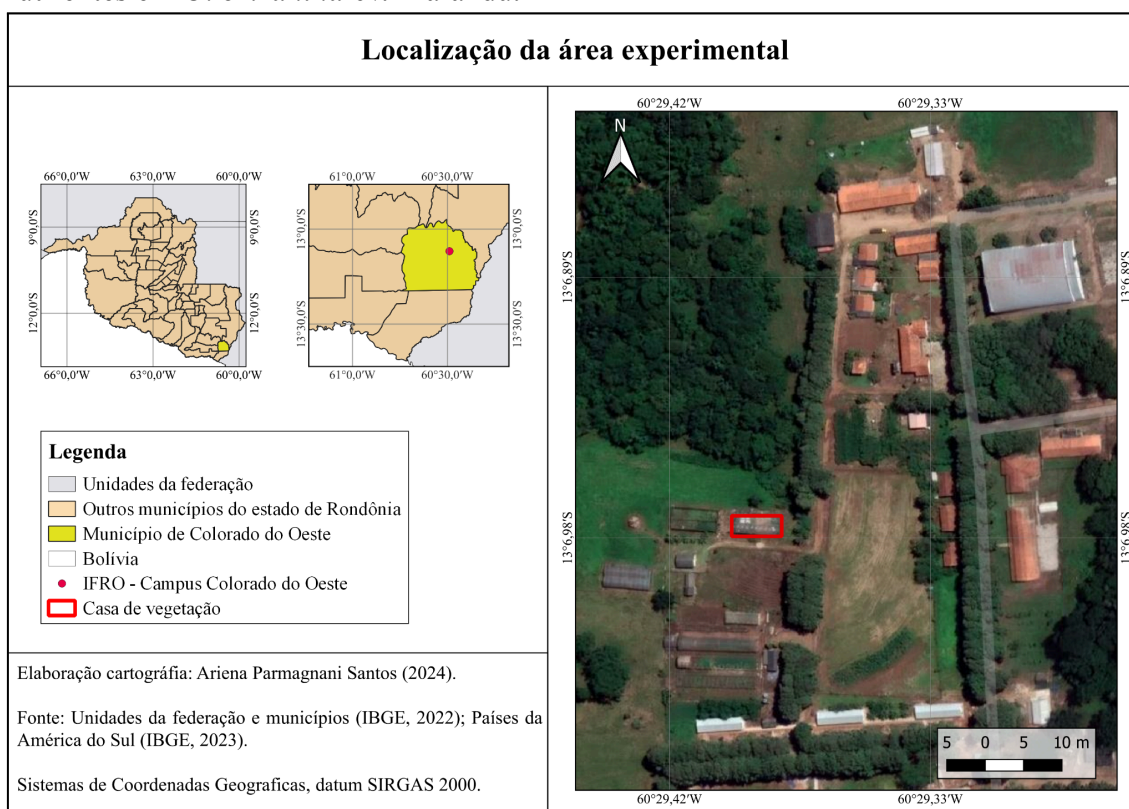
intensidade do consumo do dossel forrageiro compromete a estrutura do pasto, de forma que consumidos os pontos de crescimento (meristemas) esgotam as reservas orgânicas da planta, retardando a rebrota e provocando a degradação das pastagens (Carloto et al., 2011).

Diante desse contexto, verifica-se uma busca de produzir forragem que atenda as necessidades dos animais aliada a garantir a persistência da forrageira. Buscou-se realizar o experimento com o objetivo de avaliar a produção de biomassa aérea e radicular de *U. brizantha* cv. Marandu, submetida à deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Colorado do Oeste, localizado nas coordenadas 13° 6' 58,56264" S e 60° 29' 23,22816" W, situada a 400 m acima do nível do mar (Figura 1). O clima da região é classificado como Am - clima de monção, equatorial quente e úmido com estação chuvosa entre os meses de setembro a maio, com precipitação entre 1500 mm a 2600 mm/ano e período de seca de três a quatro meses entre junho a agosto, com precipitação de no máximo 60 mm (Franca, 2015).

**Figura 1** - Localização da área experimental utilizada para avaliação de deficiência de nutrientes em *U. brizantha* cv. Marandu.



**Fonte:** Parmagnani, 2024.

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação com cobertura de filme agrícola e laterais de sombrite. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial duplo, com dois tratamentos adicionais, 3x3+1+1, com cinco repetições, totalizando 55 unidades experimentais (Figura 2). O primeiro fator consistiu em três nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), e o segundo combinou três doses diferentes (0%, 50% e 200%). Os tratamentos adicionais foram a dose recomendada de NPK para a cultura, e outra sem aplicação de NPK. O experimento tratou de avaliar a produção de biomassa aérea e radicular de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, submetida a omissão de nitrogênio, fósforo e potássio, no período experimental de maio a dezembro de 2023. As plantas da forrageira foram cultivadas em vasos, do tipo cano PVC (100 cm circunferência por 60 cm altura) com capacidade de 47 L, em substrato de areia lavada, distribuídos conforme o delineamento.

O substrato utilizado foi submetido a análise de fertilidade no laboratório de solos do IFRO - *Campus* Colorado do Oeste, pelo método do carbono orgânico, fósforo disponível, fósforo remanescente, potássio e sódio trocáveis (Teixeira, et al, 2017).

**Tabela 1** - Análise de fertilidade do substrato.

Amostra	MO	P	K	Na	P-REM
	g/kg		mg/dm <sup>3</sup>		mg/litro
Areia	0,61	3,00	0,97	0,00	58,50

MO - Matéria orgânica; P - Fósforo; K - Potássio e Na - Sódio. Extrato Mehlich 1; P-rem - P remanescente.

A semeadura da forrageira ocorreu em maio de 2023, e foram utilizadas 20 sementes de *U. brizantha* cv. Marandu por unidade experimental. O valor cultural das sementes utilizadas era de 75% e a semeadura foi realizada a uma profundidade de 2,0 cm. Após a semeadura realizou-se o desbaste, para manter uma população de oito plantas por vaso (Figura 3).

Posteriormente, realizou-se um novo desbaste, em junho de 2023, deixando o estande final de duas plantas por vaso. Devido às plantas terem desenvolvido parte do sistema radicular, para o desbaste utilizou-se uma tesoura evitando danificar as plantas de forrageira que seriam avaliadas posteriormente.

A demanda hídrica das plantas foi suprida durante todo o período experimental conforme a necessidade da planta com irrigação feita por um regador manual, tendo em vista, evitar percolação dos nutrientes com excesso de água.

A princípio foram fornecidos em todos os vasos os micronutrientes, mediante 2,75 L de solução nutritiva seguindo metodologia de Hoagland e Arnon (1950) modificada para atender os tratamentos. A solução foi composta por sais, cerca de 412,5g de  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ; 43,450g de  $CuSO_4 \cdot 7H_2O$ ; 24,497g de  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ; 0,825g de  $H_3BO_3$ ; 1,375g de  $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ ; 55,0g  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ; 13,75 g de  $MnSO_4 \cdot H_2O$ ; 412,5g de  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  e 55,0 g de ácido cítrico. A aplicação da solução de micronutrientes foi realizada no dia 04 de junho de 2023 e seguiu a orientação de Hoagland e Arnon (1950), na qual foi usado 1 ml de solução nutritiva por  $kg^{-1}$  de solo, ou seja, 47 ml por vaso.

