



***Brachiaria brizantha* cv. MARANDU EM RESPOSTA A
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO COM OU SEM
CALAGEM**

SOLANGE SILVA DE AMORIM

2024



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

***Brachiaria brizantha* cv. MARANDU EM RESPOSTA A
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO COM OU SEM
CALAGEM**

Autor: Solange Silva De Amorim
Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Julho de 2024

SOLANGE SILVA DE AMORIM

***Brachiaria brizantha* cv. MARANDU EM RESPOSTA A
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO COM OU SEM CALAGEM**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires
Coorientadores: Prof. Dr. Daniela Deitos Fries

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Julho de 2024

636.085 R616p	AMORIM, Solange Silva de. Brachiaria brizantha cv. Marandu em resposta a diferentes níveis de adubação com ou sem calagem. / Solange Silva de Amorim. Itapetinga, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB / Curso de Pós-graduação em Zootecnia, 2024. 69p. Dissertação do Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) - <i>Campus</i> de Itapetinga. Sob a orientação do Prof ^o . <i>D.Sc.</i> Aureliano José Vieira Pires e Co-orientação da Prof ^a . <i>D.Sc.</i> Daniela Deitos Fries. 1. Pastagem - Brachiaria brizantha cv. Marandu. 2. Nutrição animal - Produção de forragem. 3. Brachiaria brizantha cv. Marandu - Adubação - Calagem - Morfogênese - Bromatologia - Produção. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Zootecnia, <i>Campus</i> de Itapetinga. II. PIRES, Aureliano José Vieira (Orient.). III. FRIES, Daniela Deitos (Co-orient.). IV. Título. CDD(21): 636.085
------------------	--

Catálogo na Fonte:

Rogério Pinto de Paula – CRB5-1654
Diretor da Bibliotecária Regina Célia Ferreira Silva (BIRCEFS)
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Pastagem - Brachiaria brizantha cv. Marandu;
2. Nutrição animal - Produção de forragem;
3. Brachiaria brizantha cv. Marandu - Adubação - Calagem - Morfogênese - Bromatologia - Produção.

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB

Recredenciada pelo Decreto Estadual

Nº 16.825, de 04.07.2016

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “*Brachiaria brizantha* cv. MARANDU EM RESPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO COM OU SEM CALAGEM”

Autora: Solange Silva de Amorim

Orientador (a): Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

Coorientador (a): Profa. Dra. Daniela Deitos Fries

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires – UESB
Orientador



Profa. Dra. Daniela Deitos Fries – UESB
Coorientadora



Profa. Dra. Crislene Viana da Silva – UESB

Data de realização: 31 de julho de 2024.

“Sabemos que Deus age em todas as coisas para o bem daqueles que o amam,
dos que foram chamados de acordo com o seu propósito”

Romanos 8:28

De modo especial, dedico esse trabalho a **Deus**, que me direcionou em todo o percurso e por sua poderosa mão e cuidado sobre a minha vida, ao meu cônjuge **Nilson Ribeiro Dos Santos**, por todo amor, cuidado e companheirismo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado a oportunidade de realizar este sonho e por estar sempre ao meu lado me concedendo forças e guiando meus passos para concluir a trajetória.

Aos meus pais Lurdes Silva De Amorim e Osvaldo Pereira De Amorim (*in memoriam*) e meus irmãos pelo incentivo, amor, compreensão e apoio.

Ao meu cônjuge Nilson, pois toda a sua colaboração, apoio, amizade, força, incentivo e amor, pois foram o diferencial desde o início desta jornada.

Ao professor Aureliano José Vieira Pires, por sua dedicação, disponibilidade, amizade, incentivo, paciência, apoio e toda a experiência adquirida sob sua orientação durante o período do curso pois foram de fundamental importância para a conclusão do mesmo.

Aos colegas do curso de pós-graduação que contribuíram com o meu desenvolvimento profissional e pessoal, em especial Franciele, uma grande amiga e conselheira desde a graduação, pois contribuiu muito no meu desenvolvimento pessoal, profissional e espiritual.

A todos do grupo de pesquisa GEPEF pela colaboração e auxílio.

Aos meus coorientadores, Prof^ª. Dra. Daniela Deitos Fries e Natan Teles Cruz, pós-doutorando UESB, pela coorientação e disponibilidade para correção deste trabalho, bem como a paciência, dedicação e empenho em cada etapa.

Aos membros da banca, Prof^ª. Dra. Crislene Viana da Silva e a Prof^ª. Dra. Daniela Deitos Fries por terem aceitado o convite e pelas contribuições neste trabalho.

A Zé, por todo auxílio e disponibilidade na realização das análises bromatológicas no laboratório de forragem.

A Dai, pela disponibilidade e todo auxílio na condução das atividades.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ser possível realizar este trabalho, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ).

À FAPESB- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pela bolsa de estudos que possibilitou o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus professores e funcionários da UESB, por todo empenho, colaboração e a todos que contribuíram com o desenvolvimento deste trabalho, meus sinceros agradecimentos. Que o Deus todo poderoso abençoe vida de todos vocês.

MUITO OBRIGADA!

BIOGRAFIA

SOLANGE SILVA DE AMORIM, filha de Lurdes Silva De Amorim e de Osvaldo Pereira De Amorim, nasceu em Ibicuí Bahia, no dia 20 de dezembro de 1994.

Em 16 de dezembro de 2021, concluiu o curso de Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em abril de 2022, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de Forragicultura e Pastagens, sob a orientação do Professor Aureliano José Vieira Pires.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I- REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.1 Introdução	1
1.2 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	2
1.3 Efeitos da utilização do nitrogênio (N)	2
1.4 Efeitos da utilização do fósforo (P).....	3
1.5 Efeitos da utilização do potássio (K)	4
1.6 Efeitos da calagem	5
1.7 Referências bibliográficas	8
II- OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivos específicos	12
III- MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Instalação e condução do experimento	13
3.2 Avaliações	16
3.2.1 Volume de raiz	16
3.2.2 Produção de massa seca.....	17
3.2.3 Características morfogênicas e estruturais	17
3.2.3 Eficiência do uso da água	18
3.2.3 Índice SPAD.....	19
3.2.6 Análises químicas	19
3.2.7 Estatística.....	21
IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
III- CONCLUSÃO FINAL.....	63
V- REFERÊNCIAS	64

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Temperaturas (°C) máxima, mínima e média durante o período experimental.....	14
Figura 2. Umidade máxima, mínima e média durante o período experimental.....	15
Figura 3. Volume de raiz (3A e 3B).....	16
Figura 4. Leitura do Índice SPAD	19
Figura 5. TApF (folha/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	24
Figura 6. Filocrono (dias/folha) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	26
Figura 7. TAlF (cm/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	26
Figura 8. NFV (número de folhas vivas) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	29
Figura 9. LFF (largura final da folha) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.	31
Figura 10. Índice SPAD sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	33

Figura 11.	Produção de massa verde (gMV/vaso) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	35
Figura 12.	Produção de folhas (gMS/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	36
Figura 13.	Produção de colmo (g MS/dia) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	37
Figura 14.	Produção total (g MS/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com ou sem calagem.....	38
Figura 15.	Número de perfilhos/vaso sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	40
Figura 16.	Número de perfilhos/planta sob percentuais da recomendação de NPK da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	41
Figura 17.	Massa seca de folha (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	42
Figura 18.	Massa seca de colmo (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	44
Figura 19.	Massa seca de raiz (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.	45
Figura 20.	Volume de raiz (mL) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	46

Figura 21.	Massa seca total (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	47
Figura 22.	Relação folha: colmo da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	49
Figura 23.	Eficiência no uso da água (g de água/ g de MS) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação de NPK.....	52
Figura 24.	Proteína bruta da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação de NPK.....	55

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1.	Análise física do solo.....	13
Tabela 2.	Análise Química do solo.	14
Tabela 3.	Características morfogênicas da <i>Brachiaria brizantha</i> sem ou com calagem sob diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	23
Tabela 4.	Comprimento final da folha (CFF), largura final da folha (LFF), Comprimento total da planta (CTP), SPAD da <i>Brachiaria brizantha</i> sem ou com calagem sob diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.	30
Tabela 5.	Produção de massa verde (g MV/vaso), produção de folha (g folha/vaso/dia), produção de colmo (g colmo/vaso/dia), produção total (g /vaso/dia) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem, sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.	34
Tabela 6.	Número de perfilhos (por vaso), Número de perfilhos (por planta), massa seca de folha (g /vaso/corte), massa seca de colmo (g /vaso/corte), massa seca de raiz (g /vaso/corte), volume de raiz (mL), massa seca total (g /vaso/corte) da <i>Brachiaria brizantha</i> com e sem calagem, sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.	39
Tabela 7.	Efeito dos diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK sobre a relação folha/colmo da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	48

Tabela 8.	Eficiência no uso da água (g água/ g de MS) sobre os diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK na <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	51
Tabela 9.	Composição bromatológica da <i>Brachiaria brizantha</i> sem ou com calagem sob diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	53
Tabela 10.	Frações fibrosas da <i>Brachiaria brizantha</i> sem ou com calagem e diferentes percentuais da recomendação de adubação (NPK).....	57
Tabela 11.	Fracionamento dos carboidratos da <i>Brachiaria brizantha</i> sem ou com calagem e diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	59
Tabela 12.	Fracionamento da proteína bruta da <i>Brachiaria brizantha</i> sem ou com calagem sob diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.....	61

RESUMO

AMORIM, Solange Silva de. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta a diferentes níveis de adubação com ou sem calagem. Itapetinga, BA: UESB, 2024. 69p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes). *

Objetivou-se avaliar as respostas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em diferentes níveis de adubações com ou sem calagem, sobre as características morfológicas, estruturais, bromatológicas e produtivas. O experimento foi realizado em casa de vegetação, no período de março a junho de 2023 e conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Foi adotado esquema fatorial 2x5, sem ou com calagem, com doses de NPK, sendo 0, 50, 100, 150 e 200% sobre a recomendação de 100% do 5ª aproximação, onde foi avaliado o potencial de resposta da planta abaixo e acima do recomendado, o que correspondeu a 341 kg de ureia/ha, 611 kg de super simples/ha e 103 kg de cloreto de potássio/ha. Foram realizadas pesagens diárias dos vasos para verificar a necessidade de reposição de água, mantendo os solos hidratados. Foram 56 dias de avaliação, com dois períodos de 28 dias. Em todas as variáveis estudadas não houve interação entre calagem e adubação. Os resultados indicaram que a adubação proporcionou um aumento significativo na taxa de aparecimento foliar, onde apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 173,6% da adubação que correspondeu a 0,18 folhas/dia. O filocrono apresentou comportamento quadrático com ponto de mínima para o percentual de adubação de 153,8% da adubação que correspondeu a 5,6 dias/folha formada. A adubação contribuiu positivamente com o teor de clorofila captado nas folhas pelo índice SPAD. À medida em que se elevaram os níveis de adubação houve aumento no número de folhas vivas e no número de perfilhos promoveu maior produção de forragem. A massa seca de folha apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 341,6% que correspondeu a 24,1 g/vaso. A massa seca de raiz apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,230153 g/vaso para cada unidade percentual, o que correspondeu a 63,4 g/vaso. O volume de raiz apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 222,2% que correspondeu a 294,2 cm³. A produção de folha apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 341,6% da adubação que correspondeu 0,89 g/dia. A eficiência no uso da água apresentou comportamento quadrático com ponto de mínima para o percentual de adubação de 181,3% que correspondeu a 72,9 g/L. A calagem interferiu apenas no CNF, obtendo-se 9,7%, frações A+B, com 12,5%, fração B2, atingindo 82,1%. Portanto, o uso da adubação demonstra maior eficiência para aumento das características morfológicas e produtivas. Para as características bromatológicas somente a aplicação de calagem influenciou o fracionamento de carboidratos e proteínas. A utilização de NPK em doses a partir de 150% favorecem o desenvolvimento das plantas, mesmo sem a aplicação de calagem.

Palavras-chave: calagem, eficiência no uso da água, morfogênese, NPK, produção

* Orientador: Aureliano José Vieira Pires, D.Sc. UESB e Coorientadores: Daniela Deitos Fries, D.Sc. UESB.

ABSTRACT

AMORIM, Solange Silva de. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu in response to different levels of fertilization with or without liming.** Itapetinga, BA: UESB, 2024. 69p. Master thesis. (Master's program in Animal Science, Concentration Area in Ruminants Production)*.

