

**EFEITOS DE PROTOCOLOS DE ADUBAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DA *Brachiaria Brizantha* CV. MARANDU**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n3-256>

**Data de submissão:** 25/02/2025

**Data de publicação:** 25/03/2025

**Solange Silva de Amorim**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Estadual do Sudoeste Da Bahia  
E-mail: solange.zootec@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4701-5006>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9826306435292571>

**Aureliano José Vieira Pires**

Departamento de Tecnologia Rural e Animal  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
E-mail: aurelianojvp@uesb.edu.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4015-3445>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5159262500555712>

**Daniela Deitos Fries**

Departamento de Ciências Exatas e Naturais  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
E-mail: dfries@uesb.edu.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3827-6905>  
<http://lattes.cnpq.br/9986248166535927>

**Natan Teles Cruz**

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
E-mail: ntelescruz@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8164-0429>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6012485859540971>

**Amanda Santos Ribeiro**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Estadual do Sudoeste Da Bahia  
E-mail: amanda.s.ri@hotmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8154-033X>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5452696332679065>

**Franciele de Jesus Conceição**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Estadual do Sudoeste Da Bahia  
E-mail: francizootec@hotmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3978-4654>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0969584834671918>

**Êmilly Pereira Luz Ferreira**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Estadual do Sudoeste Da Bahia

E-mail: eplferreira24@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9199-6109>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4918052579969668>

**Hackson Santos da Silva**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Estadual do Sudoeste Da Bahia

E-mail: hackkson@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4590-5850>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6776717310443066>

## RESUMO

Objetivou-se avaliar as características morfogênicas, produtivas e a eficiência no uso da água da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na presença e ausência de calagem, sob diferentes protocolos de adubação. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus “Juvino Oliveira”, em Itapetinga, BA, entre março a junho de 2023, sendo organizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 5, composto pela presença ou ausência da calagem e diferentes dosagens de NPK (0, 50, 100, 150 e 200%, sobre a recomendação de 100% da Quinta Aproximação - Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais), avaliados durante dois períodos de 28 dias. A adubação impulsionou o desenvolvimento das características morfogênicas e produtivas das plantas. A taxa de aparecimento foliar e o filocrono apresentaram comportamento quadrático, com pontos ótimos em 173,6% e 153,8% da dose, respectivamente. A taxa de alongamento foliar, o índice SPAD, o número de perfilhos e a produção de biomassa apresentaram respostas linear crescente à adubação, com aumentos proporcionais às doses aplicadas. A massa seca total e a massa seca de raiz também apresentaram incremento linear, enquanto o volume de raiz e a eficiência do uso da água mostraram comportamentos quadráticos, com pontos ótimos em 222,2% e 181,3% da adubação, respectivamente. Assim, doses superiores a 150% de NPK favorecem o desenvolvimento vegetal, mesmo sem calagem, otimizando a produtividade e a eficiência hídrica.

**Palavras-chave:** Eficiência no uso da água. Fertilização. Morfogênese. Pastagem. Produtividade.

## 1 INTRODUÇÃO

Na alimentação animal a pastagem é a forma mais econômica em relação ao uso de concentrados por possuir os nutrientes disponíveis de forma abundante na criação em sistema extensivo. Além disso, forragens bem manejadas promovem a sustentabilidade ambiental por auxiliarem na conservação do solo, combatendo a erosão e o surgimento de ervas daninhas, ciclagem de nutrientes, capturam carbono e combatendo as mudanças climáticas (MARINS et al., 2025).

A degradação das pastagens é um desafio enfrentado mundialmente principalmente devido ao uso ineficiente do solo para a implantação de culturas agricultáveis, ajuste inadequado de lotação por área, resultando-se também em perdas na produtividade dos animais. Esse cenário compromete o desenvolvimento das gramíneas devido ao déficit de minerais e aumenta a degradação das pastagens (DIAS FILHO, 2017).

Sendo assim, é fundamental a reposição dos nutrientes a partir das exigências para manter a cobertura do solo, desenvolvimento adequado da parte aérea, bem como promover o pleno desenvolvimento do sistema radicular (BECKER, 2025). Além disso, a crescente demanda por produtos de origem animal e a importância dos impactos ambientais na produção tornam a adubação uma estratégia eficiente no manejo de solos com déficit nutricional, pois estimula o desenvolvimento sustentável e auxilia na manutenção das pastagens para aumento da produtividade (LEITE & ARAÚJO, 2025).

Sendo assim, a adubação é uma prática indispensável para impulsionar o crescimento das plantas, pois reage rapidamente no solo, suprindo os nutrientes necessários para estimular o crescimento de forma eficiente (FLORENTINO et al., 2022).

O nitrogênio é primordial para auxiliar no crescimento, pois aumenta o desenvolvimento das folhas, sendo essencial no metabolismo das plantas por promover a síntese de proteínas e clorofila (ALMEIDA et al., 2023).

Alexandrino et al. (2010) avaliaram pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e verificaram que a adubação nitrogenada aplicada desde o estabelecimento atuou como diferencial para o aumento do número de perfilhos e folhas.

Após o nitrogênio, o fósforo aumenta a expansão da parte aérea e das raízes, assim como para o metabolismo energético, respiração celular, melhorando a absorção de água e nutrientes (COSTA et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2022).

Já o potássio regula a osmose realizada nas células vegetais, atuando como o principal cátion no turgor, manutenção da eletroneutralidade nas células e ativador das enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese (TAIZ & ZEIGER et al., 2013).

Conforme Touhami et al. (2022) a combinação de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) aumenta a reutilização de cálcio e fósforo no solo, atuando na evolução das raízes e na atividade dos microrganismos.

Além disso, a eficiência na adubação possui relação direta com a irrigação devido ao fornecimento de água proporcionar retenção de nutrientes como o nitrogênio, amplificação da atividade enzimática no solo, aumento na absorção, transporte dos nutrientes e sua utilização pelas plantas (HAN et al., 2025).

O objetivo deste estudo foi avaliar as características morfogênicas, produtivas e a eficiência no uso da água da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob níveis crescentes de adubação, com ou sem aplicação de calagem, buscando maximizar a produtividade e melhorar a qualidade dessa gramínea.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 LOCAL E MONTAGEM DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Itapetinga-BA, entre março a junho de 2023.

O ensaio foi realizado em esquema fatorial 2x5, sem ou com calagem, com doses crescentes de NPK, sendo 0, 50, 100, 150 e 200% sobre a recomendação de 100% do 5<sup>a</sup> aproximação, para avaliar o potencial de resposta da planta abaixo e acima dos níveis recomendados de adubação, que correspondeu a 341 kg de ureia/ha, 611 kg de super simples/ha e 103 kg de cloreto de potássio/ha (CANTARUTTI et al., 1999). O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

O solo foi coletado na fazenda Bela Vista, município de Encruzilhada-BA, sendo adotada profundidade de 0 a 20 cm, e gleba foi classificada como latossolo vermelho escuro com textura Franco Argilo Arenosa.

De acordo com a análise química e física do solo, realizada pelo Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da UESB-Vitória da Conquista (Tabelas 1 e 2), foram feitas as recomendações do “5<sup>a</sup> aproximação”, desenvolvido pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (ALVAREZ e RIBEIRO et al., 1999).