Os macronutrientes primários foram fornecidos mediante a solução completa de Hoagland e Arnon (1950) modificada para atender os tratamentos sugeridos. Foram usados como fonte na solução nutricional a uréia, o cloreto de potássio e o superfosfato triplo, na concentração de 20 g/L, 17,25 g/L e 18,9 g/L respectivamente. Buscando atender todos os tratamentos, preparou-se um volume de 12 litros de solução nutricional para cloreto de potássio e superfosfato triplo, adicionando 207 g de cloreto de potássio e 226,8 g de superfosfato triplo em água destilada (Figura 4) Ambos os nutrientes são granulados, por esse motivo o cloreto de potássio e o superfosfato triplo precisaram ser macerados em almofariz com pistilo para que diluíssem em água destilada. A uréia foi preparada no dia de cada aplicação por ser muito solúvel em água, visando diminuir perdas por volatilização.

As aplicações da solução nutricional foram parceladas, iniciada no dia 09 de junho de 2023 e finalizada no dia 10 de julho de 2023. Levou-se em consideração a indicação de Hoagland e Arnon (1950), em que, para cada quilograma de solo aplicou-se 5 ml de solução nutritiva de macronutrientes. Dessa forma, os 47 ml de solução foram medidos em proveta e diluídos em água numa proporção de 1:2 e cada aplicação feita em intervalos de três dias (Figura 5). A solução diluída em água foi depositada ao redor das plantas, e em seguida as plantas foram irrigadas para que não queimassem com os sais. Cabe salientar que as aplicações foram feitas no fim do dia, horário com temperatura mais amena.

No dia 16 de setembro de 2023, aos 125 dias após o plantio, foi realizado o corte de uniformização da forrageira em todos os vasos, momento em que a maioria dos tratamentos atingiram altura entre 35 a 40 cm. O corte foi feito com cutelo, deixando altura residual de 15,0 cm descartando todo o material vegetal ceifado.

Durante o período experimental foram realizadas leituras SPAD através do equipamento Chlorophyll meter SPAD-502 plus calibrado, no horário de 9 horas até as 11 horas da

manhã. A leitura foi realizada em três lâminas foliares por planta, no terço médio da quarta folha expandida no sentido do ápice para a base. As leituras foram realizadas anteriormente ao corte de uniformização da forrageira, 125 dias após a emergência (DAE) e aos 200 DAE, anterior à realização das últimas avaliações, calculando a média dos dados coletados para cada tratamento.

Posterior a uniformização, monitorava-se a altura das forrageiras a cada semana, buscando identificar a altura de pré-pastejo, a medida que a forrageira atingia altura de referência de 35,0 a 40,0 cm eram feitas as medições e demais avaliações, estas foram realizadas aos 159 DAE, com 34 dias de rebrota e aos 172 DAE, com 14 dias de rebrota. A altura foi medida desde a base até a altura de maior concentração de lâminas foliares, com uma trena, de modo que a quantidade de biomassa aérea não fosse subavaliada.

Nesse sentido, para a quantificação da matéria seca total da parte aérea as plantas foram cortadas a 15,0 cm de altura em relação ao substrato com um cutelo, representando a remoção do dossel forrageiro pelos animais. O material foi acondicionado em sacos de papel identificados e enviado ao laboratório de sementes do *Campus* Colorado do Oeste (Figura 6). Todo o material foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 60°C (Detmann et al., 2012) e pesado na balança semi-analítica Shimadzu UX6200H. Após o corte fez-se a contagem do número de perfilho totais por planta.

A análise do volume da raiz foi feita no dia 06 de dezembro de 2022, aos 205 DAE, no período final do experimento. A retirada e análise da raiz foi feita em duas etapas. Inicialmente na casa de vegetação, foram removidos o substrato ainda seco com uma peneira malha 25 cm separando manualmente as raízes e adicionando em bandejas limpas e identificadas. Ainda na casa de vegetação as raízes foram lavadas em água corrente retirando toda areia e demais detritos como pedregulhos, raízes mortas e material da parte aérea. Foram utilizadas peneiras de 1,0; 0,50 e 0,21 mm na lavagem para não perder as raízes finas.

Em um segundo momento, as raízes já limpas foram levadas ao laboratório de sementes para determinação do volume da raiz (VR) (Figura 7). Para isso, determinou-se por meio do deslocamento de volume de água utilizando uma proveta graduada de 2000mL, onde o volume inicial de referência foi de 1200 mL e à medida que as raízes das gramíneas foram adicionadas obteve-se o volume final, calculando o volume da raiz por diferença.

$$VR = Vi - Vf$$

**VR:** Volume de Raiz

**Vi:** Volume inicial

**Vf:** Volume final

Em seguida as raízes foram preparadas para secagem e posterior determinação de massa seca da raiz. Uma vez retirada da proveta, foram lavadas em água destilada e levadas à estufa de circulação forçada de ar e secas a 60°C por 72 horas. Após esse período, as amostras foram retiradas e pesadas em balança semi-analítica obtendo a massa seca da raiz (MSR).

A relação parte matéria seca aérea/matéria seca raiz (MSPA/MSR) foi determinada pelo quociente entre a biomassa total da raiz e a biomassa total da parte aérea.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), através do SISVAR - Sistema de análise de variância versão 5.8.92 (Ferreira, 2011) e quando o teste F foi significativo, realizou-se comparação de médias pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro para as características de MSPA, número de perfilhos, altura, SPAD, VR e MSR.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a produção de biomassa aérea e radicular obteve-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a interação entre as doses aplicadas (0%, 50%, 200%) com os nutrientes (N, P e K) e os tratamentos adicionais (100% de NPK e 0% de NPK), para as variáveis analisadas.

A matéria seca da parte aérea sofreu influência da adubação nitrogenada, obteve maior acúmulo de MS 53,12 e 39,26 (g/vaso) na dose máxima de nitrogênio (Tabela 5). Hoeschl et al. (2007) explica que a resposta da planta forrageira de maior acúmulo de matéria seca quando adubada com nitrogênio está ligada à quantidade expressiva de folhas contribuindo para produção de fotoassimilados em maior quantidade (Figura 10C).

Segundo Alexandrino et al., (2010) de acordo com as fases, as plantas apresentam diferenças na quantidade de matéria seca da forrageira, na fase vegetativa ocorre maior taxa de aparecimento de perfilhos em quantidade e peso já na fase de reprodutiva a MSPA é determinada pelo rebrote dos perfilhos já existentes.

O nitrogênio por apresentar função estrutural está ligado diretamente com a produção da matéria seca, está presente na estrutura das proteínas e ácidos nucleicos,

moléculas essenciais na síntese de compostos orgânicos que formam a estrutura vegetal, como por exemplo a celulose (Malavolta, 2006).

**Tabela 2** - Resultado da avaliação da matéria seca da parte aérea MSPA (g/vaso) da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida à deficiência dos macronutrientes primários.