This study aimed to evaluate the *Brachiaria brizantha* cv. Marandu to different levels of fertilization with or without liming, focusing on morphogenetic, structural, composition, and portion and productive characteristics. The experiment was conducted in a greenhouse from March to June 2023, in a completely randomized design with four replicates, totaling 40 experimental units. A 2x5 factorial scheme was applied with or without liming and NPK doses of 0, 50, 100, 150, and 200% of the recommendation, corresponding to 341 kg of urea/ha, 611 kg of single superphosphate/ha, and 103 kg of potassium chloride/ha. Daily measurements of the vases were taken to monitoring water requirements, maintaining soil hydration. The evaluation lasted 56 days, divided into two periods of 28 days each. No interaction between liming and fertilization was observed for any of the studied variables. Results indicated that fertilization significantly increased the leaf appearance rate, with a quadratic behavior and a maximum point at 173.6% of the recommended dose, corresponding to 0.18 leaves/day. The phyllochron also exhibited a quadratic behavior, with a minimum point at 153.8% of the recommended dose, corresponding to 5.6 days per leaf formed. Fertilization positively influenced the chlorophyll content in the leaves, as measured by the SPAD index. As fertilization levels increased, the number of live leaves and tillers also increased, leading to higher forage production. The dry leaf mass showed a quadratic behavior, with a maximum point at 341.6% of the recommended dose, corresponding to 24.1 g/pot. The dry root mass displayed a linear increase, with an increase of 0.230153 g/pot per percentage unit, reaching 63.4 g/pot. The root volume exhibited quadratic behavior, with a maximum point at 222.2% of the recommended dose, corresponding to 294.2 cm³. Leaf production also showed quadratic behavior, with a maximum point at 341.6% of the recommended dose, corresponding to 0.89 g/day. Water use efficiency demonstrated a quadratic behavior, with a minimum point at 181.3% of the recommended dose, corresponding to 72.9 g/L. Liming only affected the NFC, with a result of 9.7%, fractions A+B at 12.5%, and fraction B2 at 82.1%. Therefore, fertilization proved more effective in enhancing morphogenetic and productive characteristics. For bromatological characteristics, only liming influenced the carbohydrate and protein fractions. The use of NPK at doses starting from 150% benefits plant development, even in the absence of liming.

Keywords: liming, morphogenesis, NPK, production, water use efficiency

*Advisor: Aureliano José Vieira Pires, Ph.D., UESB; and Co-advisors: Daniela Deitos Fries D.Sc., UESB

I- REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

A degradação das pastagens é um problema recorrente no Brasil, dificultando seu uso eficiente. Esse desafio é frequentemente atribuído ao manejo à preparação inadequadas do solo, sem conhecimento prévio sobre os nutrientes necessários para reposição. Tal cenário resulta em uma formação inicial deficiente da pastagem e ausência de ajustes apropriados na lotação animal (Dias Filho, 2017).

A adubação é umas práticas que devem ser adotadas no manejo correto do solo, pois é indispensável para elevar a produtividade e a qualidade nutricional da forragem, pois reage rapidamente no solo, promovendo desenvolvimento acelerado das plantas ao suprir as necessidades nutricionais (Florentino et al., 2022).

O nitrogênio, fósforo e potássio quando utilizados juntos proporcionam o melhor crescimento das plantas, síntese de compostos orgânicos, uso mais eficiente da água, maximização das reações enzimáticas, translocação de carboidratos, aparecimento e desenvolvimento de perfilhos, tamanho, número de folhas, colmos, intensidade de florescimento e formação de sementes (Teles et al., 2011).

Em estudo desenvolvido por Alexandrino et al. (2010) sobre a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi verificada a importância da adubação nitrogenada desde o estabelecimento da pastagem, contribuindo significativamente para o aumento do número de perfilhos, folhas e o comprimento da planta.

Paralelamente, a calagem é indispensável para combater a acidez do solo, um fator limitante para a disponibilidade de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. Esta prática aumenta a disponibilidade dos nutrientes benéficos, criando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento da forragem (Bouray et al., 2022).

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar as respostas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a diferentes níveis de adubação e sua atuação em conjunto com a prática da calagem, visando otimizar a produtividade e a qualidade dessa gramínea.

1.2 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

O gênero *Brachiaria* é originária da região do Zimbábue, na África, que apresenta solos férteis, com precipitação aproximada de 700 mm e 8 meses de período seco no inverno (Rayman, 1983). Essa gramínea foi introduzida no Brasil por volta de 1967 e se destacou principalmente pela sua resistência à cigarrinha, pragas e doenças. Atualmente ocupa aproximadamente uma área de 70 milhões de hectares (Dusi et al., 2023; Koehler et al., 2023; Nunes et al., 1984).

Por sua vez, a cultivar Marandu se caracteriza por apresentar hábito de crescimento cespitoso, ser robusta, possuir entre 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados, afilhos eretos, rizomas curtos, duros e curvados, revestidos por escamas de coloração amarela a púrpura, com raízes profundas que favorecem a sobrevivência durante períodos de seca prolongada. Além disso, essa cultivar é uma das mais utilizadas, pois além das características do gênero apresenta tolerância a solos ácidos, capacidade satisfatória de rebrota, persistência e resistência à cigarrinha das pastagens, excelente cobertura do solo, produção bem distribuída ao longo do ano e produção de massa seca em torno de 20 t/ha/ano (Almeida-Filho et al., 2022; Meirelles & Mochiutti, 1999).

Em estudo conduzido por Oliveira et al. (2022) foi analisado o efeito de diferentes doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg t/ha/ano) na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os resultados revelaram um aumento linear significativo no acúmulo de matéria natural e matéria seca na parte aérea da planta, atingindo 6,03 t/ha/ano na dose máxima de nitrogênio. Com isso, aumentou-se em 17% a matéria seca das folhas. Além disso, constatou-se que a aplicação de 250 kg de N resultou em um acréscimo de 86,78 g de proteína bruta/kg de matéria seca.

1.3 Efeitos da utilização do nitrogênio (N)

O nitrogênio é considerado o principal nutriente na formação da pastagem, atuando de forma diferencial na produtividade, crescimento e desenvolvimento da parte aérea de forma mais eficiente se comparado ao cultivo sem adubação. Esse nutriente é essencial no metabolismo, pois promove a síntese de proteínas e clorofilas (Almeida et al., 2023; Castro et al., 2016; Costa et al., 2023; Santos et al., 2022; Wangfei et al., 2023).

O nitrogênio suficiente no solo intensifica a fotossíntese, impulsiona a mobilização de reservas de carbono após a desfolha, proporcionando aumento da área

foliar, peso da planta e número de perfilhos. Portanto, ao suprir a necessidade desse nutriente proporciona a melhor disponibilidade nutricional e produtividade animal. Além disso, é de fundamental importância a realização da adubação para a reposição do nitrogênio no solo (Martins et al., 2022; Pereira et al., 2015).

Santos et al. (2022), ao avaliarem os efeitos da combinação entre o *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na produção e qualidade da *Brachiaria decumbens*, perceberam que as doses de 62,2 e 74,4 kg/ha de N contribuíram com a maior capacidade de interceptação luminosa e Índice de área foliar. Nesta pesquisa foi detectada a importância da associação do N com *Azospirillum brasilense* para o desenvolvimento, produção e qualidade da *Brachiaria decumbens*, principalmente utilizando-se doses de até 80 kg/ha de nitrogênio.

De acordo com Touhami et al. (2022), a combinação estratégica de nitrogênio, fósforo e potássio impulsiona a eficiência da reciclagem de Ca-P no subsolo. Esse processo essencial promove o crescimento vigoroso do sistema radicular e aumenta significativamente a atividade microbiana. Sob condições nutritivas adequadas na superfície do solo essa associação de nutrientes fortalece e estimula o desenvolvimento das raízes, favorecendo a saúde e o crescimento robusto das plantas.

Souza et al. (2023) realizaram calagem em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com aplicação de entre 100 a 150 kg/ha/ano de nitrogênio em combinação com fósforo e potássio resultaram em ganho de peso vivo superior a 600 kg/ha/ano.

Dessa forma, a adubação nitrogenada aumenta o acúmulo de forragem acelerando os processos morfogênicos ligados ao alongamento foliar, aparência foliar, comprimento final da folha, aumento na produtividade, sem comprometer a sustentabilidade dos sistemas de pastagens (Lemaire et al., 2009).

1.4 Efeitos da utilização do fósforo (P)

O fósforo é reconhecido como o segundo nutriente mais crucial para o crescimento das gramíneas, logo após o N. Em pastagens, sua aplicação é realizada em sua maioria por meio de fertilizantes químicos (Micha et al., 2023; Silva et al., 2018).

Segundo Patês et al. (2007), níveis extremamente baixos de P disponível e total, bem como a alta capacidade de adsorção desse elemento são um dos maiores entraves no estabelecimento e manutenção das pastagens nos solos brasileiros.

Fernandes et al. (2019) afirmaram que em conjunto com esses fatores, a absorção, assimilação e translocação de nitrogênio podem sofrer interferência da deficiência de fósforo. Por isso, é de fundamental importância suprir as necessidades deste nutriente para que a planta expresse o máximo potencial em seu desenvolvimento. Por outro lado, níveis críticos podem variar de acordo com a espécie, condições de clima e solo, disponibilidade de outros nutrientes, aplicação correta da adubação, amostragem do solo e idade da planta.

Esse nutriente influencia no desenvolvimento do sistema radicular, perfilhamento, fixação biológica de nitrogênio nas leguminosas, síntese e degradação dos carboidratos, componente estrutural de genes, cromossomos, bem como muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidios, respiração celular, influencia no armazenamento, transporte e transferência de energia nas células, contribuindo para maior absorção de água e nutrientes (Costa et al., 2023; Oliveira et al., 2022; Silva et al., 2022).

O fornecimento adequado desse elemento contribui desde o crescimento inicial das plantas e limitações na sua disponibilidade prejudicam o início do ciclo vegetativo, resultando em restrições durante todo o desenvolvimento (Silva et al., 2019).

Segundo Freitas et al. (2019), as culturas respondem a níveis corretos de adubação, no entanto, o potencial de produção fica restrito com a ausência ou excesso desse nutriente, principalmente em solos intemperizados, pois possuem forte adsorção de fósforo, sendo necessária elevadas doses para um bom alcançar rendimento e produtividade desejáveis.

1.5 Efeitos da utilização do potássio (K)

Dentre os macronutrientes, o nitrogênio e o potássio são fundamentais para a nutrição das plantas, sendo o primeiro o constituinte essencial para a formação das proteínas e realização da fotossíntese devido a sua participação na molécula de clorofila. Já o potássio está em maior concentração nas plantas, atuando na absorção de nitrogênio e síntese proteica. Além disso, a maior extração desses nutrientes torna necessária a reposição de forma regular dos mesmos (Andrade et al., 2000; Motta et al., 2023).

O potássio atua como regulador do potencial osmótico nas células vegetais, sendo o principal cátion utilizado pela planta para o estabelecimento do turgor e a manutenção da eletroneutralidade nas células, atuando como ativador das enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese (Taiz & Zeiger et al., 2013).

Além disso, esse nutriente participa da neutralização de ácidos orgânicos, auxilia na regulação da pressão osmótica e do pH dentro na planta, balanço de cátions e ânions, assimilação de gás carbônico e nitrogênio, atuando também no uso mais eficiente da água, pois promove melhor controle na abertura e fechamento dos estômatos, aumentando a tolerância ao estresse hídrico (Motta et al., 2023; Taiz et al., 2017).

Gomes et al. (2012) avaliaram a *Brachiaria ruziziensis* submetida à adubação com doses de 0, 100, 200 e 300kg/ha de nitrogênio combinadas com 0, 60, 90 e 120 kg/ha de potássio nas fases de germinação e estabelecimento, em casa de vegetação. Verificou-se que na primeira fase houve efeito da interação NxK para a taxa de alongamento de colmo e o potássio exerceu efeito isolado sobre a duração de vida da folha, número de folhas vivas e taxa de senescência foliar. No estabelecimento houve efeito da interação NxK para taxa de alongamento de folha e comprimento final da folha. Em todas as fases analisadas o nitrogênio exerceu maior efeito sobre a morfogênese do que o potássio. No entanto, é extremamente benéfica a associação destes dois nutrientes para o desenvolvimento satisfatório da planta.