**Tabela 1.** Análise física do solo.

Composição granulométrica (g/kg)			
Areia	Silte	Argila	Classe textural
515	30	340	Franco Argilo Arenosa

Fonte: Laboratório de solos da UESB-Vitória da Conquista

**Tabela 2.** Análise química do solo.

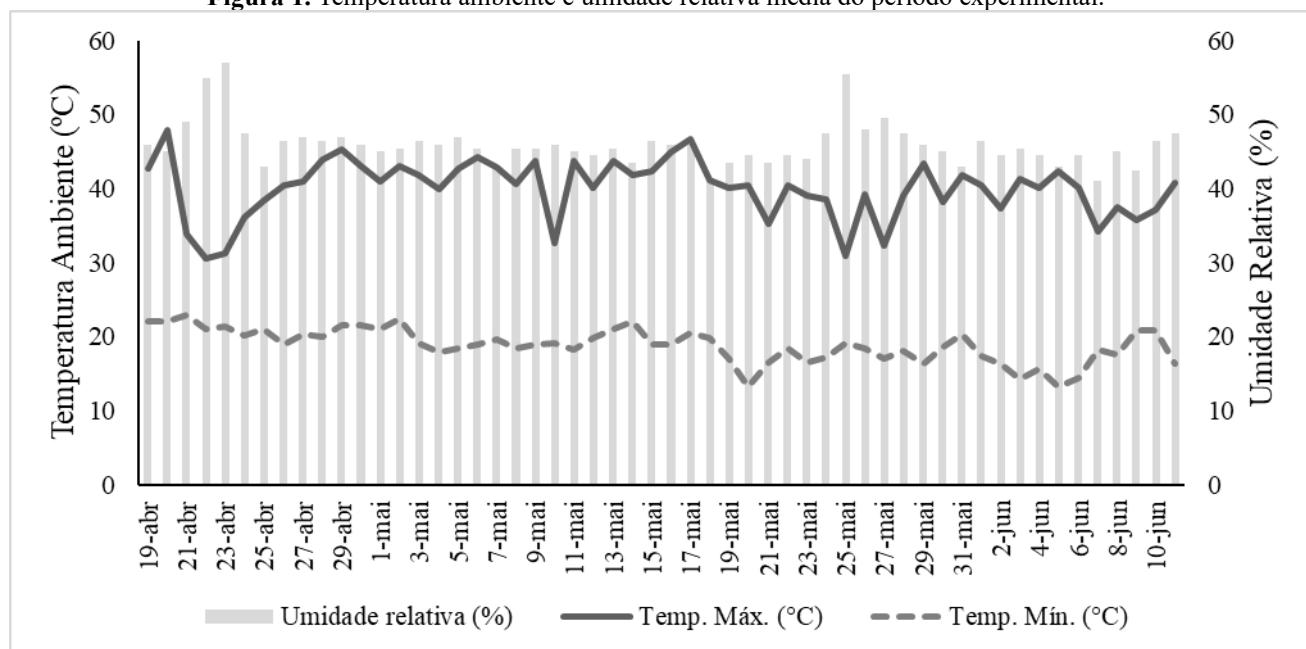
pH (H <sub>2</sub> O)	*mg/dm <sup>3</sup>						.....*cmolc/dm <sup>3</sup> de solo.....			%		
	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SB <sup>1</sup>	t <sup>2</sup>	T <sup>3</sup>	V <sup>4</sup>	m <sup>5</sup>
4,5	5	0,13	0,6	0,4	1,1	3,6	-	1,1	2,2	5,8	19	49

<sup>1</sup>Soma de Bases; <sup>2</sup>CTC efetiva; <sup>3</sup>CTC pH 7; <sup>4</sup>Saturação de bases; <sup>5</sup>Saturação por Al<sup>3+</sup>. Fonte: Laboratório de solos da UESB-Vitória da Conquista.

A calagem foi incorporada 30 dias antes do plantio, em vasos com capacidade de 12 litros, sendo cada um ocupado com 10 kg de solo seco e foi acrescentado 10,05 g de calcário dolomítico/vaso (correspondente a 1675 kg/ha) e com PRNT de 90%.

Foram feitas pesagens diárias, sempre mantendo os solos úmidos, com o registro pesos dos vasos durante o período experimental, assim como a umidade e temperaturas na casa de vegetação, obtidas por meio de um Termo-higrômetro Digital (Figuras 1).

**Figura 1.** Temperatura ambiente e umidade relativa média do período experimental.



A semeadura foi realizada em um canteiro de areia com 1 m x 0,80 cm, com o plantio de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Posteriormente, aos 20 dias foi realizado o transplante, com a seleção de mudas uniformes e vigorosas, mantidas 4 plantas por vaso.

Um dia após o transplante foi realizada a adubação com ureia (fonte de N), Superfosfato simples (fonte de P) e Cloreto de potássio (fonte de K) para cada tratamento específico, diluídos na água da irrigação (quadro 1).

**Quadro 1.** Descrição dos tratamentos experimentais

Calagem	Dose NPK (%)	*Ureia		Superfosfato simples		Cloreto de potássio	
		(kg/ha)	(g/vaso)	(kg/ha)	(g/vaso)	(kg/ha)	(g/vaso)
Ausência / presença	0	---	---	---	---	---	---
	50	170,5	0,85	305,50	1,53	51,50	0,26
	100	341,0	1,71	611,0	3,05	103,0	0,52
	150	511,50	2,57	916,50	4,58	154,50	0,78
	200	682,0	3,41	1222,0	6,10	206,0	1,04

\*Adubação fracionada em duas aplicações (transplante e primeiro corte). Fonte: Dados da pesquisa.

Transcorridos 48 dias do transplante, foi realizado o corte de uniformização, com resíduo de 15 cm do solo. Esse procedimento foi efetuado no primeiro e segundo corte. No estudo ocorreram dois períodos de 28 dias cada, totalizando 56 dias de avaliação.

## 2.2 ANÁLISES

### 2.2.1 Características morfogênicas

Foram escolhidos dois perfilhos em cada vaso, homogêneos entre si e marcados com fitas, sendo realizadas medições no comprimento das folhas a cada três dias e no colmo ao final de cada período experimental.

Como parte das avaliações foram observados o aparecimento do ápice foliar, comprimento do colmo, número de folhas, segundo as instruções de Marcelino et al. (2006) foram calculados:

- Taxa de aparecimento foliar- TApF(folhas/dia/perfilho): divisão do número de folhas que emergiram nos perfilhos pelo período de rebrota.
- Filocrono = Inverso da TApF (dia/folha):  $1 / TApF$
- Taxa de alongamento foliar- TAIF (cm/dia.perfilho): divisão da variação do comprimento das folhas pelo período de avaliação.
- Taxa de alongamento do colmo- TAIC (cm/perfilho.dia): diferença entre os comprimentos final e inicial do colmo dividida pelo intervalo de medidas.
- Duração de vida da folha- (DVF (dias): Tempo entre o aparecimento do ápice foliar e o primeiro sinal de senescência da lâmina.
- Número de perfilhos (NP) = contagem do número de perfilhos por vaso ao final de cada período.

### 2.2.2 Índice SPAD

A determinação da concentração de clorofila foi realizada de forma indireta, através do aparelho Clorophyll meter SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) (MINOLTA, 1989). Os valores foram registrados no dia anterior a cada corte, a partir das 10 horas da manhã. Para realizar o

procedimento foram escolhidas, de modo aleatório, três folhas completamente expandidas por vaso e realizadas três leituras por folha, dentre elas um ponto em cada extremidade e um no centro da lâmina foliar, sempre com o sensor do aparelho na porção de um terço no meio da lâmina, evitando-se a nervura central.

