


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: nteleacruz@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 no 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 clorofilas (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 5ª 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 “5ª 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.

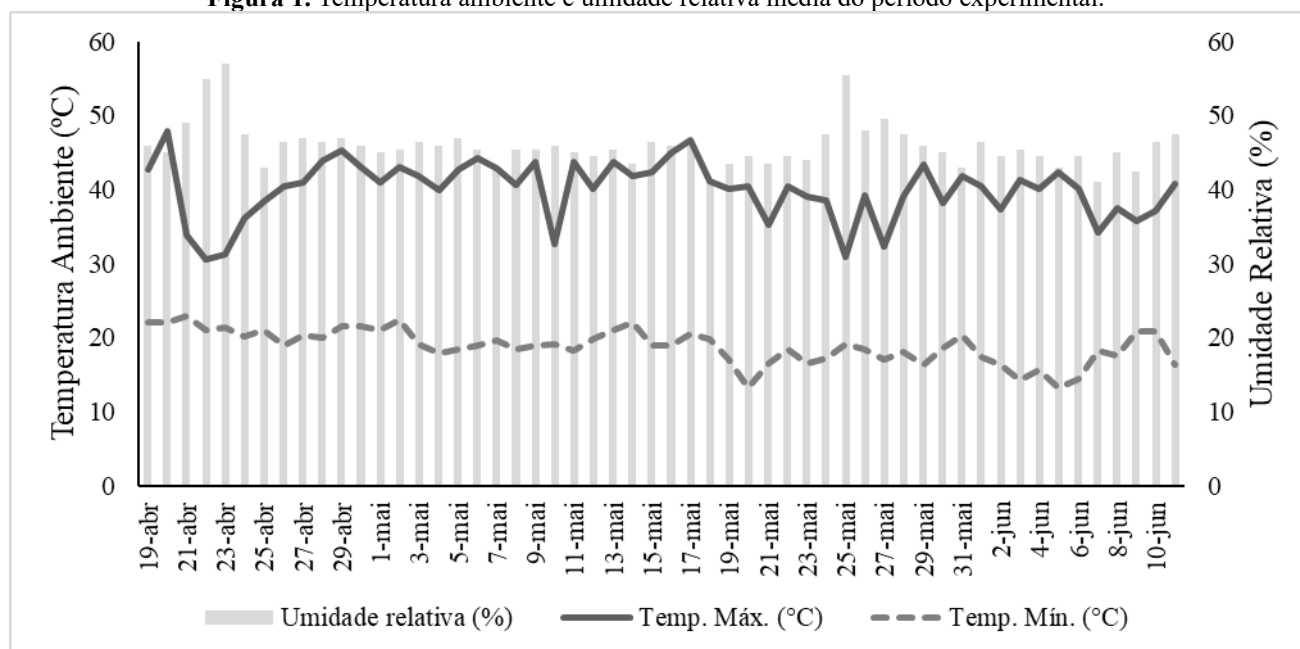
pH	*mg/dm ³	*cmolc/dm ³ de solo.....							%		
(H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	SB ¹	t ²	T ³	V ⁴	m ⁵
4,5	5	0,13	0,6	0,4	1,1	3,6	-	1,1	2,2	5,8	19	49

¹Soma de Bases; ²CTC efetiva; ³CTC pH 7; ⁴Saturação de bases; ⁵Saturação por Al³⁺. 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 morfológicas

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 Chlorophyll 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 repostada, e ao final de cada período foi calculada a quantidade de água utilizada.

Com a matéria seca produzida e a quantidade de água repostada 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).