Figueiredo et al. (2016) desenvolveram um estudo para avaliar a produtividade do capim Tangola (*Brachiaria mutica x Brachiaria arrecta*) em sistema irrigado de uma pastagem já estabelecida, utilizando-se tratamento controle, sem adubação, 150 kg/ha/ano de N e 120 kg/ha/ano de K, 300 kg/ha/ano de N e 240 kg/ha/ano de K, 450 kg/ha/ano de N e 360 kg/ha/ano de K, 600 kg/ha/ano de N e 480 kg/ha/ano de K. A partir daí, verificou-se que as adubações nitrogenadas e potássicas aumentaram a produtividade do capim Tangola durante o outono e o período de descanso de 28 dias, com a melhor eficiência do nitrogênio no período de descanso de 28 dias associada a dose de 150 kg/ha/ano de N e 120 kg/ha/ano de K.

1.6 Efeitos da calagem

A maioria dos solos tropicais e subtropicais brasileiros possuem elevado grau de intemperismo, acidez e baixa fertilidade natural, tornando-se limitante o estabelecimento e desenvolvimento da maioria das culturas (Minato et al., 2023).

Sendo assim, a calagem é um método eficaz para combater a acidez do solo, alterando as suas propriedades químicas, físicas e biológicas, beneficiando a saúde e as suas funções para o desenvolvimento das plantas. Além disso, a aplicação de calcário afeta o perfil mineral da pastagem. Por isso, existem diversos fatores que causam essas

modificações, dentre eles estão a aplicação de altas quantidades de cálcio na calagem, alguma alteração no pH que interfira na disponibilidade dos minerais, promovendo o desenvolvimento das raízes em maiores profundidades, o que permite melhor absorção devido ao acesso mais eficiente aos minerais do solo (Li et al., 2024; Moraes et al., 2023).

Cerca de 40% das terras aráveis do mundo são compostas por solos ácidos, com pH abaixo de 5,5 (Bian et al., 2013; Uexküll & Mutert, 1995). Essa acidez reduz a produtividade do solo, tornando os nutrientes benéficos indisponíveis para as plantas e aumentando a solubilidade de elementos tóxicos como hidrogênio, alumínio, ferro e manganês. A aplicação de calagem neutraliza esses íons, combatendo a acidez e elevando a produtividade. Essa prática também aumenta a concentração de elementos essenciais como fósforo, potássio e enxofre. Além disso, a incorporação de calcário adiciona cálcio e magnésio ao solo, auxiliando no melhor desenvolvimento das pastagens (Abdalla et al., 2022; Enesi et al., 2023; Jouichat et. al (2024).

Li et al. (2024) realizaram uma pesquisa ao longo de 12 anos (1992 a 2003), onde investigaram o impacto da calagem em pastagens perenes e anuais, em seis etapas distintas de calagem. Por meio do estudo foi analisado o impacto do calcário nas mudanças na composição mineral ao longo do tempo, observando-se na pastagem as concentrações e proporções principais de minerais essenciais para a saúde dos animais. Verificou-se que a aplicação de calcário resultou em aumento nas concentrações de cálcio, sódio e silício, mas houve redução de micronutrientes como cobre, zinco e manganês. Além disso, percebeu-se que a aplicação de calcário aumentou a relação cálcio: fósforo e a discrepância cátion-ânion na alimentação, o que reduziu o índice de tetania nas duas categorias de pastagens. Por fim, percebeu-se que houve melhoria na saúde dos animais em relação nas pastagens que passaram por correção com calcário.

De acordo com Bertol et al. (2022) a amônia (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-) são as principais formas de N mineral no solo. Em solos subtropicais e bem aerados a amônia é o principal produto N da mineralização da matéria orgânica, e geralmente é convertida em nitrato pelos microrganismos. O pH é um dos principais fatores que controlam as transformações das formas de N no solo. Por esse motivo, a calagem é uma estratégia para amenizar as perdas desse elemento. A correção da acidez através da calagem aumenta capacidade de troca catiônica em solos com cargas variáveis e conseqüentemente a adsorção de NH_4^+ , combatendo também as perdas devido à lixiviação de NO_3^- .

Pedroso et al. (2021) estudaram quatro doses de calcário (0, 2, 4 e 6 toneladas/ha) em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* cv. CIAT-602, híbrido *Brachiaria* cv. Mulato II e *Brachiaria* híbrido cv. Yacaré, cultivadas em solo gley nodular ferruginoso (plintosolo) da região de Sabana de Manacas, Cuba. Com o estudo verificou-se que a calagem aumentou o teor de Ca trocável para 6,1 cmolc/ kg, o pH em H₂O para 6,9, a capacidade de troca catiônica para 7,3 cmolc/kg e o percentual de saturação por bases em 94 %, com redução da acidez do solo em 0,91 cmolc/kg. Com isso, percebeu-se que a eficácia da calagem foi mantida por dois anos e que esta melhorou a nutrição cálcica, elevando a produtividade das pastagens do gênero *Brachiaria*, cultivadas em solo ácido e de baixa fertilidade.

1.7 Referências bibliográficas

ABDALLA, M.; ESPENBERG, M.; ZAVATTARO, L.; LELLEI-KOVACS, E.; MANDER, U.; SMITH, K.; THORMAN, R.; DAMATIRCA, C.; SCHILS, R.; TENBERGE, H.; NEWELL-PRICE, P.; SMITH, P. Does liming grasslands increase biomass productivity without causing detrimental impacts on net greenhouse gas emissions?. **Environmental Pollution**, v.300, p.1-15, 2022.

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**, v.26, n.6, p.886-893, 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, 2023.

ALMEIDA FILHO, C.P.D.A.; SOUZA, L.G.D.; MOREIRA, J.M.; JUNIOR, A.F.D.L.; ROSA, J.Q.S; MELO, A.F. Adubação nitrogenada foliar sobre a produção de massa da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Pubvet**, v.16, n.12, p.1-7, 2022.

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.D.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ, V.H.; MARTINS, C.E.; SOUZA, D.P.H.D. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589–1595, 2000.

BERTOL, F.D.Z.; MARTINS, A.P.; DENARDIN, L.G.D.O.; KUNRATH, T.R.; SOUZA FILHO, W.D.; GOULART, M.W.; CARVALHO, P.C.D.F.; ANGHINONI, I. Liming and grazing intensities effects on soil mineral nitrogen throughout the pasture cycle in a subtropical integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.46, p.1-15, 2022.

BIAN, M.; ZHOU, M.; SUN, D.; LI, C. Molecular approaches unravel the mechanism of acid soil tolerance in plants. **The Crop Journal**, v.1, n.2, p.91–104, 2013.

BOURAY, M.; MOIR, J.L.; CONDRON, L.M.; PARAMASHIVAM, D. Early effects of surface liming on soil P biochemistry and dynamics in extensive grassland. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.124, n.2, p.173–187, 2022.

CASTRO, C.S.; LOBO, U.G.M.; RODRIGUES, L.M.; BACKES, C.; SANTOS, A.J.M. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.3, n.4, p.48-54, 2016.

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.22177–22190, 2023.

DIAS FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. (2017). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1070416/1/TC1117CarilhaPastagemV04.pdf>>. Acesso em: 17 de agosto de 2022.

DUSI, D.M.A.; ALVES, E.R.; CABRAL, G.B.; MELLO, L.V.; RIGDEN, D.J.; SILVEIRA, É.D.; FERREIRA, M.A.; GUIMARÃES, L.A.; GOMES, A.C.M.M.; RODRIGUES, J.C.M.; CARNEIRO, V.T.C. An exonuclease V homologue is expressed predominantly during early megasporogenesis in apomictic *Brachiaria brizantha*. **Planta**, v.258, n.1, p.5, 2023.

ENESI, R.O.; DYCK, M.; CHANG, S.; THILAKARATHNA, M.S.; FAN, X.; STRELKOV, S.; GORIM, L.Y. Liming remediates soil acidity and improves crop yield and profitability - a meta-analysis. **Frontiers in Agronomy**, v.5, 2023.

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**, v.8, n.1, p.1131–1144, 2022.

FREITAS, A.F.; MACIEL, J.C.; SILVA, M.M.; SANTOS, J.B. Interferência de *Urochloa brizantha* no sistema radicular de *Phaseolus vulgaris* fertilizado com fósforo. **Planta Daninha**, v.37, p.1-11, 2019.

FIGUEIREDO, Y.F.; NICOLE, L.R.; SANTOS, E.O.D.J.; MAGIERO, K.P.F.; PIMENTEL, V.A. Productivity of Tangola Grass (*Brachiaria mutica* x *Brachiaria arrecta*) In autumn under different fertilization levels and rest. **Nucleus**, v.13, n.1, p.7–14, 2016.

GOMES, M.B.; BANYS, V.L.; SANTOS, J.; CASTRO, A.L.A.D.; SAENZ, E.A.C.; FIALHO, C.A. Morfogênese na germinação e na fase de estabelecimento da *Brachiaria ruziziensis* submetida à adubação nitrogenada e potássica. **Ciência Rural**, v.42, p.2235–2241, 2012.

JOUICHAT, H.; KHIARI, L.; GALLICHAND, J.; ISMAIL, M. Modeling temporal variation of soil acidity after the application of liming materials. **Soil and Tillage Research**, v.240, p.1-9, 2024.

KOEHLER, A.D.; ROSSI, M.L.; CARNEIRO, V.T.C.; CABRAL, G.B.; MARTINELLI, A.P.; DUSI, D.M.A. Anther development in *Brachiaria brizantha* (syn.*Urochloa brizantha*) and perspective for microspore *in vitro* culture. **Protoplasma**, v.260, n.2, p.571–587, 2023.

LI, G.D.; CONYERS, M.K.; REFSHAUGE, G.; ATAOLLAHI, F.; HAYES, R.C. Long-term liming changes pasture mineral profile. **Scientific Reports**, v.14, n.1, p.3539, 2024.

MARTINS, M.V.R.; PEREIRA, C.E.; KIKUTI, H. Adubação nitrogenada na implantação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Humaitá-AM. **Scientia Plena**, v.18, n.7, 2022.

MEIRELLES, P.R.L.; MOCHIUTTI, S. **Formação de pastagens com capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv Marandu) nos cerrados do Amapá.** 1999.

MICHA, E.; TSAKIRIDIS, A.; RAGKOS, A.; BUCKLEY, C. Assessing the effect of soil testing on chemical fertilizer use intensity: An empirical analysis of phosphorus fertilizer demand by Irish dairy farmers. **Journal of Rural Studies**, v.97, p.186–191, 2023.

MINATO, E.A.; BRIGNOLI, F.M.; NETO, M.E.; BESEN, M.R.; CASSIM, B.M.A.R.; LIMA, R.S.; TORMENA, C.A.; INOUE, T.T.; BATISTA, M.A. Lime and gypsum application to low-acidity soils: Changes in soil chemical properties, residual lime content and crop agronomic performance. **Soil and Tillage Research**, v.234, p.105860, 2023.

MORAES, F.A.D.; MOREIRA, S.G.; PEIXOTO, D.S.; SILVA, J.C.R.; MACEDO, J.R.; SILVA, M.M.; SILVA, B.M.; SANCHEZ, P.A.; NUNES, M.R. Lime incorporation up to 40 cm deep increases root growth and crop yield in highly weathered tropical soils. **European Journal of Agronomy**, v.144, p.126763, 2023.

MOTTA, L.J.M.; MOTA, L. G.; GOMES, L. D.; SILVA, G.B.A.; MOURA, A.B.O.; CAMARGO, S.P.; CABRAL, C.H.A.; CABRAL, C.E.A. Nitrogênio e o potássio na adubação de manutenção de cultivares de *Megathyrsus maximus*. **Scientific Electronic Archives**, v.16, n.10, 2023.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Campo Grande, MT: Embrapa, 31 p. (1984). (Embrapa Gado De Corte, Documento 21).

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, 2022.

PATÊS, N.M.D.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F.D.; SANTOS, L.C.; CARVALHO, G. G.P.D.; FREIRE, M.A.L. Características morfológicas e estruturais do capim-Tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1736–1741, 2007.

PEDROSO, J.F.R.; GONZÁLEZ, P.J.; RIVERA, R.; HERNÁNDEZ, A. Response of different *Urochloa* pastures to liming, cultivated in Sabana de Manacas region, Cuba. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.55, n.2, 2021.

PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J.; GUARDA, V.D.Á.; PEREIRA, P.D.M.; CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C.D. Hbage utilisation efficiency of continuously stocked Marandu palisade grass subjected to nitrogen fertilisation. **Scientia Agricola**, v.72, n.2, p.114–123, 2015.

RAYMAN, P.R. Minha experiência com *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, Rayman's Seeds. **Sementes de Pastagens Tropicais**, 3p. 1983.

SANTOS, G.S.; TEIXEIRA, F.A.; JARDIM, R.R.; PIRES, A.J.V.; NASCIMENTO, P.V.N.; MIGUEL, D.L.; SANTOS, J.P.D.; NASCIMENTO, A.A.; BARRETO, F.O.; SILVA, H.S.D. Capim *Brachiaria* inoculado com *Azospirillum brasilense* submetido à adubação nitrogenada. **Research, Society and Development**, v.11, n.15, p. 1-10, 2022.

SANTOS, D.R.D.; TIECHER, T.; GONZATTO, R.; SANTANNA, M.A.; BRUNETTO, G.; SILVA, L.S.D. Long-term effect of surface and incorporated liming in the conversion of natural grassland to no-till system for grain production in a highly acidic sandy-loam Ultisol from South Brazilian Campos. **Soil and Tillage Research**, v.180, p.222–231, 2018.

SILVA, J.V.D.S.; CRUZ, S.C.S.; ALOVISI, A.M.T.; KURIHARA, C.H.; XAVIER, W.D.; MARTINEZ, M.A. Phosphate fertilizer in common beans grown with a *Brachiaria brizantha* cv. Marandú mulch. **Revista Ceres**, v.65, p.181–188, 2018.

SILVA, W.M.D.; CARVALHO, M.A.C.D.; YAMASHITA, O.M.; TAVANTI, T.R.; TAVANTI, R.F.R. Bone meal as a source of phosphorus for forage sugarcane1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, p.1-8, 2019.

SILVA, O.M.D.C.; NIERI, E.M.; SANTANA, L.S.; ALMEIDA, R.S.; ARAÚJO, G.D. C.R.; BOTELHO, S.A; MELO, L.A.D. Adubação fosfatada no crescimento inicial de sete espécies florestais nativas destinadas à recuperação de uma área degradada. **Ciência Florestal**, v.32, p.371–394, 17 jun. 2022.

SOUZA, W.D.S.; REZENDE, C.D.P.; PEREIRA, J.M.; MONTEIRO, R.C.; SANTOS, C.A.D.; MACEDO, R.D.O.; ALECRIM, F.B.; PINHEIRO, Érika F.M.; DE CAMPOS, D.V.B.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Can N₂ fixation by forage legumes build soil organic matter to rival fertilizer N in a tropical forest biome?. **Geoderma Regional**, v.33, p.1-10, 2023.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, L. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6^a ed. Porto Alegre: Artmed, 528p. 2017.

TELES, T.G.R.M.; CARNEIRO, M.S.D.S.; SOARES, I.; PEREIRA, E.S.; SOUZA, P. Z. D.; MAGALHÃES, J.A. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 sob efeito de adubação com NPK. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, p.137–143, jun. 2011.

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, 2022.

VON UEXKÜLL, H. R.; MUTERT, E. Global extent, development and economic impact of acid soils. **Plant and soil**, v.171, p. 1-15, 1995.

WANGFEI, Q.; ZHAO, X.; YANG, F.; CHEN, J.; MO, Q.; CUI, S.; CHEN, C.; HE, S.; LI, Z. Impact of fertilization and grazing on soil N and enzyme activities in a karst pasture ecosystem. **Geoderma**, v.437, p.1-11, 2023.

II- OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a produção, as características fisiológicas e a composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com ou sem calagem.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar as características de crescimento por meio da produção de massa seca da parte aérea, de resíduo e de raiz da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, adubada com diferentes percentuais de NPK em ausência ou presença de calagem
- Avaliar a eficiência no uso da água da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais de recomendação de adubação, com e sem calagem
- Verificar a qualidade da forragem por meio da quantificação dos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos, cinzas, componentes da parede celular e o fracionamento de proteína e carboidratos da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais de recomendação de adubação, com e sem calagem

III- MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus “Juvino Oliveira”, no município de Itapetinga, BA, no período de março a junho de 2023.

O ensaio foi realizado em esquema fatorial 2x5, sem ou com calagem, com doses de NPK, sendo 0, 50, 100, 150 e 200% sobre a recomendação de 100% do 5^a aproximação, onde foi avaliado o potencial de resposta da planta abaixo e acima do recomendado, o 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 disposto em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

O solo foi coletado em profundidade de 0 a 20 cm, na fazenda Bela Vista no município de Encruzilhada, BA, sendo classificado como latossolo vermelho escuro com textura Franco Argilo Arenosa (Tabela 1).

De acordo com os resultados apresentados na análise química e física do solo, realizado pelo Laboratório de Solos, do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Tabela 2), foram seguidas as recomendações do “5^a 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

Tabela 2. Análise Química do solo.

pH (H ₂ O)	*mg/dm ³	*cmolc/dm ³ de solo.....								%	
	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 Al 3⁺.

Fonte: Laboratório de solos da UESB.

A calagem foi realizada 30 dias antes do plantio somente nos vasos numerados de 21 a 40. Cada um deles contendo 10 kg de solo seco, onde foi adicionado 10,05 g de calcário dolomítico por vaso, com PRNT de 90%. Foi feita a aplicação e homogeneização com as mãos do calcário incorporado ao solo de cada vaso com capacidade de 12 litros.

Foram realizadas pesagens diárias dos vasos, sendo registrados os pesos dos vasos, mantendo os solos úmidos.

Foram registradas durante o período experimental por meio de um Termo-higrômetro Digital a umidade e temperaturas máxima, mínima e média no interior da casa de vegetação (Figuras 1 e 2).

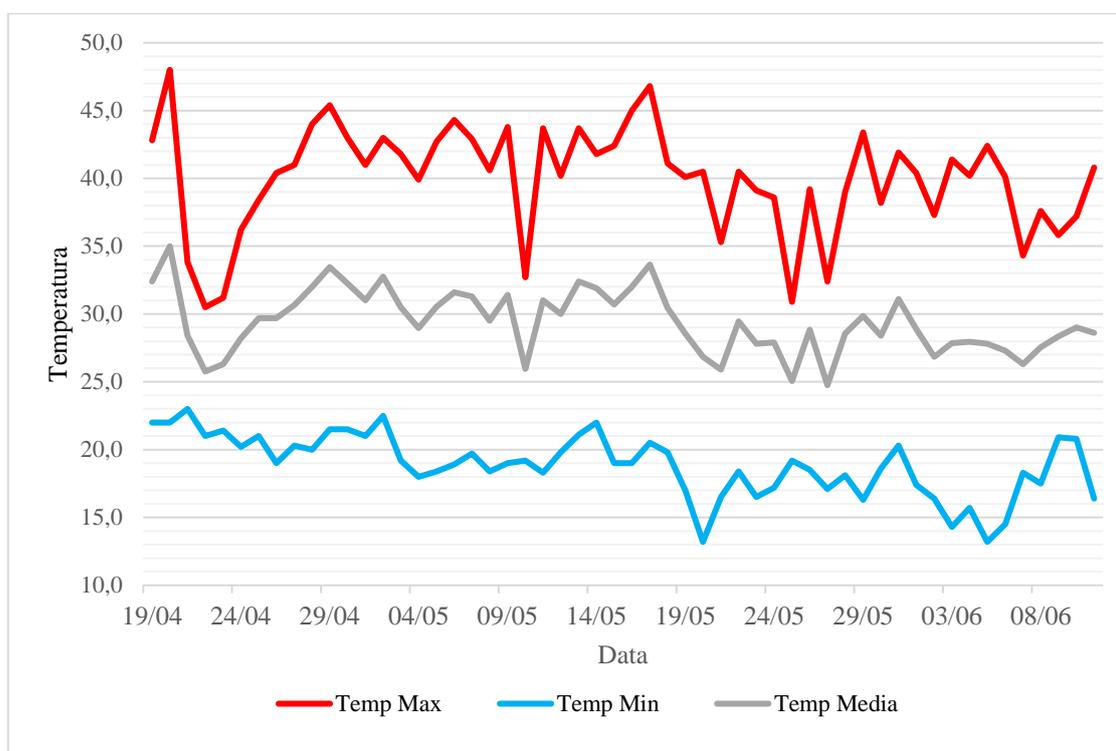


Figura 1. Temperaturas (°C) máxima, mínima e média durante o período experimental

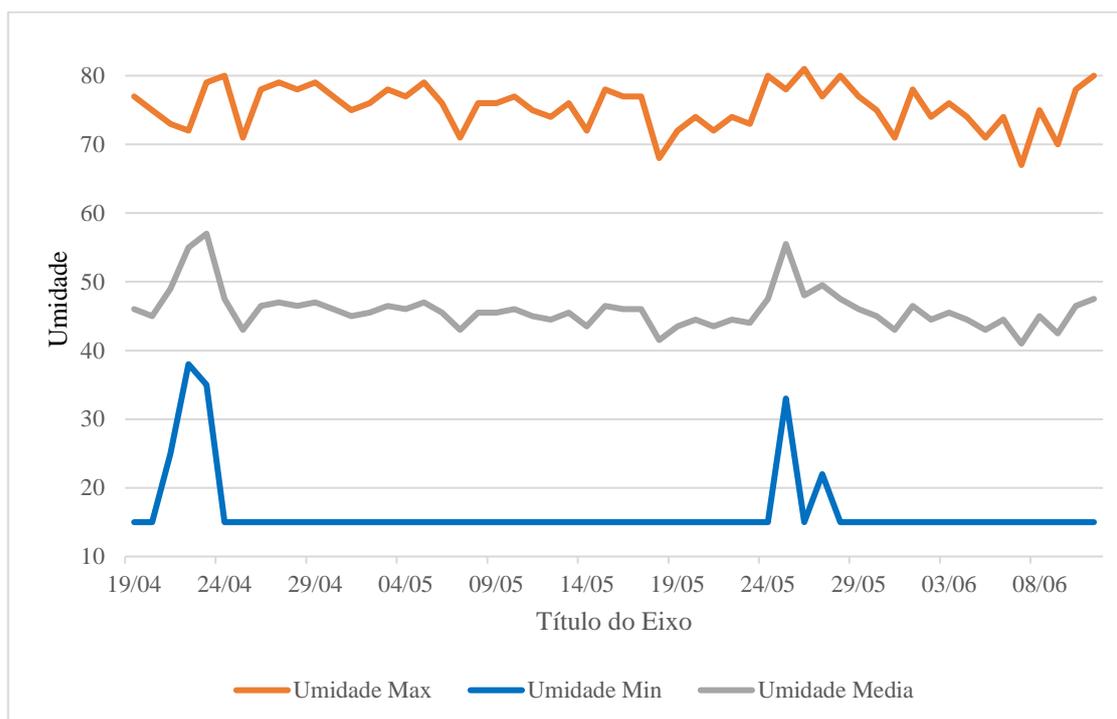


Figura 2. Umidade máxima, mínima e média durante o período experimental

Construiu-se um canteiro de areia com as medidas de 1m x 0,80 cm para plantio das sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

O transplante foi realizado 20 dias após o plantio, onde foram selecionadas as mudas mais vigorosas e homogêneas entre si, sendo mantidas 4 plantas por vaso. No dia seguinte foi realizada a adubação com NPK. Para o N foi utilizada a ureia correspondente 341 kg/ ha, fracionada em 2 aplicações de 170 kg de N/ ha (0,85 g de ureia/ vaso), onde a primeira ocorreu no dia seguinte após o transplante das mudas e a segunda no dia do primeiro corte para evitar a volatilização. Para o P foi aplicado 110 kg/ha de P₂O₅, (3,05 g de superfosfato simples por vaso) e para o K foi utilizado 60 kg/ha de K₂O (0,52 g de cloreto de potássio por vaso), correspondentes a 100% da recomendação. Aplicando-se também para essas dosagens 0, 50, 100, 150 e 200% do recomendado nos tratamentos estabelecidos para NPK.

O corte de uniformização ocorreu 48 dias após o transplante das mudas para nivelar altura e acompanhar o desenvolvimento das plantas. Para esse procedimento altura de resíduo adotada foi 15 cm, bem como no primeiro e segundo corte. Foram 2 dois períodos de 28 dias cada, perfazendo um total de 56 dias total de avaliação. Foram avaliadas as características morfológicas, estruturais e fisiológicas, eficiência no uso água e posteriores análises bromatológicas.