<b>MSPA aos 159 DAE</b>				
Dose de NPK	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	10,918 Bb	22,194 Aab	25,166 Aa	8,504
50	20,438 Bb	31,428 Aab	35,420 Aa	-
100	-	-	-	31,722
200	53,120 Aa	32,262 Ab	35,960 Ab	-
<b>CV (%)</b>	29.85			
<b>MSPA aos 172 DAE</b>				
Dose de NPK	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	9,020 Ba	17,086 ABa	16,768 Aa	7,408
50	15,594 Ba	15,716 Ba	19,508 Aa	-
100	-	-	-	17,092
200	39,262 Aa	26,064 Ab	19,982 Ab	-
<b>CV (%)</b>	31.98			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna avaliam desempenho da dose em relação ao nutriente. Letras minúsculas na linha avaliam desempenho do nutriente em relação a dose. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

O menor acúmulo de matéria seca foi evidenciado pelo tratamento adicional de 0% NPK nos cortes aos 159 DAE e 172 DAE, seguido da omissão de nitrogênio (Figura 10a e 10b). Dentre as cultivares de *U. brizantha* a Marandu é a mais responsiva a adubação nitrogenada e quando não suprida é afetada negativamente com redução na produção de matéria seca. Cabe salientar, que altos teores de matéria seca da forrageira podem interferir no consumo animal, pela maior presença de fibras diminuindo a palatabilidade do alimento.

A massa seca de raiz foi positivamente influenciada pela adubação nitrogenada na dose de 200% de nitrogênio. Esse tratamento também proporcionou maior produção de matéria seca da parte aérea, correlacionando o resultado encontrado com o avaliado por Bennett et al. (2008). Tem-se que a dose de 200 kg/ha de N incrementa a biomassa forrageira, elevando os teores de PB - Proteína Bruta e ainda diminui os teores de fibras.

Nos tratamentos com nitrogênio e potássio a planta forrageira apresentou menor massa seca de raiz na dose de omissão (Tabela 3). O K é necessário para a absorção

eficiente de nutrientes, uma vez que o K realizando a abertura dos estômatos ativa o transporte de água e nutrientes. Uma das vias de absorção do nitrogênio é pelo fluxo de massa, ou seja, no sentido de maior concentração de água para um local de menor concentração de água como a rizosfera das raízes para serem metabolizadas (Fageria e Baligar, 2005).

Os carboidratos não estruturais são fontes de energia prontamente disponíveis para atender a planta. Estes são translocados pelo K para as raízes e usados após a desfolha permitindo rápida recuperação da parte aérea Mattos et al., (1993). Sendo assim, existe uma relação entre a produtividade da parte aérea na qual é a resposta do que acontece com o sistema radicular pois ambos se influenciam (Scaramuzza et al., 2007).

**Tabela 3-** Resultado da avaliação do Volume da raiz (mL/vaso) e massa seca da raiz (g/vaso) da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida à omissão dos macronutrientes primários.

<b>Volume raiz</b>				
Dose do nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	280,000 Ca	398,000 Aa	365,000 Ba	299,000
50	438,000 Ba	494,000 Aa	506,000 Aa	-
100	-	-	-	537,000
200	871,000 Aa	524,000 Ab	548,000 Ab	-
<b>CV (%)</b>	17.28			
<b>Massa Seca Raiz</b>				
Dose do nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	59,580 Ca	90,516 Aa	64,954 Ba	68,916
50	100,642 Ba	112,932 Aa	112,380 Aa	-
100	-	-	-	122,004
200	193,246 Aa	123,488 Ab	128,792 Ab	-
<b>CV (%)</b>	19.75			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna avaliam desempenho da dose em relação ao nutriente. Letras minúsculas na linha avaliam desempenho do nutriente em relação a dose. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

O crescimento radicular é influenciado pela disponibilidade de nutrientes no solo (Dupas e Monteiro, 2018). Houve efeito de interação entre os fatores de dose e nutriente para volume de raiz ( $p < 0,05$ ). A maior dose de nitrogênio apresentou maior volume de

raiz com média de 871,0 mL, não havendo diferença estatística na aplicação de P e K na mesma dose. Dessa maneira, a planta explora maior espaço no perfil do solo aumentando a exportação de água e nutrientes, como por exemplo, o P que é absorvido por difusão e tem pouca mobilidade no solo, é necessário haver contato da raiz com o nutriente para assimilação. Além disso, a formação radicular vigorosa das forrageiras é determinante para suportar estresses advindos, por exemplo, de veranicos, invernos e o pastejo dos animais (Cunha et al., 2010).

As doses que limitaram o volume de raiz foi a omissão de nitrogênio seguida do tratamento adicional 0% NPK com média 280,0 e 299,0 mL por vaso (Figura 11). Na dose de emissão os demais nutrientes foram fornecidos, exceto o nitrogênio. O resultado pode ser explicado pela lei do mínimo definido por Liebig onde o nutriente em menor quantidade limita o crescimento e desenvolvimento vegetal mesmo que os demais nutrientes estejam em proporções adequadas (Vasconcellos et al., 2001).

As quantidades ofertadas de fósforo independente da dose não apresentaram efeito significativo para volume de raiz e massa seca da raiz (Tabela 3). Apesar disso, pesquisas conduzidas por Camacho et al. (2015) encontraram superioridade na quantidade de MSR produzida por *U. brizantha* cv. Marandu quando comparada a variedades de *U. brizantha* e genótipos (B5, B10 e B12) na ausência de P. Nesse cenário, a cultivar Marandu estabelecida em solos pobres em P apresentaram maior quantidade de MSR.

Para as doses de 0% e 50% não tiveram diferença significativa entre as médias para o volume de raiz e massa seca de raiz.

Em relação ao potássio não houve diferença na aplicação na dose de 50% e 200%, dando a entender que independente da dose aplicada esta vai fornecer o mesmo resultado. Em termos de custo, o uso da menor dose é a melhor opção já que neste experimento para todas as variáveis analisadas obteve o mesmo resultado quanto a adubação potássica nas doses citadas.

**Tabela 4** - Relação entre matéria seca da parte aérea - MSPA e matéria seca raiz -MSR de *Urochloa brizantha* cv. marandu, durante o período experimental.

Dose do nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	0,3360 Ab	0,4260 Aab	0,5580 Aa	0,2400
50	0,3640 Aa	0,4300 Aa	0,4880 Aa	-
100	-	-	-	0,4020

200	0,4820 Aa	0,4780 Aa	0,4360 Aa	-
<b>CV (%)</b>	25,41			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna avaliam desempenho da dose em relação ao nutriente. Letras minúsculas na linha avaliam desempenho do nutriente em relação a dose. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

Neste experimento, a relação matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz não apresentaram significância ( $p < 0,05$ ) no que diz respeito a doses dentro de cada nutriente. Já no desdobramento dos nutrientes dentro das doses, apenas a dose de omissão de potássio apresentou diferença com quociente 0,5580.

Nas condições de experimento foi visível a deficiência de K nas folhas, com as mais velhas com clorose e posterior necrose, iniciando senescência da borda e ponta das folhas (Malavolta, 1980). Adicionalmente, havendo a produção de fotoassimilados em deficiência de K, os açúcares acumulam nas folhas acarretando falta nas raízes interferindo no desenvolvimento lateral das raízes (Cakmak, 2005).