### **2.2.3 Produção de massa fresca e seca**

Após cada período experimental as amostras foram separadas e identificadas em sacos de papel. Em seguida, foram pesadas em balança analítica para obtenção da massa fresca. Em todos os períodos foram analisadas a produção da parte aérea (folha e colmo).

Já no segundo período também foram avaliadas a produção de resíduo e raiz. Após a pesagem, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após a secagem, foi realizada nova pesagem para determinar a massa seca. Com os dados obtidos em cada período, calculou-se a produção média de massa seca da parte aérea (considerando os dois períodos), bem como a produção de massa seca do resíduo e da raiz no segundo período.

### **2.2.4 Volume de raiz**

Esse procedimento foi realizado somente no segundo corte, sendo utilizada uma proveta de 1000 mL (volume conhecido) para introduzir as raízes e com a diferença encontrada foi obtido o volume.

### **2.2.5 Uso e eficiência da água**

Todos os vasos foram pesados para manter a umidade do solo, sendo registradas a quantidade de água reposta, e ao final de cada período foi calculada a quantidade de água utilizada.

Com a matéria seca produzida e a quantidade de água reposta durante o estudo foram efetuados cálculos para determinar a quantidade de água necessária para produzir 1 g de matéria seca com 1 L de água (gMS/L). Essa relação foi expressa em termos de eficiência de uso da água.

## **2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados obtidos foram agrupados e analisados como a média dos dois cortes avaliativo e então submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando como fontes de variação, os protocolos de adubação, calagem e sua interação, testados a 5% de probabilidade. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância e o efeito dos protocolos de adubação foi avaliado

por análise de regressão enquanto o efeito calagem foi comparado pelo teste F, utilizando-se o programa estatístico SAEG Sistema para Análises Estatísticas (2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação entre calagem e adubação ( $P>0,05$ ). Da mesma forma, as variáveis não foram influenciadas pela calagem ( $P>0,05$ ), sendo que esta prática não contribuiu como o esperado para elevar a produtividade das plantas, o que pode ter sido resultado do ambiente controlado, o tempo de ação da calagem ter sido insuficiente, bem como a recomendação não ter sido eficiente para neutralizar a acidez do solo devido a sua textura arenosa.

Entretanto, houve efeito de adubação ( $P<0,05$ ) para a taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono, taxa de alongamento foliar (TAIF), número de folhas vivas (NFV) índice SPAD (Tabela 3).

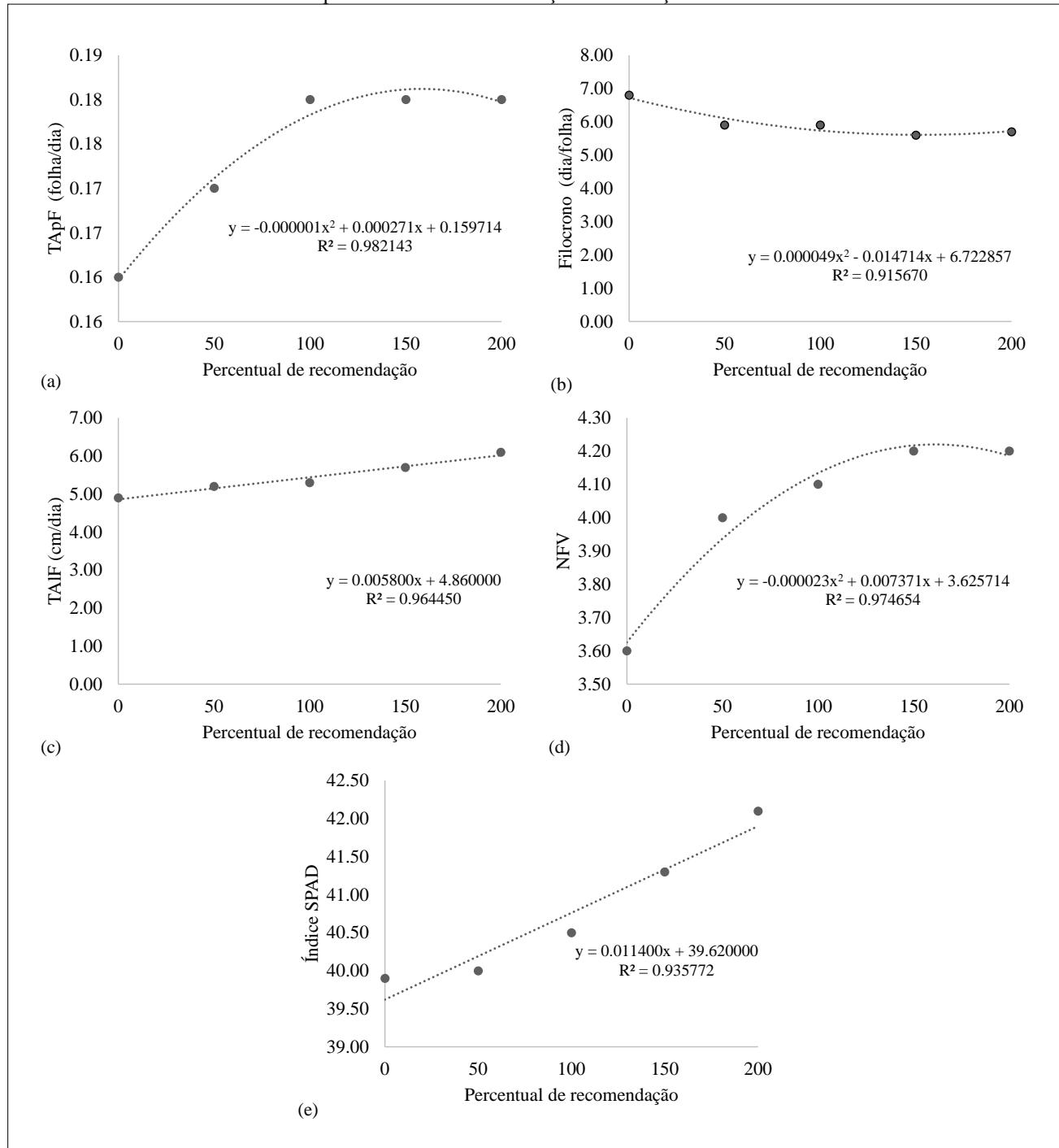
**Tabela 2.** Características morfogênicas e índice SPAD da *Brachiaria brizantha* sem ou com calagem sob diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.

Variável	Calagem							EPM	Valor de P <sup>2</sup>		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
TApF (folha/dia)	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,0006	0,8245	0,0014	0,6745
Filocrono (dias/folha)	5,9	6,0	6,8	5,9	5,9	5,6	5,7	0,22	0,6173	0,0005	0,9018
TAIF (cm/dia)	5,5	5,6	4,9	5,2	5,3	5,7	6,1	0,28	0,8998	0,0013	0,1916
TAIC (cm/dia)	0,19	0,18	0,15	0,18	0,18	0,18	0,24	0,03	0,7613	0,0715	0,1816
DVF (dias)	23,0	22,9	22,7	23,0	23,0	23,0	23,0	0,16	0,32553	0,4229	0,4229
NFV (folhas/ perfilho)	4,0	4,0	3,6	4,0	4,1	4,2	4,2	0,12	0,8998	0,00015	0,7751
SPAD	41,0	40,5	39,9	40,0	40,5	41,3	42,1	0,59	0,1751	0,0282	0,5551

<sup>1</sup>Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5<sup>a</sup> aproximação. EPM=Erro padrão da média; Cal=calagem; Adu= adubo; Cal\*Adu= interação entre os fatores.