Ao final do período experimental os vasos foram desmontados para retirada da planta inteira. Nesse processo foi utilizada água corrente e logo após houve a separação em folha, colmo, resíduo e raiz. Posteriormente, os materiais foram pesados para a determinação de massa fresca (MF) e, em seguida, houve a secagem em estufa a 55°C por 72 horas. Feito isso, pesaram-se todos os materiais novamente para obtenção da massa seca (MS).

3.2 Avaliações

3.2.1 Volume de raiz

No segundo corte foi analisado o volume das raízes de todos os tratamentos, com auxílio de uma proveta com 1000 mL (volume conhecido), onde foi introduzida a raiz fresca de cada vaso, e por meio da diferença foi obtido o volume (Figura 3).

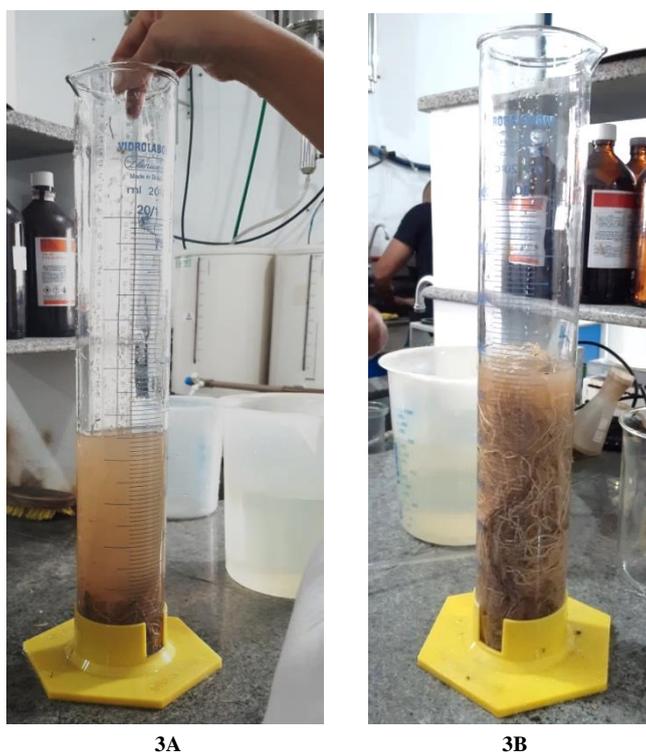


Figura 3. Volume de raiz (3A e 3B).

3.2.2 *Produção de massa seca*

Em cada período experimental, todas as amostras foram coletadas e pesadas para obter a massa fresca. Nos dois períodos foi avaliada a produção da parte aérea (folha e colmo) e no segundo também a produção de resíduo e raiz. Após a pesagem inicial, todas as amostras foram submetidas secagem em estufa a 55°C por 72 horas. Ao final desse período, as amostras secas foram pesadas novamente para determinar a massa seca. Com os dados de massa fresca e seca 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.

3.2.3 *Características morfológicas e estruturais*

No primeiro período, após o corte de uniformização, foram escolhidos por vaso dois perfilhos homogêneos entre si e marcados com fitas, sendo realizado o mesmo procedimento no segundo período. A partir da marcação tiveram início ao terceiro dia as medições, sendo estas realizadas à cada três dias durante todo o período experimental.

Foram avaliados o aparecimento do ápice foliar; comprimento do colmo; número de folhas; comprimento e largura da folha.

Por meio dessas informações foram calculadas as características morfológicas e estruturais:

- Taxa de aparecimento foliar (TApF, folhas/dia): Obtida pela divisão do número de folhas surgidas nos perfilhos marcados de cada vaso pelo período de rebrotação.

$TApF$ (folhas/dia) = NTF/P , em que:

NTF = número total de folhas no perfilho;

P = período de rebrota.

- Filocrono corresponde ao inverso da TApF e seus valores foram calculados com base na equação: FILOCRONO (dia/folha): $1/TApF$

- Taxa de alongamento foliar (TAIF): calculada com base no comprimento das folhas em expansão. A lâmina foliar foi medida até sua expansão completa, aparecimento da lígula. Sendo expresso em mm, como mostra a seguir:

$TAIF$ (mm/folha/dia) = $(CF-CI)/I$, em que:

CF = comprimento final (mm);

CI = comprimento inicial (mm);

I = intervalo de medidas (dia).

- Taxa de alongamento do colmo (TAIC): obtida pela diferença entre o comprimento final (CFC) e comprimento inicial (CIC) do colmo de cada perfilho, dividida pelo intervalo de medidas (I). Dividindo o resultado da somatória de cada perfilho pelo número de perfilhos em avaliação, obtém-se a média da TAIC, em que:

$$\text{TAIC (mm/dia)} = (\text{CFC} - \text{CIC}) / \text{I}$$

CFC = comprimento final do colmo (mm);

CIC = comprimento inicial do colmo (mm);

I = intervalo de medidas.

- Comprimento final da folha (CFF): obtido pela medida das folhas completamente expandidas, desde sua inserção na lígula até o ápice foliar. Apenas as folhas dos perfilhos avaliados e com a lígula totalmente exposta foram medidas, descartando assim, as folhas em expansão.

- Duração de vida da folha (DVF): estimada considerando-se o 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 do primeiro e segundo período

-Largura final de folha (LFF, mm)

- Altura total da planta (CTP, cm): altura das plantas marcadas/vaso um dia antes de cada corte.

3.2.3 Eficiência do uso da água

Durante todo período experimental os vasos foram pesados para manutenção da hidratação do solo, sendo registrada a quantidade de água repostada e, ao final de cada período, calculada a quantidade de água utilizada por período.

Considerando a matéria seca produzida e a quantidade de água repostada durante o período experimental, foram realizados cálculos para determinar a quantidade de água necessária para produzir um grama de matéria seca com um litro de água (gMS/L). Essa relação é expressa em termos de eficiência de uso da água.

3.2.3 Índice SPAD

A determinação da concentração de clorofila foi realizada de forma indireta, utilizando-se o aparelho Chlorophyll meter SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) (Minolta, 1989). Este valor foi obtido no dia anterior de cada corte, onde foram escolhidas três folhas completamente expandidas por vaso, realizando-se três leituras por folha, dentre elas um ponto em cada extremidade e um no centro de cada folha, sempre com o sensor do aparelho na porção de um terço no meio da lâmina, tomando o devido cuidado para evitar a nervura central. As medidas sempre eram coletadas a partir das 10 horas da manhã (Figura 4).



Figura 4. Leitura do Índice SPAD.

3.2.6 Análises químicas

Após o término de cada período experimental, todas as amostras foram separadas e identificadas individualmente em sacos de papel. Em seguida, foram pesadas em balança analítica para obtenção da massa fresca. Posteriormente, as amostras foram submetidas ao processo de secagem em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura constante de 55°C por um período de 72 horas. Após a secagem completa, as amostras

foram pesadas novamente para determinação da massa seca. Por fim, as amostras secas foram moídas em moinho de facas, utilizando peneira de 1 mm, para obtenção de um material particulado uniforme, facilitando as análises bromatológicas.

As análises químico-bromatológicas foram determinadas de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al. (2021). As análises realizadas foram: pré-secagem (Método INCT-CA G-001/2), matéria seca (MS; Método INCT-CA G-003/1), proteína bruta (PB; (nitrogênio total x 6,25) (Método INCT-CA N-001/2), fibra em detergente neutro (FDN) (Método INCTCA F002/2), fibra em detergente ácido (FDA) (Método INCT-CA F-004/2), lignina (H₂SO₄ 72% p/p). Para a análise de FDN, as amostras foram tratadas com α amilase termoestável sem uso de sulfito de sódio, corrigidas para o resíduo de cinzas (CIDN; Método INCT-CA M-002/2) e compostos nitrogenados (NIDN; Método INCTCA N004/2). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) & Mertens (2002).

Para o fracionamento de proteína os componentes foram obtidos através das metodologias descritas Licitra et al. (1996) & Fox et al. (2003), visando-se obter as seguintes frações: nitrogênio não proteico (A), proteína verdadeira de degradação enzimática rápida e intermediária (B1+B2), proteína verdadeira que apresenta degradação enzimática lenta (B3) e proteína indigerível (C), compreendida pelo nitrogênio determinado no resíduo da fibra em detergente ácido (FDA) e multiplicado pelo fator de correção 6,25.

A metodologia para determinar os carboidratos totais (CT) foi a de Sniffen et al. (1992), conforme a fórmula: $CHT = 100 - (PB + EE + MM)$; os carboidratos não fibrosos (CNF) que correspondem às frações "A + B1", serão estimadas pela fórmula: $CNF = 100 - (PB + FDNcp + EE + MM)$, no qual FDNcp corresponde ao FDN corrigido o seu conteúdo para cinzas e proteína, a fração B2, foi resultante da diferença entre FDNcp e a fração de fibra indigestível (C), a fração C, que representa a fibra indigerível foi estimada por meio da multiplicação do valor percentual da fração de lignina pelo fator 2,4.

3.2.7 Estatística

Os dados foram submetidos à análise variância e de regressão, por meio do programa estatístico SAEG Sistema para Análises Estatísticas (2007).

IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo a interação entre calagem e adubação não foi significativa ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. Para calagem houve efeito ($P<0,05$) somente para características bromatológicas.

Para as características morfológicas a taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono, taxa de alongamento foliar (TAIF) e número de folhas vivas (NFV) apresentaram diferenças ($P<0,05$) para adubação (Tabela 3).

Embora muitos estudos como o de Costa et al. (2023), Souza et al. (2020) & Yakuwa et al. (2020) tornaram evidente a importância da calagem e adubação para elevar a produtividade das pastagens, os resultados obtidos no estudo sugerem que a simples aplicação de calcário pode não ser suficiente para promover o desenvolvimento ideal das plantas em todas as situações. Com isso, no presente trabalho a ausência de efeitos significativos da calagem em algumas das características avaliadas pode ter ocorrido devido a dosagem de calcário não ter sido suficiente para neutralizar completamente a acidez do solo, uma vez que este é caracterizado principalmente pela textura arenosa.

A TApF apresentou comportamento quadrático ($P<0,05$) ao alcançar o ponto de máxima no percentual de 173,6% da adubação, o que correspondeu a 0,18 folhas/dia (Figura 5).

A TApF é uma variável que auxilia diretamente no desenvolvimento das forrageiras, pois quanto mais rápida a formação de novas folhas melhor será a capacidade para realizar fotossíntese, o que auxilia na capacidade de renovação do pasto, com o surgimento de novas folhas e formação de biomassa, o que por sua vez contribui na disponibilidade de alimento para os animais. A TApF está diretamente relacionada ao filocrono, apresentando valores inversos, sendo que a TApF mais alta promoverá o surgimento de novas folhas em menores intervalos de tempo.

Tabela 3. Características morfológicas 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
TAlF (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	0,3253	0,4229	0,4229
NFV (folhas/perfilho)	4,0	4,0	3,6	4,0	4,1	4,2	4,2	0,1239	0,8998	0,00015	0,7751

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

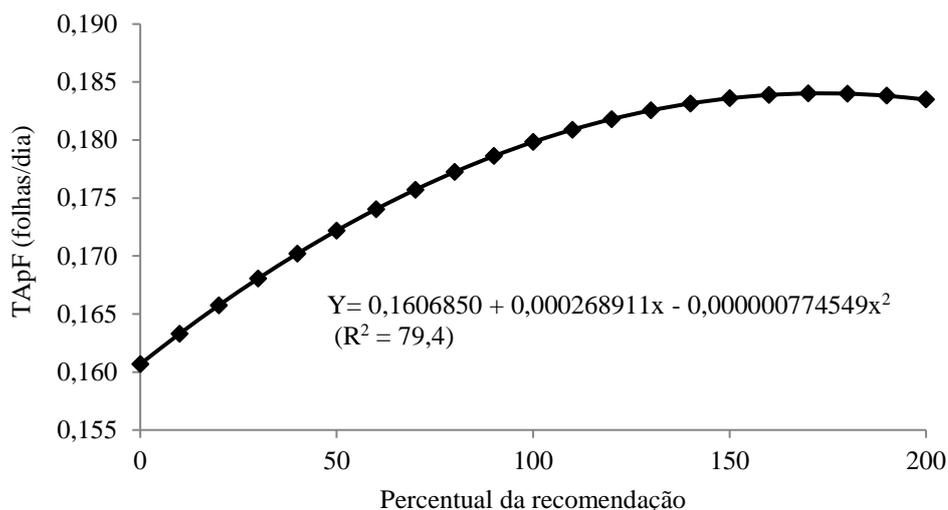


Figura 5. TApF (folha/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Martuscello et al. (2005) em experimento com *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés adubado com doses de 0, 40, 80 e 120 mg/dm³ de N, submetido em regimes de desfolhação de três, quatro e cinco folhas completamente expandidas, verificaram que a TApF respondeu linear e positivamente às doses de N, sendo obtidos valores de 0,096 (sem adubação nitrogenada) e 0,121 folhas/dia (120 mg/dm³ de N), aumentando-se de 25% nessa variável quando comparada à ausência de nitrogênio.