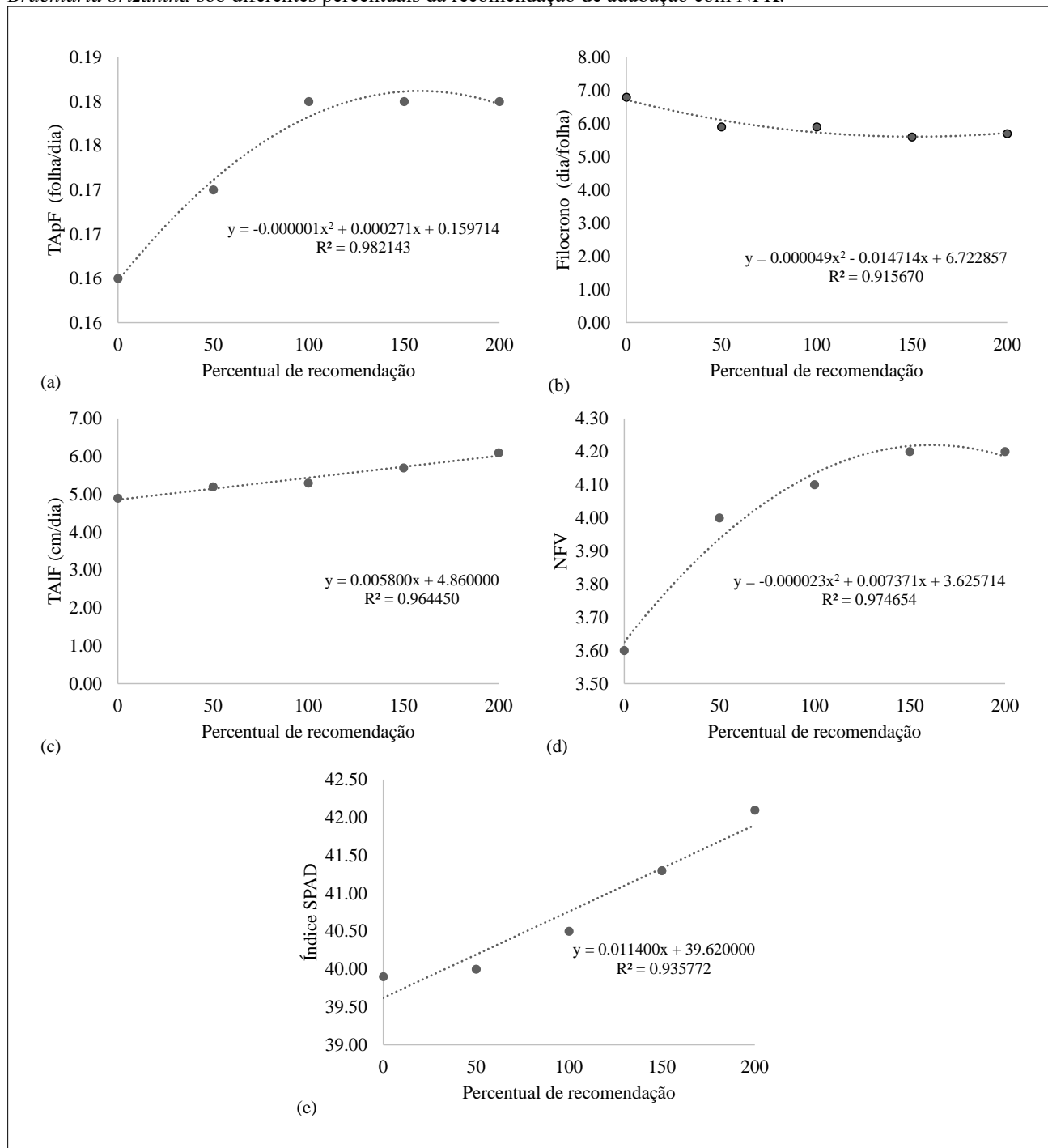
Tabela 2. Características morfogênicas e índice SPAD da *Brachiaria brizantha* sem ou com calagem sob diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹					EPM	Valor de P ²		
	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

¹Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5ª aproximação. EPM=Erro padrão da média; Cal= calagem; Adu= adubo; CalxAdu= 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/dm³ 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/dm³ 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 TAIF 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 TAIF contribui com o fluxo de biomassa, impulsionando a maior proporção de folhas, contribuindo com o aumento na fotossíntese. Além disso, o nitrogênio aumenta a TAIF, 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 TAIF 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 n° 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 n° 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 perfilhos/ vaso, número de perfilhos/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.