Para a TApF houve comportamento quadrático ( $P<0,05$ ) com ponto de máxima em 173,6% da dose recomendada, o que correspondeu a 0,18 folhas/dia (Figura 2a). Essa variável impulsiona o surgimento e aumento da taxa fotossintética para auxiliar na recuperação da pastagem. Além disso, quanto maior é a TApF em relação ao filocrono ocorre o aparecimento das folhas em menores intervalos de tempo.

**Figura 2.** Taxa de aparecimento foliar, filocrono, taxa de alongamento foliar, número de folhas vivas e índice SPAD da *Brachiaria brizantha* sob diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.



Fonte: Dados da pesquisa.

Martuscello et al. (2005) ao avaliarem a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés adubada com 0, 40, 80 e 120 mg/dm<sup>3</sup> de N, adotando desfolha de três, quatro e cinco folhas expandidas, a TApF apresentou comportamento linear crescente em relação as doses de N, com 0,096 folhas/dia sem adubação nitrogenada e 0,121 folhas/dia com 120 mg/dm<sup>3</sup> de N, o que demonstrou aumento de 25% em relação à ausência de nitrogênio. Já Silva et al. (2015) avaliaram a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em doses de 0, 250, 500, 750, e 1.000 kg/ha/ano de N e observaram elevação na TApF, que resultou em divisão e alongamento das células meristemáticas do perfilho.

O filocrono demonstrou comportamento quadrático com ponto de mínimo para o percentual de adubação de 153,8% da adubação que correspondeu a 5,6 dias em cada folha formada (Figura 2b). Para esta variável a medida em que os valores reduzem ocorre o aumento na produção de folhas em intervalos menores de tempo.

Em estudo desenvolvido por Martuscello et al. (2015) das características morfogênicas, estruturais e a produção de biomassa do *Panicum maximum* cv. Massai à campo, sob doses de 0, 80, 160 e 240 kg/ha/ano de N e encontraram valores de filocrono com 9,08 com a dosagem máxima.

Para TAlF houve comportamento linear crescente, com aumento de 0,0059 cm/dia para cada unidade percentual, correspondendo a 6,1 mm/dia (Figura 2c). Para esta variável quanto mais elevada a taxa mais rápido ocorre o surgimento de perfilhos, elevando a produção de folhas com a utilização de NPK, que também está relacionado com a TapF.

Lopes et al. (2013) afirma que a TAlF contribui com o fluxo de biomassa, impulsionando a maior proporção de folhas, contribuindo com o aumento na fotossíntese. Além disso, o nitrogênio aumenta a TAlF, número e tamanho das células sintetizadas na divisão celular, sendo que esse fenômeno comum em gramíneas cespitosas devido a competição por assimilados entre folhas e estolões (PEREIRA et al., 2011). De acordo com Martuscello et al. (2015) a adubação proporciona aumento linear da TAlF e TApF, reduzindo os valores de filocrono.

O NFV apresentou comportamento quadrático para o percentual de adubação de 168,5% que correspondeu a 4,24 folhas vivas/perfilho para atingir ponto de máxima (Figura 2d). Esta variável está relacionada com a TApF, pois a medida em que se elevaram os níveis de adubação houve aumento dessas variáveis, o que ocorreu devido a disponibilidade dos nutrientes promovidos pela adubação, irrigação e as condições favoráveis de temperatura e luminosidade da casa de vegetação. Além disso, geralmente essa variável também expressa relação com a DVF, o que não foi observado neste trabalho.

De acordo Costa et al. (2019) o número de folhas vivas/perfilho possui relação direta com a genética, mas podem ocorrer sofrer interferência do ambientais e manejo adotados. Em um estudo de Silva et al. (2016) em casa de vegetação para avaliar a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *brizantha*

cv. Marandu, Xaraés e *Panicum* cv. Mombaça e cv. Tanzânia, a cultivar Basilisk apresentou o melhor número de folhas vivas por perfilho (3,49 nº de folhas vivas/perfilho) dentre as *Brachiarias*.

De acordo Costa et al. (2019) o número de folhas vivas/perfilho é determinado pela genética, no entanto, podem sofrer interferência de fatores ambientais e manejo utilizados. Em um estudo desenvolvido por Bezerra et al. (2020) avaliou a influência de solos Cambissolo e Argissolo sobre a *Brachiaria* Piatã e Marandu e suas interações sobre as características produtivas, morfogênicas e estruturais, sendo encontrado para o Marandu foi encontrado 4,31 nº de folhas vivas/perfilho.

Para o Índice SPAD houve comportamento linear crescente, com aumento de 0,0115227 para cada unidade percentual, que correspondeu a 41,9 unidades SPAD (Figura 2e). Para avaliar a intensidade do verde das folhas é utilizado este índice pela sua correlação entre intensidade do verde e o teor de clorofila da folha (MARTUSCELLO et al., 2009).

Zanine et al. (2020) analisaram a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã no antes e após o pastejo com uso de adubação nitrogenada durante as estações do ano, com doses de 0, 150, 300 e 450 kg/ha de N e encontraram 41,22 para o Índice SPAD na dose máxima, sendo encontrado com efeito linear crescente ( $P<0,05$ ) no pré-pastejo e valor do índice SPAD de 41,46 na Primavera. Esses resultados demonstraram que a adubação nitrogenada elevou a produção fotossintética, com maior desenvolvimento da parte aérea.

Para o número de perfis/ vaso, número de perfis/planta, massa fresca (g/vaso), massa seca de folha (g/ vaso), massa seca de colmo (g/ vaso), massa seca de raiz (g), massa seca total (g/ vaso), volume de raiz (mL) e eficiência no uso da água foram observadas diferenças apenas ( $P<0,05$ ) para adubação (Tabela 4).

**Tabela 4.** Crescimento e acúmulo de biomassa da *Brachiaria brizantha* com e sem calagem, sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