Silva et al. (2015) ao avaliarem características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de 0, 250, 500, 750, e 1.000 kg/ha/ano de N, verificaram um efeito positivo da utilização de N sobre a TApF, o que por sua vez resultou em um aumento nas atividades da divisão e alongamento das células na zona meristemática do perfilho.

Bezerra et al. (2020) desenvolveram um estudo à campo avaliando as características produtivas da *Brachiaria brizantha*, cultivares Piatã e Marandu e suas interações em solos Cambissolo e Argissolo. A partir daí, encontraram TApF de 0,158 para a cultivar Marandu e 0,160 para Piatã. De acordo com esses autores, as variações da TApF, TAIF e TAIC são cada vez mais expressivos principalmente em períodos chuvosos, pois proporcionam alta umidade do solo para a melhor absorção dos nutrientes e reações químicas e metabólicas através da água. Com isso, essas variáveis também estão correlacionadas a eficiência no uso da água, pois esta variável demonstrou o melhor desenvolvimento da planta quando associada a adubação com NPK.

O filocrono apresentou comportamento quadrático com ponto de mínimo para o percentual de adubação de 153,8% da adubação que correspondeu a 5,6 dias para cada folha formada (Figura 6).

O filocrono afeta diretamente a taxa de crescimento das folhas, onde valores reduzidos contribuem para o desenvolvimento em menor tempo, o que promove aumento na produção de biomassa, gerando maior produção de forragem e surgimento de maior número de folhas em menor período de tempo, o que auxilia na recuperação da pastagem para garantir um pasto de melhor qualidade.

Martuscello et al. (2015) avaliaram as 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 utilizando a dose máxima.

A TAlF apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,0059 cm/dia para cada unidade percentual, o que correspondeu a 6,1 mm/dia (Figura 7).

A TAlF é uma variável de extrema importância, pois representa a taxa de alongamento das folhas e sua expansão. Por isso, quanto mais elevada essa variável mais rápida as folhas crescem. Com isso, ocorre o surgimento de novos perfilhos em menor tempo, o que proporciona alta produção de forragem. Além disso, para uma elevada taxa de crescimento das folhas são necessários nutrientes disponíveis no solo para favorecer o desenvolvimento da planta, por isso é importante realizar adubação com NPK para proporcionar maior disponibilidade dos mesmos.

Ao atingirem a expansão das folhas em menor tempo, a planta concentrará sua produção em novas folhas, o que refletirá em maior TApF, como encontrado neste estudo, bem como a elevação nos níveis de adubação também contribuiu com a maior TAlF e TApF. Sendo assim, à medida em que algumas folhas crescem ocorre a expansão de outras, estando essas variáveis altamente correlacionadas.

De acordo com Lopes et al., (2013) a TAlF é uma variável de grande relevância na análise do fluxo de biomassa das plantas, pois o seu aumento promove maior proporção de folhas, resultando em maior área foliar fotossinteticamente ativa. Estas afirmações estão de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pois o aumento da produção de massa verde ocorreu com a medida em que se elevaram os níveis de adubação ($P < 0,05$).

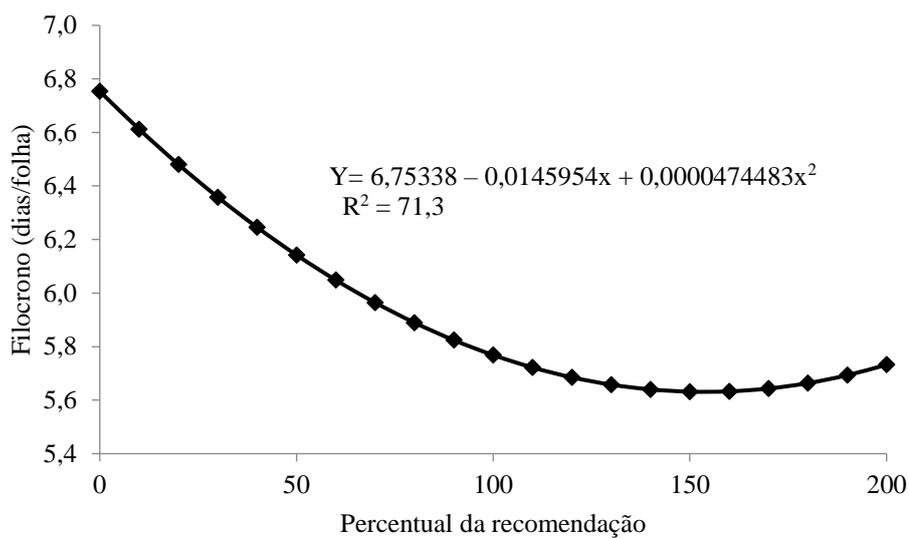


Figura 6. Filocrono (dias/folha) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

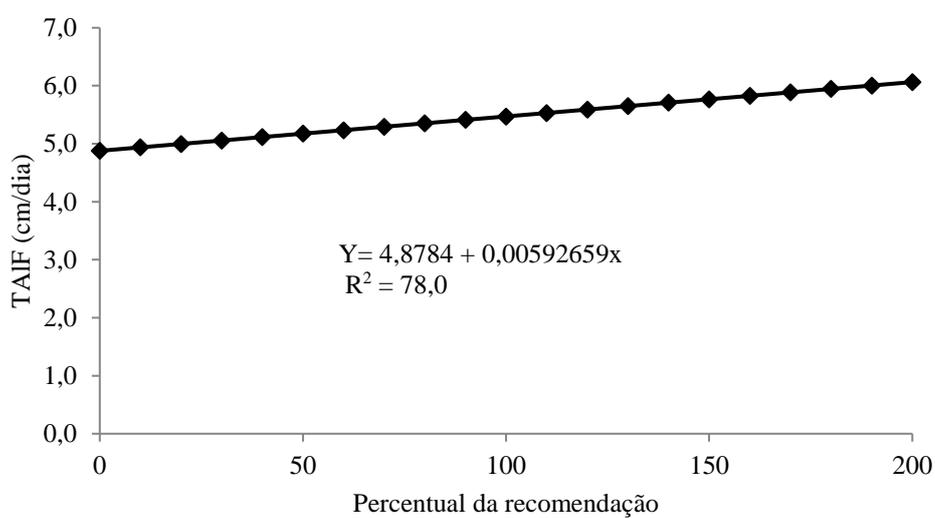


Figura 7. TAlF (cm/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A presença de nitrogênio contribui com a elevação da TAlF, promovendo o aumento no número e tamanho das células produzidas durante a divisão celular. Além disso, o efeito positivo do nitrogênio sobre essa variável ocorre de forma mais acentuada em gramíneas cespitosas em comparação àquelas estoloníferas devido a maior competição destas por assimilados entre as folhas e estolões (Pereira et al., 2011).

Martuscello et al. (2015) ao avaliarem 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 perceberam que a TAlF foi influenciada pela adubação nitrogenada, obtendo-se dados ajustados a modelos lineares positivos, assim como neste trabalho, pois a eficiência da adubação com NPK promoveu aumento linear da TAlF. Além disso, a elevada TAlF em conjunto com a maior TApF permitem a redução no filocrono à medida que se elevam os níveis de adubação.

O filocrono afeta diretamente a taxa de crescimento das folhas, sendo que valores reduzidos contribuem para o desenvolvimento em menor tempo, o que promove aumento na produção de biomassa, gerando maior produção de forragem e surgimento de maior número de folhas em menor período de tempo, auxiliando na recuperação da pastagem e sua melhor qualidade.

A TAIC não foi significativa para nenhuma das variáveis estudadas ($P > 0,05$). Este fato pode ter ocorrido devido a elevação nos níveis de NPK ter influenciado o filocrono, contribuindo-se para cessar o alongamento do colmo durante o desenvolvimento para que os nutrientes fossem utilizados na planta para o surgimento de novas folhas em menor período de tempo. Segundo Duru & Ducrocq (2000) o aumento na TAIC também está diretamente correlacionado à maior CFF, sendo que neste trabalho ambas as variáveis não foram significativas.

Bezerra et al. (2020) ao avaliaram o efeito dos solos Cambissolo e Argissolo, com as *Brachiarias* Piatã e Marandu e suas interações sobre as características produtivas, morfogênicas e estruturais, verificaram que não houve interação ($P > 0,05$) entre os fatores e o tipo de solo e a cultivar não afetaram ($P > 0,05$) a TAIC das gramíneas estudadas.

A DVF não foi significativa neste estudo ($P > 0,05$). Esse fato pode ter ocorrido devido às condições de temperatura, sendo registrada máxima de 48° C (Figura 1) e umidade máxima de 81% (Figura 2), com reposição diária de água, o que proporcionou um ambiente favorável para o desenvolvimento da planta em casa de vegetação, com isso favoreceu a maior duração de vida da folha.

Em estudo desenvolvido por Santos et al. (2009) ao avaliarem as características morfogênicas da *B. brizantha* cv. Marandu e *B. decumbens* cv. Basilisk em função de diferentes adubações (sem adubo, P, N, NP e NK) em casa de vegetação, verificaram que não foi significativo a DVF devido o período experimental ter correspondido a 28 dias de avaliação, sendo insuficiente para a planta iniciar a senescência foliar, um dos parâmetros que em conjunto com o aparecimento do ápice foliar tornaria possível ser calculada a duração de vida da folha, porém não foram contabilizados nos cálculos utilizados para essa variável.

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 8).

O NFV está relacionado com longevidade das folhas expressa pelo intervalo de aparecimento das mesmas, sendo verificada relação direta com a TApF, onde à medida em que se elevaram os níveis de adubação houve aumento de ambas as variáveis, o que foi favorecido pela disponibilidade adequada de nutrientes através da adubação, eficiência no uso da água e as condições favoráveis de temperatura e luminosidade proporcionadas na 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 é determinado pela genética, no entanto, podem sofrer interferência de fatores ambientais e manejo utilizados.

Silva et al. (2016) realizaram um estudo em ambiente controlado, com o objetivo de avaliar o desempenho de diferentes cultivares de *Brachiaria* (*decumbens* cv. Basilisk, *brizantha* cv. Marandu e Xaraés) e *Panicum* (cv. Mombaça e cv. Tanzânia), incluindo características estruturais, produção de massa seca e composição bromatológica. Os resultados indicaram que a cultivar Basilisk apresentou o melhor número de folhas vivas por perfilho (3,49 n° de folhas vivas/perfilho) dentre as *Brachiarias*.

Bezerra et al. (2020) avaliaram o efeito dos solos Cambissolo e Argissolo e as cultivares de *Brachiaria* Piatã e Marandu, com suas interações sobre as características produtivas, morfogênicas e estruturais e verificaram que não houve interação ($P > 0,05$) entre os fatores, tipo de solo e a cultivar, pois não afetaram ($P > 0,05$) as características morfogênicas e estruturais das gramíneas. No entanto, para o Marandu foi encontrado 4,31 n° de folhas vivas/perfilho.