Durante a retirada das raízes pode-se observar a presença de raízes mais grossas, podendo ser explicado pela atuação dos íons de K no floema correndo fotoassimilados como, por exemplo, a sacarose das fontes para drenos. Uma vez deficiente a endoderme das raízes torna-se suberizadas evitando a perda de K e melhorando a condução de água para a parte aérea (Bang et al., 2021).

Comparando a relação matéria seca da parte aérea e sistema radicular obteve-se coeficiente de menor produção de raízes em relação a parte aérea o tratamento com dose de omissão de nitrogênio 0,3360 (Tabela 4). Em situação de omissão de nitrogênio a forrageira priorizou o desenvolvimento radicular em comprimento, com o objetivo de capturar o nutriente no substrato.

A produção de raiz foi positivamente influenciada pela adubação nitrogenada na dose de 200% de nitrogênio (Tabela 3), esse tratamento também proporcionou maior produção de biomassa da parte aérea (Tabela 4). O comportamento da forrageira é efeito da disponibilidade de nutriente que proporcionou maior crescimento radicular, aumentando a capacidade de absorção da forrageira para crescimento e desenvolvimento.

Comparando os tratamentos de omissão de nitrogênio e dose máxima de nitrogênio a dinâmica das raízes foram diferentes (Figura 11). Enquanto a forrageira em deficiência priorizou o desenvolvimento de raízes em profundidade, a forrageira com disponibilidade apresentou maior quantidade de raízes na superfície e em sua maioria finas e menor quantidade de raízes longas.

Os resultados de biomassa aérea e radicular de *U. brizantha* cv. Marandu encontrados são afirmados pelos dados coletados de SPAD, perfilho, altura e volume de raiz.

**Tabela 5** - Resultado da avaliação do Índice SPAD da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida à deficiência dos macronutrientes primários.

<b>SPAD aos 125 DAE</b>				
Dose do nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	20,046 Bb	38,874 Aa	32,800 Aa	30,700
50	23,884 Bb	34,114 ABa	29,522 Aab	-
100	-	-	-	27,840
200	38,172 Aa	27,466 Bb	27,674 Ab	-
<b>CV (%)</b>	16.69			
<b>SPAD aos 200 DAE</b>				
Dose do nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	15,852 Cb	27,208 Aa	20,968 Ab	16,760
50	21,394 Ba	19,826 Ba	24,286 Aa	-
100	-	-	-	21,074
200	32,972 Aa	22,266 ABb	21,372 Ab	-
<b>CV (%)</b>	14.75			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna avaliam desempenho da dose em relação ao nutriente. Letras minúsculas na linha avaliam desempenho do nutriente em relação a dose. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

O maior valor SPAD da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu com média de 38,172 e 32,972 foi obtida na aplicação de nitrogênio, na dose de 200% aos 125 e 200 DAE, respectivamente (Tabela 5). Nesta mesma dose a aplicação de P apresentou menor valor SPAD de 27,466. O acúmulo de N é influenciado pela disponibilidade do nutriente no solo. Após absorção do N pelas raízes e assimilação, os compostos nitrogenados são direcionados à parte aérea. No tecido foliar está concentrado principalmente nos cloroplastos, proteínas da fotossíntese e moléculas de clorofila (Bang et al., 2021), representando cerca de 50 a 60% do nitrogênio presente nas plantas (Wood et al., 1993).

Costa et al. (2004) afirmam que o valor SPAD entre 37 a 49 para o capim Marandu representa o nível crítico de nitrogênio para a cultura. Durante as leituras de índice SPAD tais valores de nível crítico foram encontrados no tratamento de maior

dose de nitrogênio aos 125 DAE com valor de 38,172 (Tabela 2). Malavolta et al., (1989) assegura que através da determinação indireta de clorofila o consumo de luxo de N não interfere na leitura, uma vez que a planta produz a quantidade necessária de clorofila para realizar as reações fotossintéticas.

Na dose de 50% o maior valor SPAD de 34,114 foi obtido no tratamento com P, e o menor com o nitrogênio valor 23,884.

Já em relação aos nutrientes não houve diferença estatística  $p < (0,05)$  entre o fósforo e potássio na dose de 0%. O nitrogênio foi o mais limitante na leitura SPAD na primeira avaliação (Figura 8C), pois as plantas demonstraram sintomas de deficiência de N, apresentando menor porte e coloração amarela nas folhas mais velhas, progredindo para clorose (Paulilo et al., 2015). Fisiologicamente a falta de N limita a síntese de proteínas e pigmento dos tecidos vegetais afetando diretamente na redução de atividade fotossintética (Bang et al., 2021), que por conseguinte limita o crescimento e a produção de biomassa (Silva et al., 2013).

Corrêa et al. (2001) encontraram resultado similar ao avaliar a forrageira *U. brizantha* cv. Marandu adubada com duas fontes de nitrogênio, a uréia e o nitrato de amônio. Os menores índices de SPAD estavam associados com a menor oferta de nitrogênio na adubação e nas plantas adubadas com uréia, dando-se possivelmente a maior perda por volatilização e lixiviação do N.

As leituras realizadas nas forrageiras submetidas às doses de fósforo, nas duas avaliações, apresentaram média significativa ( $p < 0,05$ ) no tratamento de omissão 0% de P. A leitura de SPAD pode ter sido influenciada pela deficiência de fósforo, no qual as folhas apresentaram coloração verde escura adquirida pela maior concentração de carotenóides nas folhas (Malavolta et al., 1997) equivocando a leitura do equipamento Chlorophyll meter SPAD-502 plus. Ademais, a assimilação do nitrogênio depende do gasto de energia em forma de ATP, que por sua vez é formado por moléculas de P inferindo na menor presença de N nos tecidos vegetais (Mesquita et al., 2011).

As doses de potássio não tiveram diferença estatística entre si para avaliação de leitura SPAD nas avaliações.

A altura de pré-pastejo tem ligação direta com a qualidade da forragem determinando a capacidade de suporte de uma pastagem. Aos 34 dias após a uniformização da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu a maioria dos tratamentos atingiram o ponto de referência.

Os nutrientes P e K apresentaram médias de altura próximas não havendo dose com efeito significativo ( $p < 0,05$ ), nos cortes aos 159 DAE e 172 DAE (Tabela 3), e para a dose de 200% as médias não diferiram entre si para os nutrientes N, P e K.

Na dose de omissão apesar de não ofertada, o substrato utilizado apresentou pequena quantidade destes (Tabela 1), o que pode explicar as médias de altura para P e K. Além disso, as parcelas situadas no bloco 1 receberam sombreamento parcial no período da manhã, em função de algumas árvores próximo a casa de vegetação, favorecendo o crescimento das plantas por estiolamento, interferindo nos resultados apresentados.

**Tabela 6** - Resultado da avaliação da altura da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida à deficiência dos macronutrientes primários.