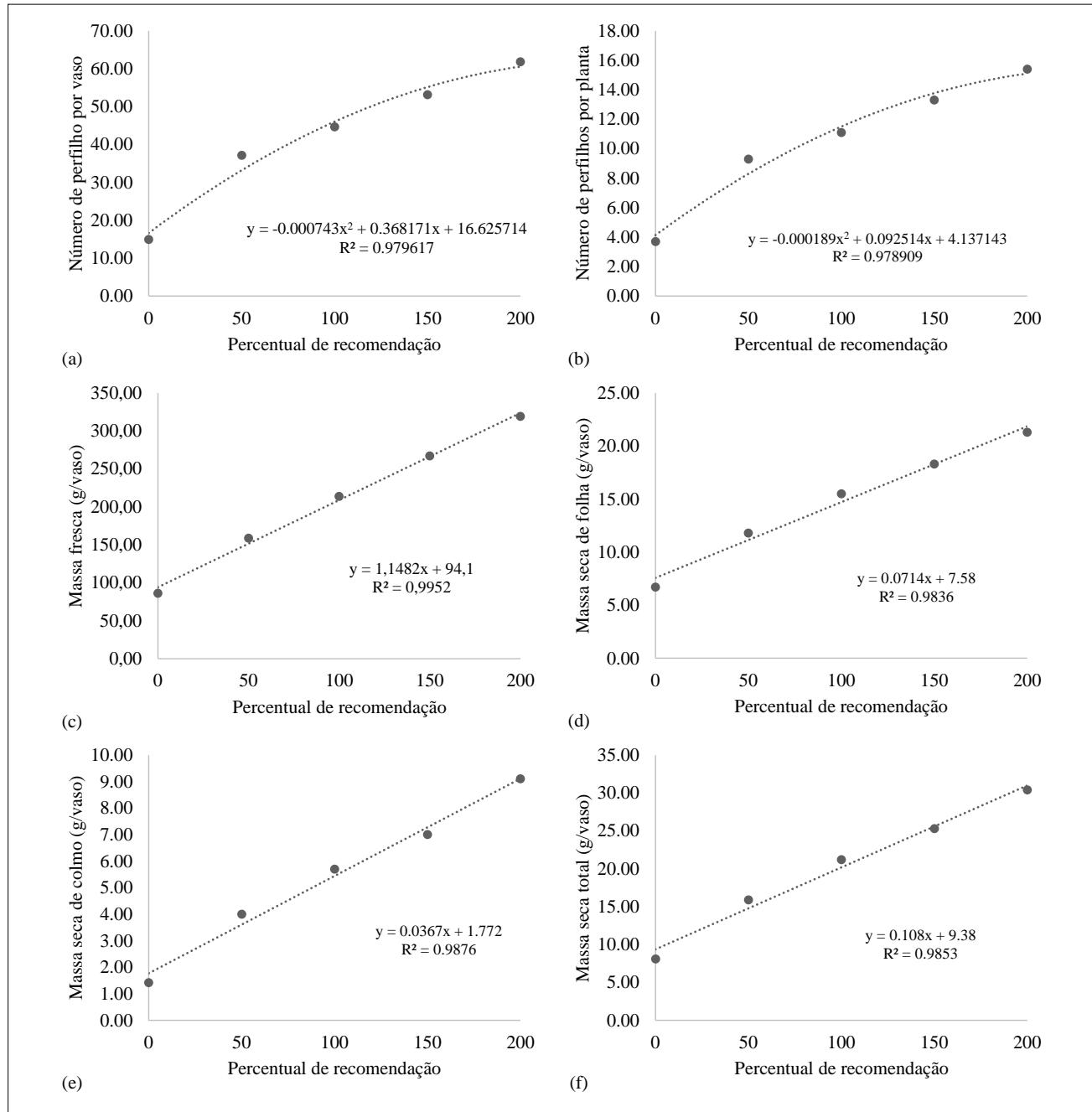
Variável	Calagem							Adubação (% da recomendação) <sup>1</sup>			Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200	EPM	Cal	Adu	Cal*Adu		
Número de perfis/vaso	40,9	43,7	14,9	37,1	44,6	53,1	61,8	3,58	0,2394	<0,0001	0,1972		
Número de perfis por/planta	10,2	10,9	3,7	9,3	11,1	13,3	15,4	0,89	0,2405	<0,0001	0,1960		
Massa fresca (g de MV/vaso)	207,8	210,1	86,2	158,6	213,8	266,9	319,1	7,74	0,6432	<0,0001	0,3048		
Massa seca de folha (g/vaso)	14,7	14,7	6,7	11,8	15,5	18,3	21,3	0,50	0,8779	<0,0001	0,1105		
Massa seca de colmo (g /vaso)	5,3	5,6	1,42	4,0	5,7	7,0	9,1	0,44	0,3237	<0,0001	0,1595		
Massa seca total (g/vaso)	20,1	20,3	8,1	15,9	21,2	25,3	30,4	0,75	0,6299	<0,0001	0,0734		

<sup>1</sup>Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5<sup>a</sup> aproximação. EPM= Erro padrão da média; Cal= calagem; Adu= adubo; Cal\*Adu= interação entre os fatores.

Para o número de perfilhos/vaso houve comportamento quadrático para o percentual de adubação de 246,9%, que correspondeu a 62,2 perfilhos por vaso para atingir o ponto de máxima (Figura 3a). Porém essa dosagem ultrapassa a recomendação máxima testada neste trabalho. O aumento do número de perfilhos promove o melhor desenvolvimento da pastagem, bem como a uniformidade, controlando o aparecimento de ervas daninhas, pragas e erosão do solo, resultando em vigor da pastagem, renovação rápida, persistência e maior produtividade.

Além disso, o surgimento de novos perfilhos possui relação direta com a TApF, demonstrando que os nutrientes foram compensados de forma eficiente pela adubação, contribuindo para o desenvolvimento da planta, que também se correlaciona com o aumento na produção de massa fresca. Por outro lado, a deficiência de nutrientes causada pela ausência de adubação reduz a produção de perfilhos e eleva o número de gemas dormentes nas pastagens.

**Figura 3.** Crescimento e acúmulo de biomassa da *Brachiaria brizantha* sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.



Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Nunes et al. (2023) doses crescentes de fósforo aumentam o surgimento de novos perfilhos, impulsionam a capacidade fotossintética, crescimento e favorecendo a rebrota.

O número de perfilhos/planta demonstrou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 246,7% que correspondeu a 15,5 perfilhos por planta (Figura 3b). Porém essa dosagem ultrapassa a recomendação máxima testada neste trabalho. O aumento na produção das plantas com a adubação incrementou a produção, auxiliou na recuperação e elevou o potencial de produção das gramíneas.

Em um estudo desenvolvido por Silva et al. (2016) na *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brizantha* cv. Marandu, Xaraés e *Panicum* cv. Mombaça e cv. Tanzânia em casa de vegetação, verificaram que a Basilisk e Mombaça apresentaram maior número de perfilhos por planta (10,16 e 9,33), bem como a Marandu alcançou 4,58, demonstrando a alta capacidade de perfilhamento, na qual a adubação foi essencial, mesmo variando a produção de perfilhos de acordo com as cultivares.

A produção de massa fresca (g/vaso) apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 1,14833 g para cada unidade percentual, o que correspondeu a 323,8 g (Figura 3c). Em pastagens a maior produção de massa fresca proporciona ampla oferta de forragem para o consumo dos animais e uso adubação eleva o crescimento da forragem, aumentando a produção das folhas.

A adubação promove o desenvolvimento completo da planta, sendo que a aplicação em de nitrogênio, fósforo e potássio juntos contribuem para a formação da parte aérea, ocorrendo como esperado a influência desta prática. Dentre os nutrientes mais importantes para a absorção nas plantas, o nitrogênio atua diretamente na fotossíntese, aumentando a produção de folhas diariamente e estimula o desenvolvimento estrutural.

Teixeira et al. (2018) avaliaram uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com 0, 100, 200 e 300 kg/ha de nitrogênio e verificaram que houve aumento linear crescente da massa fresca com aumento nas doses de fósforo e nitrogênio. Além disso, o fósforo na fase inicial contribui com o crescimento do sistema radicular e perfilhamento, promovendo aumento na produção em plantas adubadas.

Sendo assim, adubação nitrogenada estimula a produtividade a depender do nível adotado e a espécie, sendo possível elevar a capacidade de suporte da pastejo, acelerando a formação e o crescimento da parte aérea (SILVA et al., 2012).

Para Camargo et al. (2022), fatores como temperatura, irrigação e os nutrientes interferem diretamente sobre o índice de área foliar da parte aérea, influenciando na sua produção. Sendo assim, a adubação com o nitrogênio aumenta valor nutricional, capacidade de suporte e atua no funcionamento das células vegetais.

Para a massa seca de folha (g/vaso) houve comportamento linear crescente, com aumento de 0,0712854 para cada unidade percentual, que correspondeu a 21,8 g/vaso (Figura 3d).