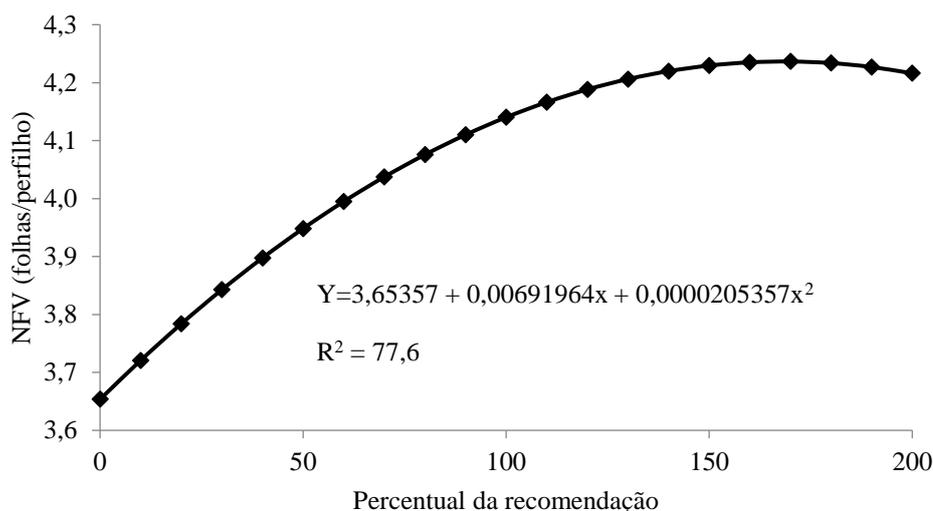


Figura 8. NFV (número de folhas vivas) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

Para as características estruturais a adubação apresentou diferença ($P < 0,05$) apenas sobre a largura final da folha (LFF) e SPAD (Tabela 4).

O CFF não foi significativo para nenhum dos fatores avaliados ($P > 0,05$). Esse fato pode ter ocorrido devido a planta ter direcionado os seus recursos para o surgimento de novos perfilhos, e com isso promoveu a expansão da folha.

Costa et al. (2021) desenvolveram um estudo para avaliar os efeitos da adubação nitrogenada sobre as características morfológicas, estruturais e de produção de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico, em condições de campo, utilizando doses de 0, 75, 125, 175 e 225mg/dm³ de N, verificaram que houve resposta linear com aumento de 0,032cm à cada miligrama de N adicionado para o CFF. Segundo os mesmos autores, o nitrogênio estimulou o aumento na divisão das células em zonas meristemáticas, estimulando assim o crescimento da planta.

A LFF apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,00226042 cm para cada unidade percentual, o que correspondeu 2,5 mm (Figura 9).

A LFF foi estimulada pelas condições favoráveis de temperatura e umidade no solo proporcionadas no ambiente controlado, o que estimulou o desenvolvimento de novas células e promoveu aumento na largura das folhas. No entanto, em situação de campo, onde geralmente ocorre maior luminosidade a maior LFF pode ser prejudicial por proporcionar aumento na área de transpiração da folha, fazendo com que a planta perca mais água para o ambiente, fator negativo que pode resultar em estresse hídrico.

Tabela 4. Comprimento final da folha (CFF), largura final da folha (LFF), Comprimento total da planta (CTP), 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		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
CFF (cm)	45,9	44,5	45,5	44,4	43,7	45,9	46,6	2,13	0,3116	0,6469	0,3274
LFF (cm)	2,36	2,28	1,99	2,34	2,34	2,37	2,54	0,1212	0,3038	0,0019	0,3382
CTP (cm)	60,5	58,9	57,6	60,2	57,5	59,9	63,4	3,06	0,4091	0,3182	0,7209
SPAD	41,0	40,5	39,9	40,0	40,5	41,3	42,1	0,59	0,17517	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.

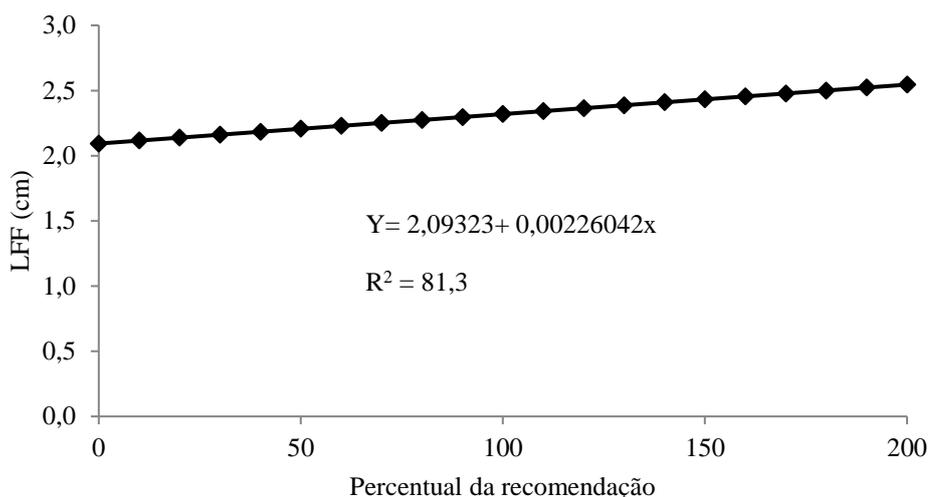


Figura 9. LFF (largura final da folha) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

A LFF foi estimulada pelas condições favoráveis de temperatura e umidade no solo proporcionadas no ambiente controlado, o que estimulou o desenvolvimento de novas células e promoveu aumento na largura das folhas. No entanto, em situação de campo, onde geralmente ocorre maior luminosidade a maior LFF pode ser prejudicial por proporcionar aumento na área de transpiração da folha, fazendo com que a planta perca mais água para o ambiente, fator negativo que pode resultar em estresse hídrico.

Segundo Martins et al. (2022) o nitrogênio desempenha um papel crucial no crescimento e desenvolvimento das plantas. Ao aumentar a oferta de nitrogênio ocorre um incremento na atividade fotossintética, o que, por sua vez, estimula a mobilização de reservas de carbono e nitrogênio para a produção de novas folhas e perfilhos. Conseqüentemente, o ritmo de expansão da área foliar e o número de perfilhos são elevados.

O CTP não foi significativo ($P > 0,05$) para nenhum dos fatores avaliados. Esse fato pode ter ocorrido devido ao aumento no perfilhamento em resposta ao uso de NPK, resultando-se em rápido desenvolvimento, porém com aumento na densidade das plantas por unidade de área do vaso.

Em estudo desenvolvido por Costa et al. (2021) sobre os efeitos da adubação nitrogenada nas características morfogênicas, estruturais e de produção da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico, em condições de campo, utilizando doses de 0, 75, 125, 175 e 225mg/dm³ de N, verificaram que as doses não proporcionaram

efeito para altura do dossel. Além disso, o uso da adubação também influenciou na TAIC, o que levou a maior altura nas plantas. Porém, neste trabalho não houve relação entre essas duas variáveis, o que pode ter influenciado também no CTP.

O Índice SPAD apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,0115227 para cada unidade percentual, o que correspondeu a 41,9 unidades SPAD (Figura 10).

Para avaliar a intensidade do verde das folhas é utilizado o Índice SPAD, pois possui correlação entre a intensidade do verde e o teor de clorofila da folha (Martuscello et al., 2009).

Benett et al. (2008) avaliaram o efeito de doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha/ano utilizando três fontes de nitrogênio (sulfonitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia) na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em condições à campo e verificaram que o índice SPAD apresentou interação para doses versus fontes de nitrogênio, onde o segundo corte apresentou leituras SPAD superiores (39,27) em relação ao primeiro (36,68) e ao terceiro corte (35,18).

Zanine et al. (2020) ao avaliarem a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã no pré e pós-pastejo submetido à adubação nitrogenada ao longo das estações do ano utilizando doses de 0, 150, 300 e 450 kg/ha de N, obtiveram 41,22 no valor do Índice SPAD para a dose máxima aplicada, com efeito linear crescente ($P < 0,05$) no pré-pastejo e no valor do índice SPAD de 41,46 na Primavera. Segundo esses autores, a adubação nitrogenada é importante, pois promove aumento na produtividade devido a maior eficiência fotossintética, proporcionando melhor desenvolvimento das folhas e alongamento do caule de forma satisfatória.

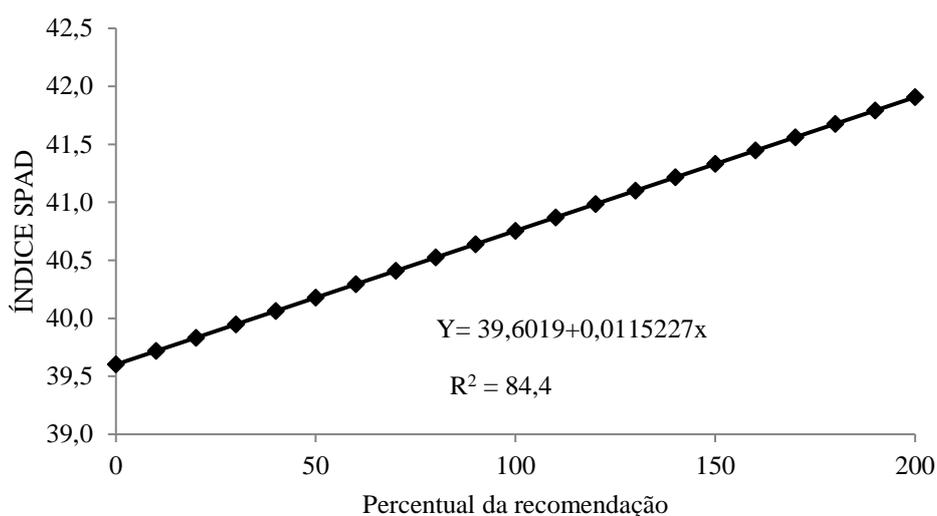


Figura 10. Índice SPAD sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Para massa verde/vaso (gMV), produção de folha (g folha/dia), produção de colmo (g colmo/dia) e produção total (g folha/dia) foram encontradas diferenças ($P < 0,05$) apenas para adubação (Tabela 5).

A produção de massa verde (g MV) apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 1,14833 g para cada unidade percentual, o que correspondeu a 323,8 g (Figura 11).

A maior produção de massa verde é de fundamental importância para proporcionar aumento na disponibilidade do pasto, uma vez que esta interfere diretamente no menor custo com alimentação e ampla oferta de forragem. Além disso, verificou-se neste trabalho que a adubação contribuiu diretamente no desenvolvimento da *Braquiária brizantha* elevando a produtividade devido ao aumento na parte aérea.

Em estudo desenvolvido por Teixeira et al. (2018) para avaliar a capacidade produtiva da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com doses de 0, 100, 200 e 300 kg/ha de nitrogênio em condições de campo, mostrou uma progressão linear crescente da massa verde com a elevação das doses de fósforo em conjunto com adubação nitrogenada. Dessa forma, observou-se um aumento da resposta à aplicação de nitrogênio quando utilizadas doses mais elevadas de fósforo. Além disso, a utilização de fósforo na fase inicial auxilia no desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento, contribuindo para aumento na produção de folhas em comparação a plantas em que não é realizada adubação.

Tabela 5. Produção de massa verde (g MV/vaso), produção de folha (g folha/vaso/dia), produção de colmo (g colmo/vaso/dia), produção total (g /vaso/dia) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem, sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹					EPM	Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
Produção de massa verde (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
Produção de folha (g folha/vaso/dia)	0,5	0,5	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,0184	0,8779	<0,0001	0,1105
Produção de colmo (g folha/vaso/dia)	0,19	0,21	0,52	0,14	0,21	0,26	0,34	0,0163	0,3237	<0,0001	0,1595
Produção total (g /vaso/dia)	0,74	0,75	0,30	0,58	0,78	0,94	1,13	0,28	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.

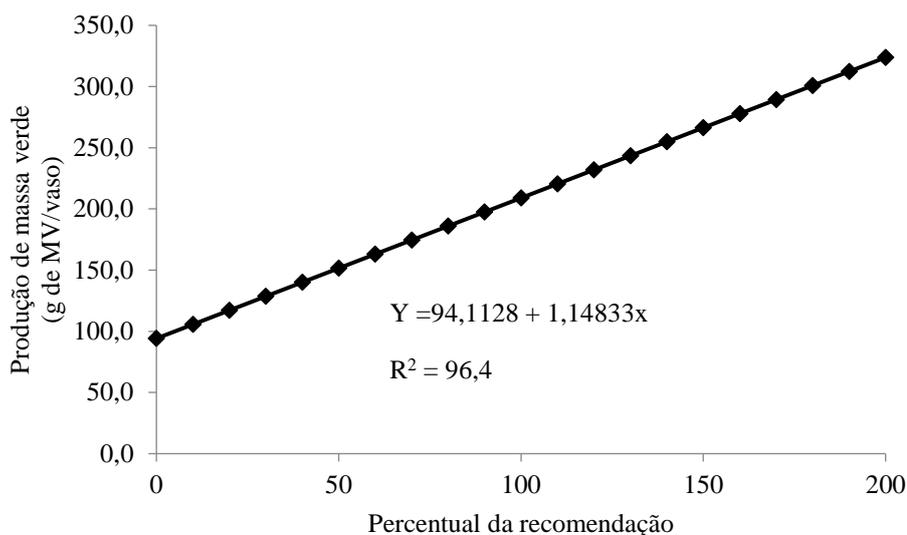


Figura 11. Produção de massa verde (gMV/vaso) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A produção de folha (g MS/dia) apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 341,6% da adubação que correspondeu 0,89 g /dia (Figura 12). No entanto, essa dosagem encontrada excedeu a recomendação máxima deste estudo.