<b>Altura aos 159 DAE - 34 dias de rebrota</b>				
Dose do nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	23,400 Cb	35,400 Aa	34,400 Aa	20,600
50	30,800 Bb	38,000 Aa	36,600 Aab	-
100	-	-	-	36,400
200	38,600 Aa	37,400 Aa	39,200 Aa	-
<b>CV (%)</b>	12.47			
<b>Altura aos 172 DAE - 14 dias de rebrota</b>				
Dose do nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	25,200 Bb	35,000 Aa	33,666 Aa	24,200
50	30,400 Ba	32,400 Aa	34,000 Aa	-
100	-	-	-	34,600
200	37,000 Aa	35,600 Aa	37,600 Aa	-
<b>CV (%)</b>	10.37			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna avaliam desempenho da dose em relação ao nutriente. Letras minúsculas na linha avaliam desempenho do nutriente em relação a dose. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

Por outro lado, o nitrogênio foi o nutriente mais limitante para altura de planta na dose de omissão depois do tratamento 0% NPK, com média de 23,40cm e 25,20 cm aos 159 e aos 172 DAE, respectivamente. O nitrogênio tem como fonte primária a matéria orgânica que quando mineralizada disponibiliza N, naturalmente é encontrado em baixas concentrações no solo necessitando de reposição para manutenção da forrageira através de fontes inorgânicas, as nítricas e as amoniacais (Moreira, 2021)

Na dose de 50% o nitrogênio apresentou altura menor de 30,80 cm no corte aos 159 DAE, no entanto aos 172 DAE não houve diferença no crescimento das plantas independente da aplicação de N,P e K.

Durante a coleta de dados, observou-se para o nutriente N maior altura, 38,60 cm e 37 cm no tratamento com doses de 200% na avaliação feita aos 159 DAE e aos 172 DAE, porém nesta dose não houve diferença entre os nutrientes aplicados ( $p>0,05$ ). A dose de 200% de N apresentou crescimento acelerado da forrageira, no entanto, visualmente comparando os demais tratamentos, as parcelas apresentaram murcha das plantas (Figura 9). O potássio está diretamente ligado com abertura e fechamento de estômatos controlando a transpiração da planta, além da translocação de fotoassimilados e resistência a estresses (Ahmad et al., 2014). Além disso, o potencial osmótico pode ter sido alterado pela alta concentração de soluto, causando um estresse salino que por sua vez compete com os sítios de absorção do K (Bang et al, 2021). Havendo desbalanço na quantidade de N em relação ao K na adubação podem ocorrer deficiências acarretando alteração da função do nutriente na fisiologia da planta devido ao antagonismo.

A perenidade da planta forrageira é determinada pela capacidade de rebrota após sucessiva remoção da parte aérea. Aos 159 e 172 DAE, observou-se que houve maior perfilhamento do capim Marandu adubado com nitrogênio na dose de 200%, com uma média de 30,60 e 44,40 perfilhos. As avaliações foram feitas após o corte de uniformização, responsável pela quebra da dominância apical da forrageira fazendo com que o crescimento dos perfilhos reprodutivos sejam estimulados (Silva et al, 2013).

As estruturas de crescimento foliar foram preservadas, pois respeitou-se a altura de referência de saída dos animais da pastagem de 15,0 cm, permitindo vigoroso rebrote e desenvolvimento de novas estruturas do dossel forrageiro. O resultado é semelhante ao encontrado por Silva et al., (2013), no qual ao aplicar duas fontes de N nas doses de 100 e 200 kg/ha de N em plantas de Marandu, o sulfato de amônio promoveu maior densidade de perfilhos em torno de 8 a 14%, respectivamente, em comparação com as doses de uréia. Muito provavelmente a dinâmica de N no solo tenha contribuído com o resultado da pesquisa, visto que a planta preferencialmente assimila o N na forma nítrica  $\text{NO}_3^-$  e amoniacal  $\text{NH}_4^+$  e a ureia apresenta-se na forma amídica passado por transformações que contribui para perdas através, por exemplo, do gás amônia ( $\text{NH}_3$ ) (Martha Júnior et al., 2004).

O nitrogênio é tido como o nutriente responsável pela persistência da forrageira, (Silva et al., 2013) evidencia efeito de adubação nitrogenada em pastagem já formada

em comparação ao P, neste estudo obteve-se maior perfilhamento e relação folha/colmo em forrageiras adubadas com 300 kg ha<sup>-1</sup> ano de sulfato de amônio (Magalhães et al., 2011). Além disso, o nitrogênio resulta numa eficiência fotossintética superior e menor valor de FDN - Fibra em Detergente Neutro da forrageira.

A quantidade de perfilhos foi influenciada negativamente na aplicação na dose de omissão de N, P e K nas avaliações realizadas aos 159 e 172 DAE. O fósforo é indispensável para o estabelecimento das plantas forrageiras, participa da divisão celular estimulando o perfilhamento e favorece o crescimento do sistema radicular determinando a produção forrageira (Pereira, 2021).

**Tabela 7** - Resultado da avaliação do número de perfilhos da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida à omissão dos macronutrientes primários.

<b>Perfilhos aos 159 DAE</b>				
Dose de NPK	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	10,066 Ca	9,466 Ba	14,334 Ba	8,332
50	17,900 Ba	18,800 Aa	20,900 Aa	-
100	-	-	-	20,000
200	30,600 Aa	22,500 Ab	21,700 Ab	-
<b>CV (%)</b>	18.25			
<b>Perfilhos aos 172 DAE</b>				
Dose de NPK	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	NPK
0	10,864 Ca	13,398 Ca	17,666 Ba	9,530
50	23,900 Ba	22,800 Ba	25,700 ABa	-
100	-	-	-	25,266
200	44,400 Aa	31,600 Ab	31,500 Ab	-
<b>CV (%)</b>	21.25			

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna avaliam desempenho da dose em relação ao nutriente. Letras minúsculas na linha avaliam desempenho do nutriente em relação a dose. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey (p<0,05).

Para a dose de 50% os nutrientes não apresentaram diferença estatística entre si pelo teste Tukey (p<0,05) avaliado nos dois intervalos.

#### 4. CONCLUSÃO

- Dentre os nutrientes, o nitrogênio interferiu de forma direta na biomassa forrageira;
- A leitura SPAD para o tratamento com dose de 200% de nitrogênio apresentou nível crítico para a cultura;
- A maior produção de matéria seca aérea acumulada em dois cortes de *Urochloa brizantha* cv. marandu se deu pelo tratamento com a dose de 200% de nitrogênio;
- A relação matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz não apresentaram significância ( $p < 0,05$ ) no que diz respeito a doses dentro de cada nutriente;
- Não houve diferença na aplicação de adubação potássica nas doses de 200% e 50%;

Contudo, para melhor esclarecimento dos efeitos dos macronutrientes primários sobre a produção de biomassa aérea e radicular de *Urochloa brizantha* cv. marandu, sugere-se realizar avaliação mineral do material vegetal comparando as doses de nutriente aplicada e a quantidade presentes no tecido vegetal.