O aumento no número de perfilhos e a TALF proporcionam maior produção de massa seca, elevando o potencial de fotossíntese, e como isso ocorre a expansão das folhas em menor tempo, levando ao aumento da produção de massa seca pela planta.

Em um estudo desenvolvido por Costa et al. (2009) para avaliarem a *Brachiaria brizantha* cultivares Marandu, Xaraés e MG-4, com 0, 50, 100 e 150 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio em casa de vegetação, houve aumento linear da massa seca para todas os cultivares com elevação desse nutriente, obtendo-se valores médios de 35,43; 36,80 e 39,98 g/vaso, com 26; 28 e 31% maiores do que sem adubação. Com base nesses resultados, os autores que adubação nitrogenada aumenta a densidade volumétrica da forragem e número de folhas no dossel, contribuindo com o crescimento e alongamento da parte aérea e maior produção de massa seca.

Rodrigues et al. (2008) avaliaram em casa de vegetação a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés com aplicação de 0, 75, 150 e 225 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio e 0, 50 e 100 mg/dm<sup>3</sup> de potássio e perceberam que massa de folha apresentou comportamento quadrático para nitrogênio e potássio, com pontos de máxima nas doses de 177, 176 e 168 mg/dm<sup>3</sup> para nitrogênio para todos os cortes e o potássio com 61 mg/dm<sup>3</sup>, demonstrando que estes nutrientes são essenciais para o crescimento da *Brachiaria brizantha* e afetam a produção de massa seca e o número de perfilhos.

A massa seca de colmo (g/vaso) apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,0368863 g/vaso para cada unidade percentual, o que correspondeu a 9,2 g/vaso (Figura 3e).

Martuscello et al. (2009) avaliaram a produção de massa seca da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Panicum maximum* cv. Massai em doses de 0, 40, 80 e 120 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio cultivados em casa de vegetação e verificaram que a massa do colmo apresentou comportamento linear positivo ( $P<0,05$ ) para as doses de N para ambas as forrageiras, o que já era esperado devido o nitrogênio contribuir com o acúmulo de massa seca na planta e promover o crescimento com doses crescentes de adubação.

Para massa seca total (g/vaso) houve comportamento linear crescente, com aumento de 0,108172 g para cada unidade percentual, que correspondeu a 31 g/vaso (Figura 3f). A associação dos nutrientes, principalmente o nitrogênio, acelerou a produção de massa seca das plantas, resultando em maior produtividade em comparação à ausência de adubação.

Alexandrino et al. (2003) ao avaliarem a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em casa de vegetação, utilizando doses de 0, 45, 90, 180 e 360 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio em frequências de corte entre 14 e 28 dias verificaram que a partir do primeiro corte houve resposta linear da produção de massa

seca total nas doses de 45, 90, 180 e 360 mg/dm<sup>3</sup>, com o incremento de 41,96; 73,21; 166,79; e 274,64% comparado às plantas que não receberam adubação.

Para massa seca de raiz (g), volume de raiz (mL) e eficiência no uso da água (g água/g MS) foram identificadas diferenças ( $P<0,05$ ) apenas com o uso da adubação (Tabela 5).

**Tabela 5.** Massa seca de raiz (g), volume de raiz(mL) e eficiência no uso da água (g água/g MS) da *Brachiaria brizantha* com e sem calagem, sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) <sup>1</sup>						Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200	EPM	Cal	Adu	Cal*Adu
Massa seca da raiz (g)	43,3	37,4	13,2	32,1	43,2	52,3	60,4	6,20	0,1451	<0,0001	0,6456
Volume de raiz (mL)	219,0	207,0	92,5	177,5	225,0	280,0	290,0	21,60	0,3869	<0,0001	0,7623
Eficiência no uso da água (g água/g MS)	97,2	95,1	141,1	102,5	87,0	78,5	71,6	4,52	0,5081	<0,0001	0,6731

<sup>1</sup>Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5<sup>a</sup> aproximação. EPM= Erro padrão da média; Cal= calagem; Adu= adubo; CalxAdu= interação entre os fatores.

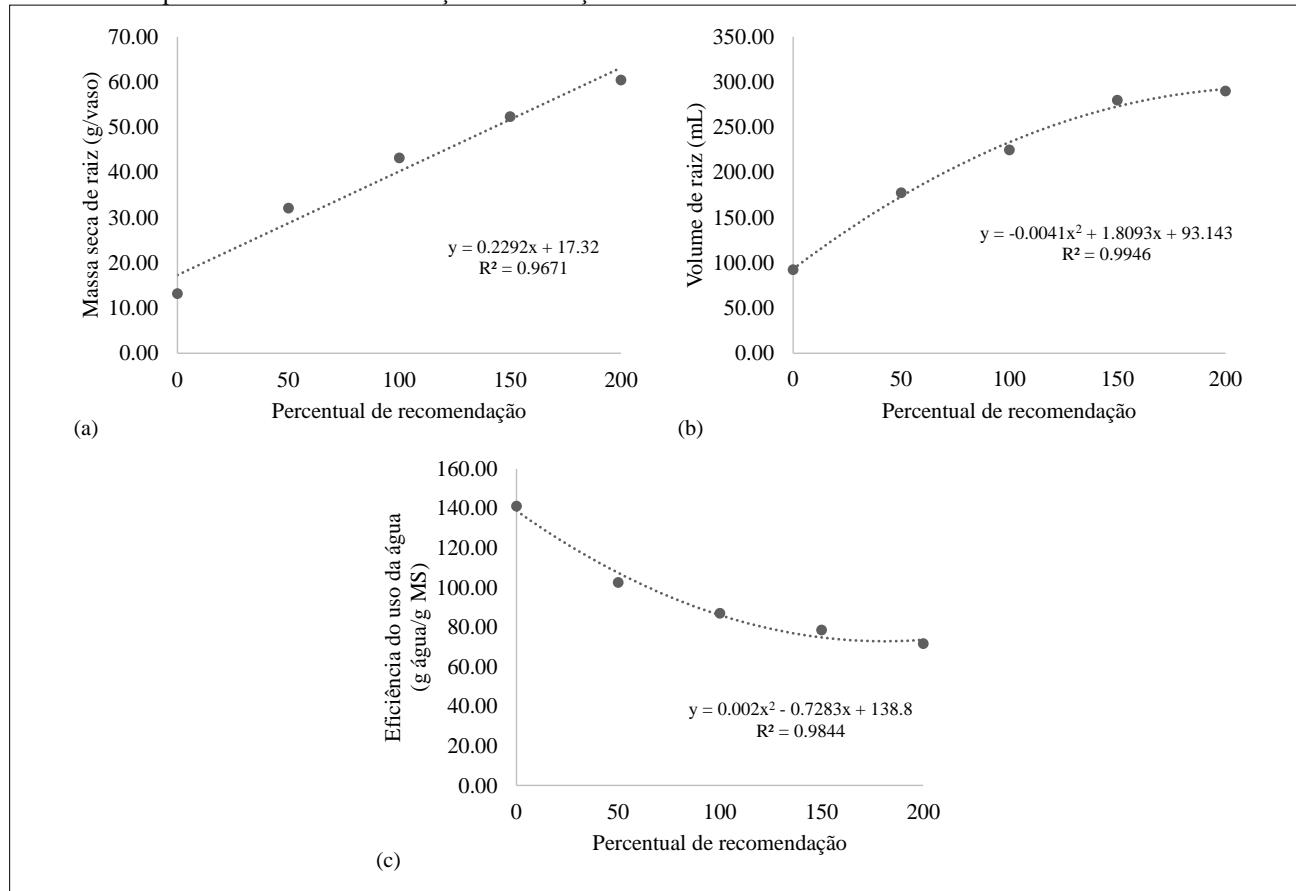
Para massa seca de raiz (g /vaso) houve comportamento linear crescente, com aumento de 0,230153 g/vaso para cada unidade percentual, o que correspondeu a 63,4 g/vaso (Figura 4a).