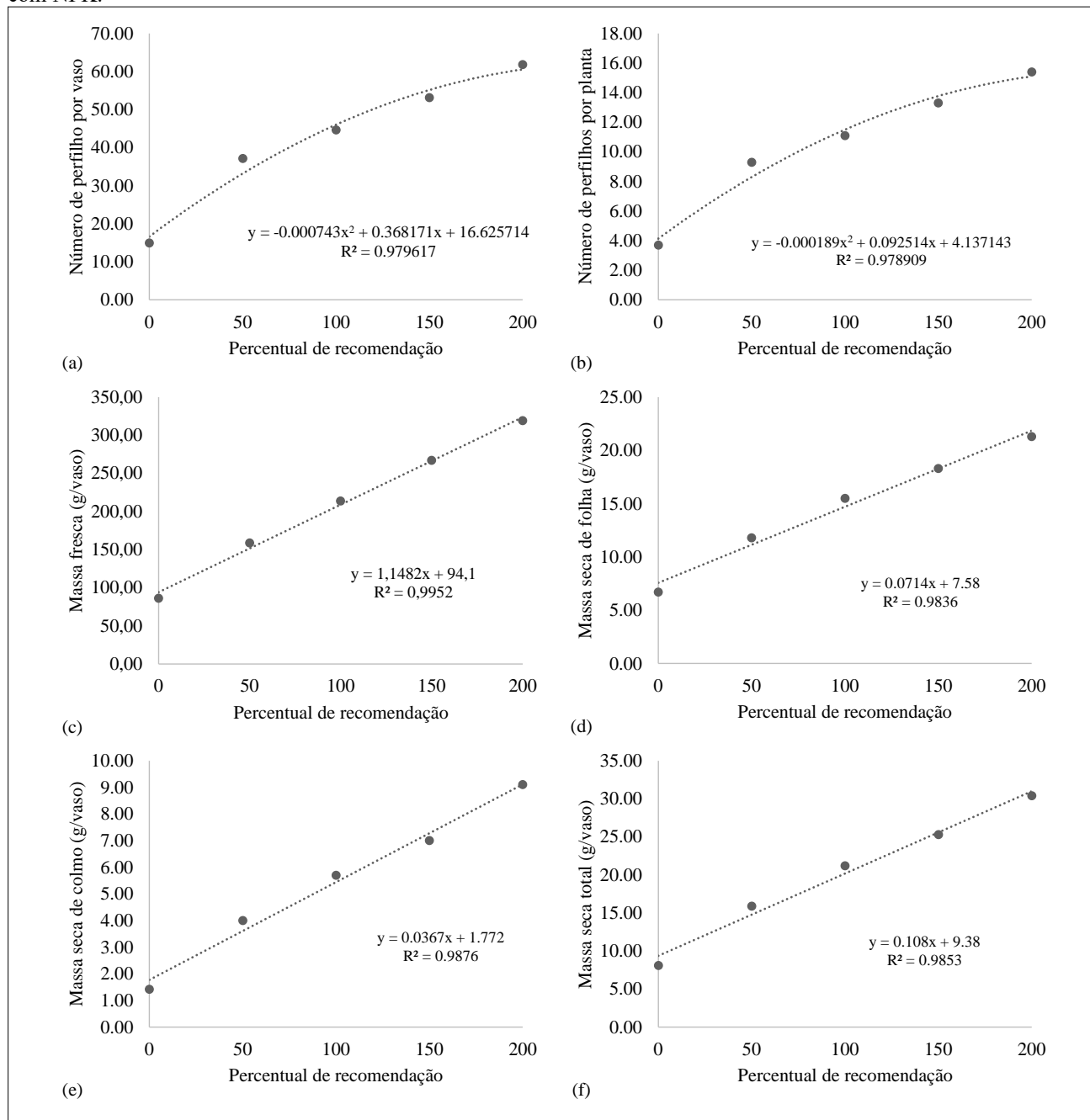
Recomendação de adubação com NPK:											
Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹						Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200	EPM	Cal	Adu	Cal*Adu
Número de perfilhos/vaso	40,9	43,7	14,9	37,1	44,6	53,1	61,8	3,58	0,2394	<0,0001	0,1972
Número de perfilhos por/planta	10,2	10,9	3,7	9,3	11,1	13,3	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

¹Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5ª aproximação. EPM= Erro padrão da média; Cal= calagem; Adu= adubo; CalxAdu= 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/dm³ 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/dm³ de nitrogênio e 0, 50 e 100 mg/dm³ 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/dm³ para nitrogênio para todos os cortes e o potássio com 61 mg/dm³, 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/dm³ 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/dm³ de nitrogênio em frequências de corte entre 14 e 28 dias verificaram que a partir do primeiro corte houve reposta linear da produção de massa

seca total nas doses de 45, 90, 180 e 360 mg/dm³, 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) ¹						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