## 5. REFERÊNCIAS

- AHMAD, I.; MAATHUIS, F. J. M. **Cellular and tissue distribution of potassium: Physiological 489 relevance, mechanisms and regulation.** *Journal of Plant Physiology*, v. 171, n. 9, p. 708–714, 490 2014.
- ALEXANDRINO, E.; VAZI, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da brachiaria brizantha cv. marandu durante o seu estabelecimento designado a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 886-893, Nov./Dec. 2010.
- ALVES, S. J.; MORAES A.; CANTO M. W.; SANDINI I. Espécies forrageiras recomendadas para a produção animal. 2010. Disponível em: [https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAUDIARUGGIERI/especies\\_forrageiras.pdf](https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAUDIARUGGIERI/especies_forrageiras.pdf). Acesso em 12 de junho de 2024.
- BANG, T. C.; HUSTED, S.; LAURSEN, K. H.; PERSSON, D. P.; SCHJOERRING, A. J. K. **As funções moleculares-fisiológicas dos macronutrientes minerais e suas consequências para os sintomas de deficiência em plantas.** *New Phytologist*, v. 229, n. 5, p. 2446-2469, 2021.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; FABRICIO, J. A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, p. 1629-1636, 2008.
- BET, J. A. **Diagnose do estado nutricional de nitrogênio, potássio e cálcio em Urochloa brizantha cv. Marandu utilizando-se técnicas de machine learning.** 2021. 224f. Tese (Doutorado em Ciências do programa de pós-graduação em zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2021.
- CABRAL, C. E. A.; CABRAL C. H. A.; SANTOS, A. R. M.; MOTTA A. M.; MOTTA L. G. Impactos técnicos-econômicos da adubação de pasto. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 173-181, 2021.
- CAKMAK, I. O papel do potássio no alívio dos efeitos prejudiciais de estresses abióticos em plantas. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 168, n. 4, p. 521-530, 2005.
- CAMACHO, M. A.; SILVEIRA, L. P. O.; SILVEIRA, M. V. Eficiência de genótipos de Brachiaria brizantha Stapf.(Syn: Urochloa brizantha) na produção de biomassa sob aplicação de fósforo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1133-1140, 2015.
- CARLOTO, M. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; PAULA, C. C. L. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa agropecuária, Brasília**, v.46, n.1, jan. 2011.
- CORRÊA, L. de A.; PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; LUCHIARI, A.; POTT, E. B. **Teor de clorofila e produção de matéria seca de Brachiaria brizantha cv.**

**Marandu, adubada com duas fontes de nitrogênio.** 2001. Disponível em: <<https://core.ac.uk/reader/45488890>>

COSTA, N. DE L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia.** 1ª Edição. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004.

COSTA, N. de L.; PAULINO, V. T.; TOWNSENDI, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; OLIVEIRA, J. R. da C. O. **Desempenho agrônomico de genótipos de Brachiaria brizantha em diferentes idades de corte em Porto Velho, Rondônia, Brasil.** REDVET. Revista Electrónica De Veterinaria, España, Vol. 8, n. 8, p. 1 - 5, ago. de 2007.

CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B. d.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A. de. **Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos.** Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; QUEIROZ, A. D.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. D. O., ... & AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DUPAS, E.; MONTEIRO, F. A. **Nitrogênio e potássio, mas não boro, alteram a morfologia, produção e concentração de nutrientes das raízes de capim-da-tanzânia.** Journal of Plant Nutrition, v. 41, n. 17, p. 2222–2231, 2018.

EMBRAPA. **Melhoramento genético de Brachiaria spp. Progresso desenvolvimento de híbridos apomíticos para a diversificação de pastagens.** 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-projetos/-/projeto/207671/melhoramento-genetic-o-de-brachiaria-spp-visando-desenvolvimento-de-hibridos-apomiticos-para-a-diversificacao-de-pastagens>>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Centro nacional de pesquisas de gado de corte (CNPGC). **Brachiaria brizantha cv. Marandu.** (EMBRAPA - CNPGC), Documento 21, Campo Grande - MS, 1984.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: A COMPUTER STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM.** Ciência e agrotecnologia SCIELO v. 35, n. 6, p. 1039-1042. UFLA - Universidade Federal de Lavras, 2011.

FRANCA, R. R. **Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011.** Revista Geografias, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 44-58, jun 2015

HOESCHL, A. R.; CANTO, M. W. do; FILHO, A. B.; MORAES A.. **Produção de forragem e perfilhamento em pastos de capim tanzânia-1 adubados com doses de nitrogênio.** Scientia Agraria. Universidade Federal do Paraná. vol. 8, núm. 1, pp. 81-86, 2007.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. de; SOUSA, R. S. ; SILVA, F. F. da ; BONOMO, P. ; VELOSO, C. M. ; MAGALHÃES, D. M. A. ; PEREIRA, J. M. **Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do**

**capim braquiária adubado com nitrogênio e fósforo.** Revista Brasileira de Saúde produção animal v. 12, n. 4, p. 893 - 907, out/dez, 2011.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo, SP: Editora Agronômica Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. DE. **Avaliação do estado nutricional das plantas Princípios e aplicações.** Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosforo - POTAFOS, 2º Edição, rev. e atual. Piracicaba, 1989.

MARTHA JUNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. **Perda de Amônia por Volatilização em Pastagem de Capim-Tanzânia Adubada com Uréia no Verão.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n. 6, p. 2240-2247, 2004.

MATTOS, W. T. DE; MONTEIRO, F. A. **Respostas de braquiária brizantha a doses de potássio.** Scientia Agricola, v. 55, p. 428-437, 1998.

MOREIRA, B. C. **Utilização do gênero Urochloa na produção animal - Revisão bibliográfica.** Trabalho de conclusão de curso - TCC (Graduação em Zootecnia) , Unesp - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2021.

MESQUITA, A. M.; SILVEIRA P. M. DA.; BERNARDES, T. G.; GANZAGA, A. C. DE O. **Relação do teor de clorofila em feijoeiro irrigado com variáveis de solo e folha.** 2011. SIDALC-Aliança de Serviços de Informação Agrícola. Disponível em: <<https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-916063/Description>>

PAIVA FILHO, S. V.; TAVARES, R. M.; FERREIRA, C. S.; GONÇALO, T. P.; JÚNIOR, J. F. S. **Atributos físicos do solo em área com capim brizantha e ruziziensis.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), Rio Verde - GO, v. 11, n. 1, p 366 - 374, out. 2021.

PAULILO, M. T. S.; VIANA, A. M.; RANDI, Á. M. **Fisiologia Vegetal.** 2015. Disponível em: <<https://antigo.uab.ufsc.br/biologia//files/2020/08/Fisiologia-Vegetal.pdf>> Acesso em: Junho de 2024.

PEREIRA, D. J. S. **Estratégias de aplicação de adubação fosfatada no capim marandu.** 2021, 39 f .Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Zootecnia) Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, 2021.

SCARAMUZZA,W. L. M. P.; RODRIGUES, R. C.; MONTEIRO, F. A. **Características produtivas e fisiológicas do capim-mombaça submetido a doses de potássio.** Boletim de Indústria Animal, v. 64, n. 3, p. 213-220, 2007.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. de P; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. de.; BERNARDES, T. F. **Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu.** Revista Ciência Agronômica, Centro de

Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE., v. 44, n. 1, p. 184-191, mar. 2013.