A produção desse componente apresentou desenvolvimento favorável com a adubação, pois a presença de NPK impulsionou o desenvolvimento do sistema radicular com doses crescentes de adubação, promovendo acelerado crescimento na planta.

Em um estudo desenvolvido por Fernandes et al. (2019) sobre a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Massai (*Panicum maximum* x *P.infestum*) em casa de vegetação, utilizando solução nutritiva com 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da concentração de fósforo em solução equivalente a 0 mg/dm<sup>3</sup>, 36,9 mg/dm<sup>3</sup>, 73,8 mg/dm<sup>3</sup>, 110,8 mg/dm<sup>3</sup> e 147,6 mg/dm<sup>3</sup> entre 0 e 60 dias após emergência, verificaram que a *Brachiaria* ao extrair e acumular fósforo após 60 dias de emergência houve melhor desenvolvimento e potencializou o máximo desenvolvimento do sistema radicular, pois esse nutriente favoreceu a absorção de água e nutrientes.

O volume de raiz apresentou comportamento quadrático, atingindo o ponto de máxima para o percentual de adubação de 222,2%, o que correspondeu a 294,2 cm<sup>3</sup> (Figura 4b). Porém essa dosagem ultrapassa a recomendação máxima neste trabalho. O maior de volume de raiz promove um sistema radicular desenvolvido e profundo, aumenta a absorção de água e fósforo, que estimulam o crescimento, já o potássio auxilia na formação das raízes secundárias e o nitrogênio, melhora a fixação de carbono, estimulando o desenvolvimento das raízes.

**Figura 4.** Massa seca de raiz (g/vaso), volume de raiz (mL) e eficiência no uso da água (g água/ gMS) da *Brachiaria brizantha* sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.



Fonte: Dados da pesquisa.

O maior volume de raiz contribuiu com maior produção de massa seca de raiz, promovendo o melhor desenvolvimento das plantas, o que poderia tornar maior a exploração do solo pelo sistema radicular em busca de maximização da absorção de água, principalmente nitrogênio e fósforo em condições de campo. Além disso, condições controladas favoreceram a absorção dos nutrientes, devido a reposição diária da água, o que favoreceu também a ação do potássio.

Segundo Fernandes et al. (2019) quando a necessidades de fósforo é suprida pela planta ocorre o surgimento acelerado nas raízes, aumenta eficiência na fotossíntese e desenvolvimento do sistema radicular.

De acordo com Silva et al. (2020) o maior volume de raiz possui relação com as propriedades físicas e quantidade de matéria orgânica presente no solo, o que facilita a penetração das raízes, maior retenção de umidade e absorção de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo.

A eficiência do uso da água (água/ gMS) apresentou comportamento quadrático para o percentual de adubação de 181,3% que correspondeu a 72,9 g/L para atingir o ponto de mínima (Figura 4c).

A eficiência no uso da água promove redução nos custos com a irrigação, combatendo a escassez desse recurso, principalmente em locais com irregularidades de chuvas. A redução no uso desse recurso foi demonstrada pelos níveis de adubação crescentes, que proporcionaram aumento na massa seca e volume de raiz.

Além disso, a adubação com NPK auxiliando na absorção mais eficiente de água e também proporciona os nutrientes necessários ao solo.

Silva et al. (2007) avaliaram a recuperação da *Brachiaria decumbens* em casa de vegetação, utilizando doses de 0, 100, 200, 300 e 400 mg/dm<sup>3</sup> nitrogênio e 0, 10, 20, 30 e 40 mg/dm<sup>3</sup> de enxofre e observaram que a partir do segundo corte o nitrogênio desempenhou papel crucial na eficiência no uso da água, principalmente em 317 e 305 mg/dm<sup>3</sup>. Essa maior eficiência hídrica permitiu crescimento acelerado, recuperação das raízes e com direcionamento de mais energia para o desenvolvimento da parte aérea. Assim, a combinação de altas doses de nitrogênio com reposição diária da água promoveram um aumento significativo na produção de massa seca total, uma vez que a umidade do solo favoreceu a ação do nitrogênio no crescimento das plantas.

## 5 CONCLUSÃO

A adubação é uma prática favorável, pois demonstra melhorar as características morfogênicas e produtivas, bem como a redução o uso da água, recurso que deve ser otimizado na produção, visando a sustentabilidade de todo ecossistema. Além disso, a utilização de NPK em doses a partir de 150% favorecem o desenvolvimento das plantas, mesmo sem a aplicação de calagem.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro concedido para realização deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIN, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUSA, D. D. P. Produção de massa seca e vigor de rebrotação da Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, Viçosa, v. 40, n. 2, p. 141-147, fev. 2003.
- ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da Brachiaria brizantha cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 886-893, dez. 2010.
- ALMEIDA, E. M. D.; MONTAGNER, D. B.; DIFANTE, G. D. S.; ARAÚJO, A. R. D.; SANTANA, J. C. S.; GURGEL, A. L. C.; SCARIOT, C. Growth dynamics and nutrient uptake of *Panicum Maximum* under nitrogen fertilisation. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 66, n. 3, p. 244-258, mar. 2023.
- ALVAREZ, V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5<sup>a</sup> aproximação. Viçosa: [s.n.], 1999. cap. 8, p. 43-60.
- BECKER, R. K.; GALVÃO, C. W.; ETTO, R. M.; HYEDA, D.; DE PAULA, A. L.; SCHIEBELBEIN, L. M.; GIAROLA, N. F. B. Assessing the impact of soil use and management systems on soil health in Southern Brazil. *Geoderma Regional*, Paraná, v. 40, p. 1-12, mar. 2025.
- BEZERRA, J. D. D. V.; EMERENCIANO NETO, J. V.; ALVES, D. J. D. S.; BATISTA NETA, I. E.; GALDINO NETO, L. C.; SANTOS, R. D. S.; DIFANTE, G. D. S. Características produtivas, morfogênicas e estruturais de cultivares de Brachiaria brizantha cultivadas em dois tipos de solo. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. 1-15, mai. 2020.
- CAMARGO, F. C.; DIFANTE, G. D. S.; MONTAGNER, D. B.; EUCLIDES, V. P. B.; TAIRA, C. D. A. Q.; GURGEL, A. L. C.; SOUZA, D. L. D. Morphogenetic and structural traits of Ipyporã grass subjected to nitrogen fertilization rates under intermittent grazing. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 52, p. 1-9, dez. 2022.
- CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M. D.; FONSECA, D. M. D.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. D. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5<sup>a</sup> aproximação. Viçosa: [s.n.], 1999. cap. 18, p. 332-341.
- COSTA, K. A. D. P.; OLIVEIRA, I. P. D.; FAQUIN, V.; SILVA, G. P.; SEVERIANO, E. D. C. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de Brachiaria brizantha (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, p. 1-8, dez. 2009.
- COSTA, N. D. L.; JANK, L.; BENDAHAN, A. B.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. D. S. Adubação nitrogenada e fosfatada em cultivares de *Megathyrsus maximus* nos cerrados de Roraima. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 16, n. 10, p. 1-14, out. 2023.