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

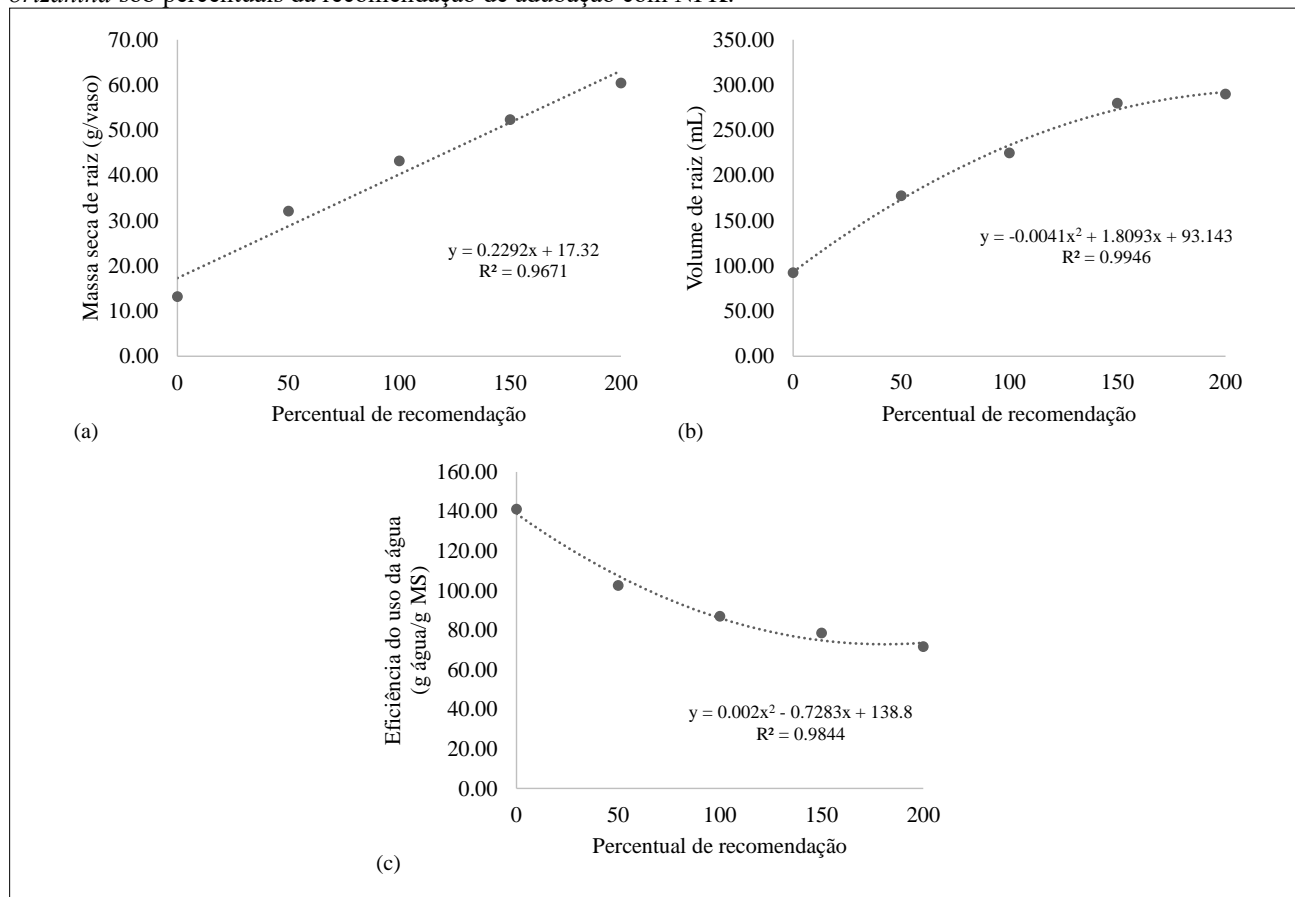
Para massa seca de raiz (g /vaso) houve comportamento linear crescente, com aumento de 0,230153 g/vaso para cada unidade percentual, o que correspondeu a 63,4 g/vaso (Figura 4a).

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/dm³, 36,9 mg/dm³, 73,8 mg/dm³, 110,8 mg/dm³ e 147,6 mg/dm³ 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 cm³ (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/dm³ nitrogênio e 0, 10, 20, 30 e 40 mg/dm³ 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/dm³. 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 morfológicas 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: 5ª 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: 5ª 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.; BENDAHAAN, 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 *Megathyrus 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 morfológicas 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 morfológicas 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 morfológicas 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.

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. *Uroclhoa 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.