SOUZA, C.; LIMA, I.; LIMA PEREIRA, M.; MONTEIRO, A.; SOBREIRO, M.; TESHIMA, A. C. Recuperação de pastagens: O caminho para uma expansão agrícola sustentável. **Revista Agroanalysis - Fundação Getúlio Vargas**. Volume 44, nº 03, mar. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª Edição Artmed, Porto Alegre - RS, 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª Edição revista e ampliada. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>.

VASCONCELLOS, C. A. **Nutrição e adubação do milho visando obtenção do minimilho**. EMBRAPA: Circular técnica. ISSN 1679-1150. Sete Lagoas -MG 2001.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. .; SOUZA, D. M. G. DE. **Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. EMBRAPA cerrado, 2020. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1126986/1/LVilela-et-al-RPD-Especial-Cerrado-2020.pdf>>

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Melhorando a eficiência do uso de nitrogênio em plantas cultivadas. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 97-185. 2005.

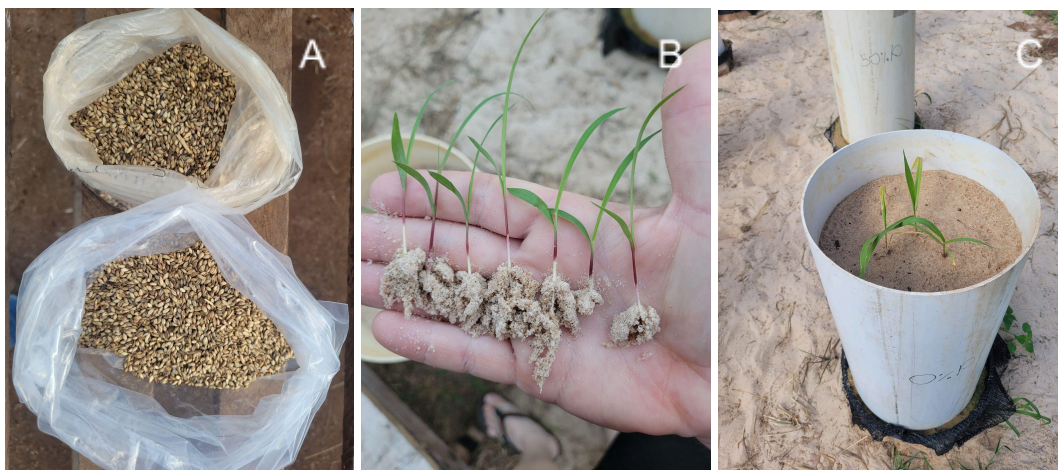
WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; HIMELRICK, D. G. Relações entre leituras do medidor de clorofila e concentração de clorofila foliar, status de N e rendimento da cultura: uma revisão. Em: **Anais da sociedade de agronomia da Nova Zelândia**. p. 1-9, 1993.

## APÊNDICE

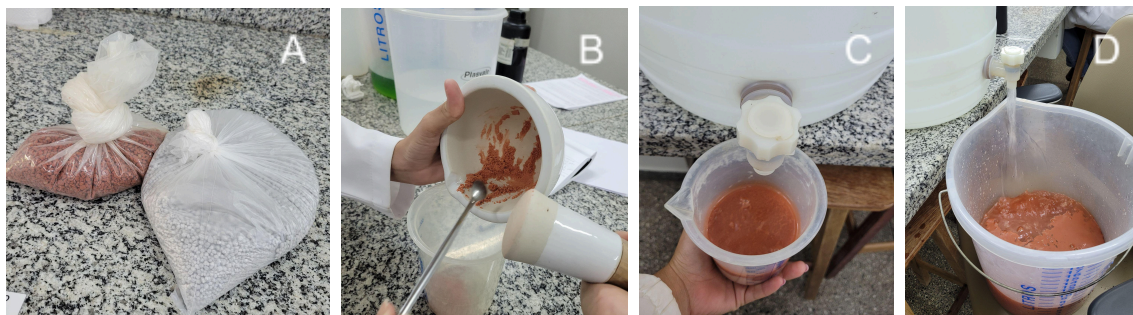
**Figura 2** - Delineamento em blocos casualizado com 55 unidades experimental, sendo cano PVC (100 cm circunferência por 60 cm altura).



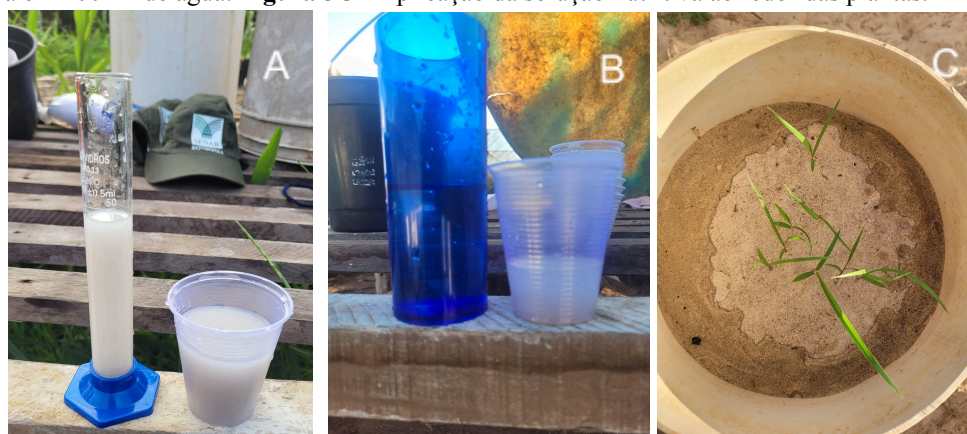
**Figura 3A** - Sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu valor cultural 75%. **Figura 3B** - Desbaste das plantas. **Figura 3C** - Estande de plantas por unidade experimental.



**Figura 4A** - Fertilizante comercial. **Figura 4B** - Maceração do cloreto de potássio com almofariz. **Figura 4C** - Diluição do material macerado em água destilada. **Figura 4D** - Adição de água destilada para formação de 12 litros de solução nutritiva.



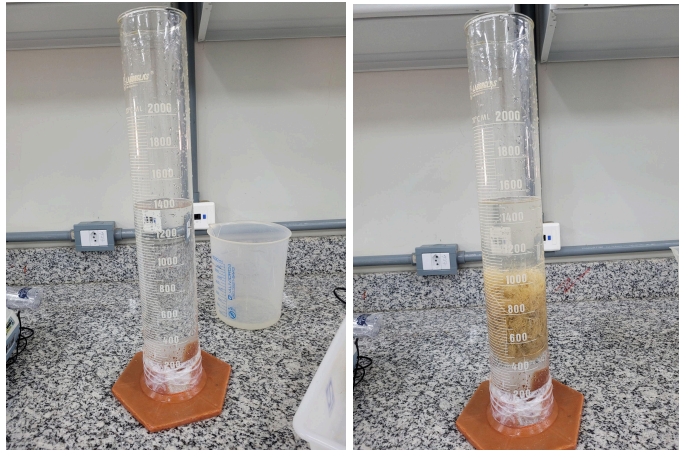
**Figura 5A** - Aferição da dose de 47 ml de solução nutritiva na proveta. **Figura 5B** - Diluição da solução nutritiva em 100 ml de água. **Figura 5C** - Aplicação da solução nutritiva ao redor das plantas.