COSTA, N. D. L.; JANK, L.; MAGALHÃES, J. A.; BENDAHAN, A. B.; FOGAÇA, F. H. D. S.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. D. S. Acúmulo de forragem, composição química e morfogênese de *Megathyrsus maximus* cv. Quênia sob desfolhação intermitente. *Pubvet*, v. 13, n. 3, p. 1-8, mar. 2019.

DIAS FILHO, M. B. Degradação de pastagens: o que é e como evitar. [S.l.]: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1070416/1/TC1117CartilhaPastagemV04.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2022.

FERNANDES, A. L. S.; BRACHTVOGEL, E. L.; REIS, L. L. Produção de massa seca, volume radicular e eficiência nutricional de fósforo em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Massai (*Panicum maximum* x *P. infestum*). *Revista PesquisAgro, Confresa*, v. 2, n. 2, p. 32-49, abr. 2019.

FLORENTINO, L. S. D.; SILVA, M. J. D. S.; SANTOS, R. M. D.; SHOCKNESS, L. D. S. F.; VASCONCELOS, M. T. D.; OLIVEIRA, K. P.; BRAGA JÚNIOR, J. M. B. Avaliação da produção de biomassa de forragem do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça submetido a adubação mineral e orgânica. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1131-1144, jan. 2022.

HAN, M.; ZHANG, L.; ZHAO, X.; XIE, K. Subsurface Irrigation with Ceramic Emitters Improved the Water Productivity and Nitrogen Use Efficiency of Greenhouse Melons. *Irrigation and Drainage*, p. 1-15, jan. 2025.

LEITE, A. J. A.; ARAÚJO, N. O. D. Como a adubação variada pode potencializar o crescimento de pastagens. *Facit Business and Technology Journal, Tocantins*, v. 2, n. 56, dez. 2024.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G. D.; LOPES, J. W. B.; FERNANDES, F. R. B.; LACERDA, C. F. D.; BEZERRA, F. M. L. Fluxo de biomassa em capim Massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. *Revista Ceres, Viçosa*, v. 60, p. 363-371, jun. 2013.

MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D.; SILVA, S. C. D.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M. D. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 6, p. 1-10, dez. 2006.

MARINS, M. S. D.; FERNANDES, C. B.; SOUZA, D. M. D.; BARROS, L. M.; FERRER, D. M. V.; CHAGAS, W. N.; SAD, E. P.; SOARES, P. F. C. Avaliação da capacidade de suporte de *Brachiaria decumbens* pelo método do quadrado na fazenda escola UNIG, Itaguaí, RJ. *Observatorio de la economía latinoamericana*, v. 23, n. 2, p. 1-16, fev. 2025.

MARTUSCELLO, J. A.; FARIA, D. J. G.; CUNHA, D. D. N. F. V. D.; FONSECA, D. M. D. Adubação nitrogenada e partição de massa em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 33, p. 663-667, jun. 2009.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; CUNHA, D. D. N. F. V. D.; MOREIRA, L. D. M. Características morfogênicas e estruturais do capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; SILVA, L. P. D.; CUNHA, D. D. N. F. V. D.; BATISTA, A. C. D. S.; BRAZ, T. G. D. S.; FERREIRA, P. S. Adubação nitrogenada em capim-Massai: morfogênese e produção. *Ciência Animal Brasileira*, v. 16, p. 1-13, mar. 2015.

MINOLTA, C. Manual for chlorophyll meter SPAD-502. Osaka: Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.

NUNES, J. D. O.; POMPEU, R. C. F. F.; BUENO, L. G.; TAVARES, R. D. K. O.; CLARK, M. V. G.; SAGRILO, E.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. D.; SOUZA, H. A. D. Response of *Urochloa mosambicensis* genotypes to phosphorus fertilization in soil with low phosphorus levels. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 24, p. 1-14, out. 2023.

OLIVEIRA, M. W.; GORETTI, A. L.; LANA, R. D. P.; RODRIGUES, T. C. Dry matter and protein accumulation as a function of nitrogen fertilization in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (*Urochloa brizantha*). *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 12, n. 1, p. 10-18, abr. 2022.

PEREIRA, O. G.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K. G.; SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. D.; CECON, P. R. Características morfogênicas e estruturais do capim-Tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 1870-1878, set. 2011.

RODRIGUES, R.; MOURÃO, G.; BRENNECKE, K.; LUZ, P.; LUZ, C.; HERLING, V. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. [s.p.], mar. 2008.

SILVA, E.; ANDRADE, A.; MAGALHÃES, J.; RODRIGUES, B.; OLIVEIRA, A.; SANTOS, F.; COSTA, N.; BEZERRA, E. Características morfogênicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. *PubVet, Maringá*, v. 9, n. 6, p. 262-270, jun. 2015.

SILVA, E. M. B.; MONTEIRO, F. A.; SILVA, T. J. A. D. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, São Paulo, v. 31, p. 309-317, abr. 2007.

SILVA, J. D. L.; RIBEIRO, K. G.; HERCULANO, B. N.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, R. C.; SOARES, L. F. P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 17, p. 342-348, abr. 2016.

SILVA, T. C. D.; PERAZZO, A. F.; MACEDO, C. H. O.; BATISTA, E. D.; PINHO, R. M. A.; BEZERRA, H. F. C.; SANTOS, E. M. Morfogênese e estrutura de *Brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. *Archivos de Zootecnia, Córdoba*, v. 61, n. 233, p. 91-102, mar. 2012.

SILVA, C. T. R. D.; SILVA, E. M.; SILVA, T. J. D. A. D.; PINHEIRO, E. A. R.; VIEIRA, J. J.; FERRAZ, A. P. F. Yield Component Responses of the *Brachiaria brizantha* Forage Grass to Soil Water Availability in the Brazilian Cerrado. *Agriculture*, v. 10, n. 1, p. 1-16, jan. 2020 FACTO2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, R. N. V.; PEREIRA, C. E.; KIKUTI, H.; DEMINICIS, B. B. Brachiaria brizantha (Syn. Urochloa brizantha) cv. Marandu under different doses of nitrogen and phosphorus in Humaitá-AM, Brazil. *Applied Research & Agrotechnology*, Guarapuava, v. 11, n. 2, p. 35-41, abr. 2018.

TOUHAMI, D.; McDOWELL, R. W.; CONDRON, L. M.; BOURAY, M. Nitrogen fertilization effects on soil phosphorus dynamics under a grass-pasture system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 124, n. 2, p. 227-246, jan. 2022.

VIEIRA, M. A.; BARRETO, I.; LAPAZ, A. D. M.; BONINI, C. D. S. B.; FILHO, C. V. S.; MOREIRA, A.; HEINRICHS, R. Yield and Chemical Composition of Marandu Grass Fertilized with Macro-and Micronutrients at Planting and for Pasture Maintenance. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Londrina, v. 54, n. 9, p. 1167-1175, out. 2023.

ZANINE, A.; FARIAS, L.; FERREIRA, D.; FARIAS, L.; RIBEIRO, M. S.; SOUZA, A.; RODRIGUES, R.; SANTOS, E.; OLIVEIRA, J.; SOUSA, L.; NEGRÃO, F.; PINHO, R.; NASCIMENTO, T. Effect of Season and Nitrogen Fertilization on the Agronomic Traits and Efficiency of Piatã Grass in Brazilian Savanna. *Agriculture*, v. 10, n. 8, p. 337, ago. 2020.