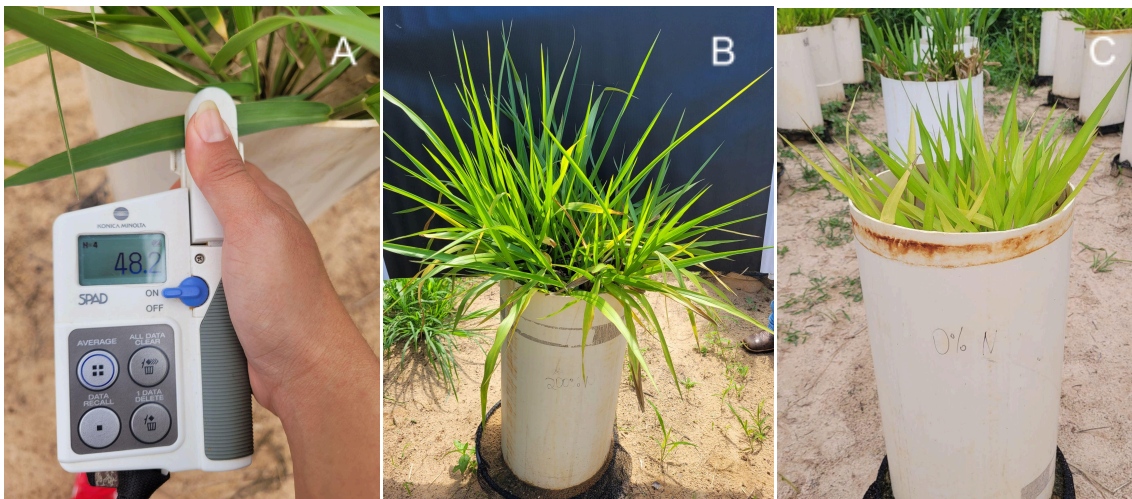
**Figura 6A** - Corte da parte aérea de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com cutelo a 15 cm em relação ao substrato. **Figura 6B** - Acondicionamento do material verde em sacos de papel identificados. **Figura 6C** - Secagem em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 60°C.



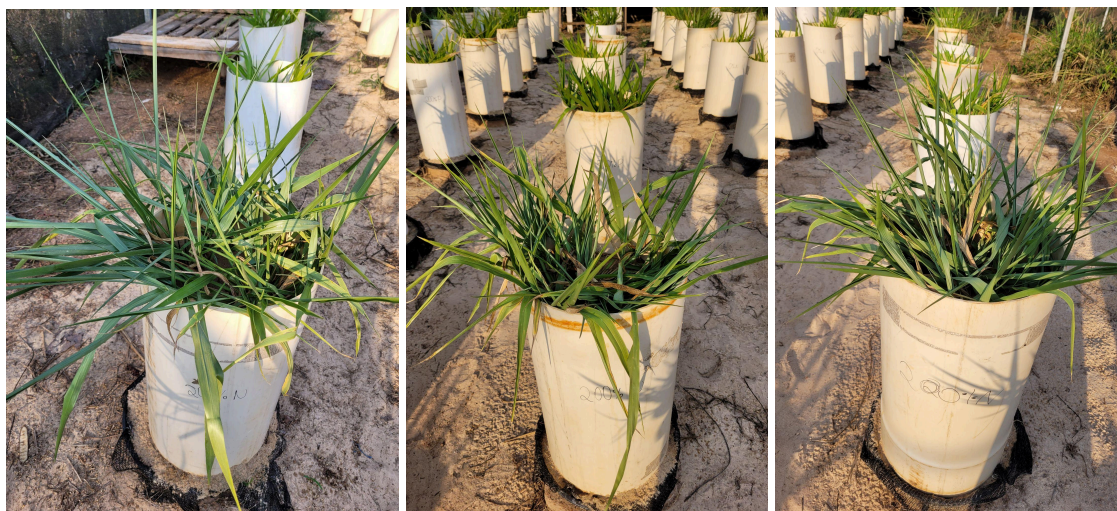
**Figura 7A** - Proveta de 2 litros com volume inicial de água de 1200ml. **Figura 7B** - Proveta com volume final de água.



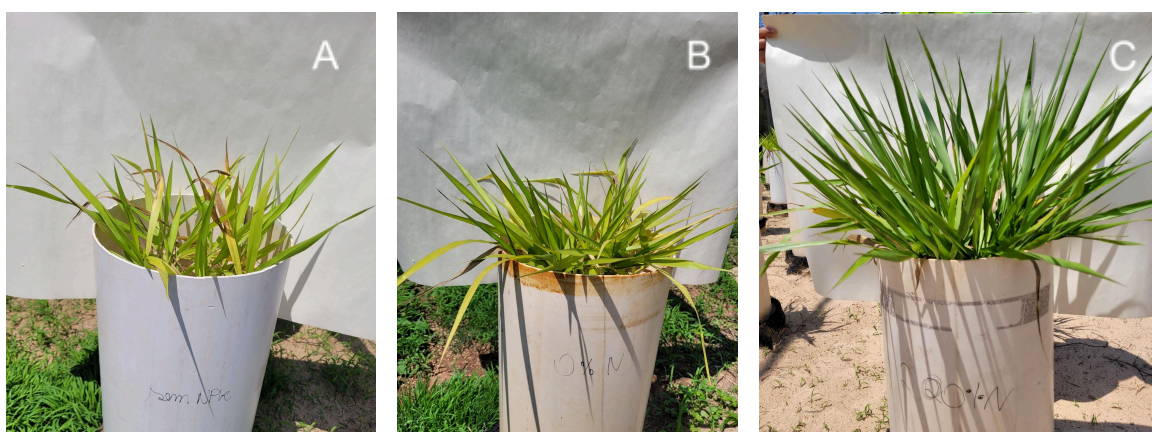
**Figura 8A** - Leitura do teor de clorofila tratamento 200% de nitrogênio. **Figura 8B** - Unidade experimental tratamento 200% de nitrogênio. **Figura 8C** - Unidade experimental tratamento 0% de nitrogênio.



**Figura 9A** - Bloco 1 Tratamento 200% de nitrogênio. **Figura 9B** - Bloco 3 tratamento 200% de nitrogênio. **Figura 9C** - Bloco 5 tratamento 200% de nitrogênio.



**Figura 10A** - Forrageira submetida ao tratamento 0% de NPK . **Figura 10B** - Forrageira submetida ao tratamento 0% de nitrogênio. **Figura 10C** - Forrageira submetida ao tratamento 200% de nitrogênio.



**Figura 11A** - Demonstração do sistema radicular de (*Urochloa brizantha* cv. marandu) submetida ao tratamento de 0% de nitrogênio. **Figura 11B** - Demonstração do sistema radicular de (*Urochloa brizantha* cv. marandu) submetida ao tratamento de 200% de nitrogênio. **Figura 11C** - Sistema radicular da forrageira submetida ao tratamento de 200% nitrogênio. **Figura 11D** - Sistema radicular da forrageira submetida ao tratamento de 0% nitrogênio.