A produção de folhas é essencial para o desenvolvimento das plantas, uma vez que as folhas compõem a parte mais nutritiva da pastagem. Por isso, quanto maior a sua produção melhor será a capacidade fotossintética, perfilhamento, cobertura do solo, renovação e recuperação da pastagem. Além disso, como observado nos resultados deste trabalho, a adubação combinada de NPK assegurou a disponibilidade adequada dos nutrientes no solo, o que proporcionou maior produtividade e número de folhas, auxiliando no desenvolvimento acelerado da planta.

De acordo com Teixeira et al. (2011) as forrageiras mais indicadas são aquelas que possuem menor acúmulo de colmos e maior produção de folhas a fim de reduzir o valor nutricional à medida em que ocorre o envelhecimento da planta, característica presente na maioria do gênero *Brachiaria*. Além disso, a aplicação de adubação nitrogenada auxilia rapidamente no desenvolvimento da pastagem, proporcionando maior produtividade.

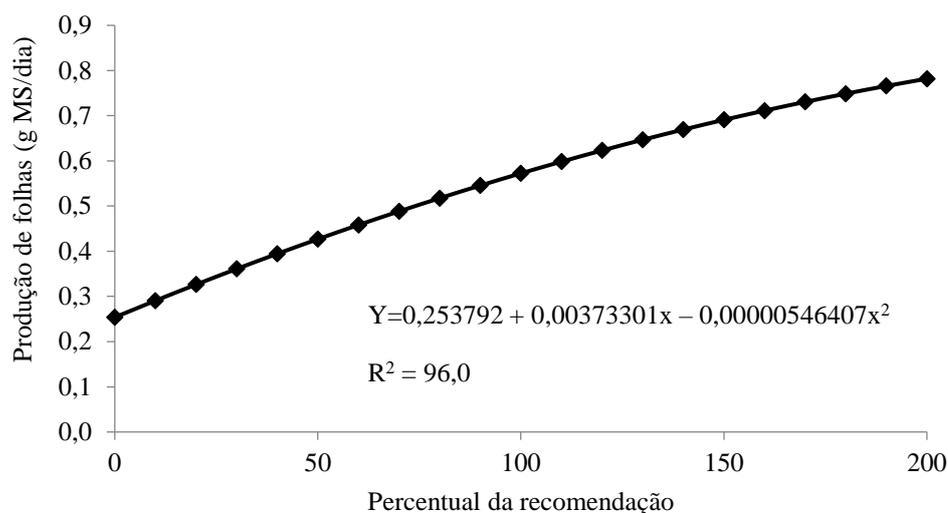


Figura 12. Produção de folhas (gMS/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A adubação nitrogenada estimula a produtividade das pastagens, o que pode variar quanto ao nível utilizado e a espécie estudada. Além disso, a aplicação desse nutriente proporciona aumento na capacidade de suporte, acelerando a formação e o crescimento de novas folhas, e com isso aumenta o vigor da rebrota (Silva et al., 2012).

A produção de colmo (g MS/dia) apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,00136616g/dia para cada unidade percentual, o que correspondeu a 0,34 g /dia (Figura 13).

Com base nos resultados encontrados, notou-se que a elevada produção de colmo aumentou também a produção de folhas e massa verde, sendo diretamente influenciada pela adubação, pois a planta se desenvolveu por completo, tendo maior proporção de seus nutrientes circulando de forma a desenvolver por completo toda a planta e proporcionando uma estrutura de colmo robusta para promover melhor sustentação.

De acordo com Fagundes et al. (2006) o colmo é um dos elementos estruturais que desempenha papéis essenciais no suporte das gramíneas, possibilitando que as mesmas tenham melhor acesso a luz solar, o que contribui na eficiência da fotossíntese. Essa estrutura também atua como meio de transporte de nutrientes e água da raiz para as folhas.

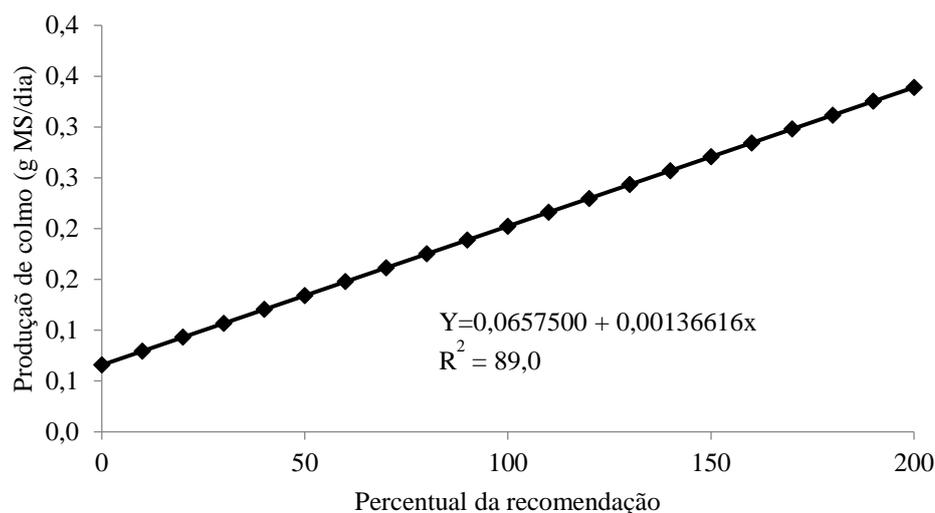


Figura 13. Produção de colmo (g MS/dia) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

A produção total (g MS/dia) apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 393,5% da adubação que correspondeu 1,4 g/dia (Figura 14). No entanto, essa dosagem encontrada para o ponto de máxima excedeu o limite recomendado neste estudo.

O fornecimento adequado de nutrientes através da adubação proporcionou melhor desenvolvimento, onde a aplicação associada de nitrogênio, fósforo e potássio contribuíram na formação das folhas e atuaram no desenvolvimento do colmo, ocorrendo, como esperado a influência desta prática. Dentre os nutrientes aplicados, o nitrogênio por sua vez atua na fotossíntese, promovendo a produção elevada de folhas diariamente e estimulando o desenvolvimento de toda a estrutura da planta.

De acordo com Camargo et al. (2022) fatores como temperatura, precipitação e os nutrientes interferem diretamente sobre o índice de área foliar da copa e o potencial de acúmulo de forragem. Sendo assim, a adubação com o nitrogênio aumenta a capacidade de produção, valor nutricional, capacidade de suporte, sendo essencial para o funcionamento das células vegetais e desenvolvimento da planta.

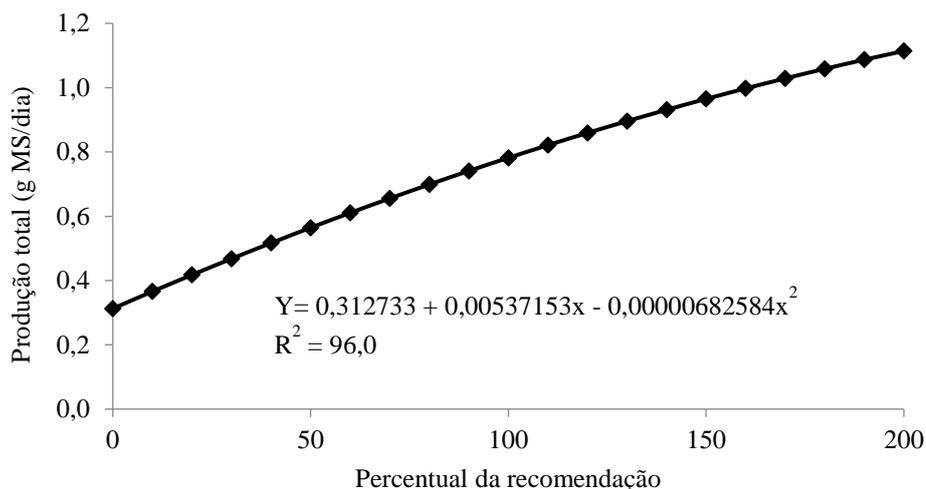


Figura 14. Produção total (g MS/dia) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com ou sem calagem.

Para o número de perfilhos/ vaso, número de perfilhos/planta, massa seca de folha (g/ vaso/ corte), massa seca de colmo (g/ vaso/ corte), massa seca de raiz (g), volume de raiz (mL), massa seca total (g/ vaso/ corte) foram observadas diferenças ($P < 0,05$) para adubação (Tabela 6).

O número de perfilhos/vaso apresentou 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 15). Porém essa dosagem ultrapassa a recomendação máxima testada neste trabalho.

A capacidade para originar maior número de perfilhos contribui com o melhor desenvolvimento do pasto pois combate ervas daninhas, pragas e erosão do solo, demonstrando o vigor da pastagem, o que promove renovação rápida da gramínea, maior produtividade e persistência.

O número de perfilhos tende a ser influenciado pela TApF através da produção de novas folhas de forma contínua, estando esta variável correlacionada com o surgimento de novos perfilhos. Dessa forma, quanto maior a TApF maior o surgimento de novos perfilhos, pois isto demonstra que os nutrientes foram compensados de forma eficiente pela adubação, o que influenciou de forma satisfatória no desenvolvimento da planta.

Tabela 6. Número de perfilhos (por vaso), Número de perfilhos (por planta), massa seca de folha (g /vaso/corte), massa seca de colmo (g /vaso/corte), massa seca de raiz (g /vaso/corte), volume de raiz (mL), massa seca total (g /vaso/corte) da *Brachiaria brizantha* com e sem calagem, sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹					EPM	Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		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 seca de folha (g /vaso/corte)	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/corte)	5,3	5,6	1,42	4,0	5,7	7,0	9,1	0,44	0,3237	<0,0001	0,1595
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
Massa seca total (g /vaso/corte)	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.

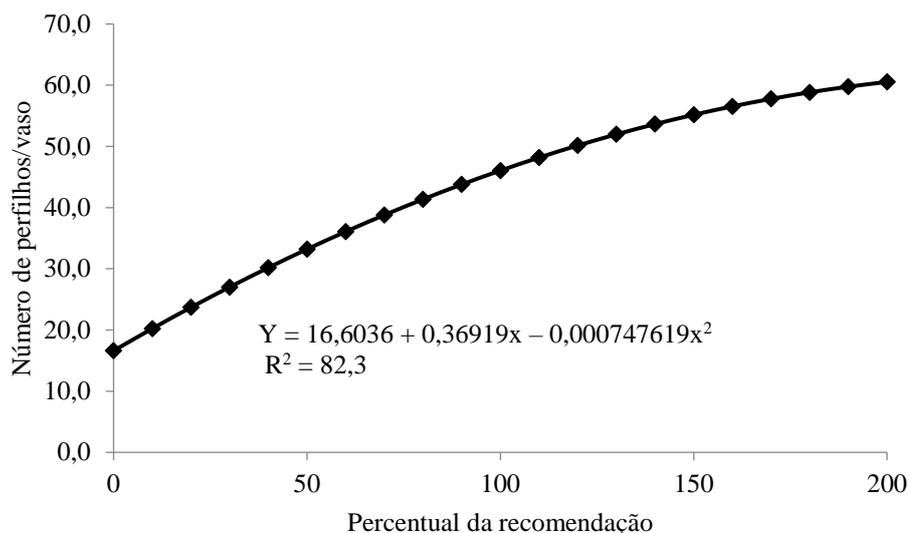


Figura 15. Número de perfilhos/vaso sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Os resultados deste trabalho corroboram com os encontrados por Rosa et al. (2022) ao avaliarem 60 dias após a emergência do *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás cultivado em casa de vegetação, pois não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) para o número de perfilhos por vaso.

Por sua vez, falta de adubação reduz a produção de perfilhos devido ao aumento no número de gemas dormentes. No entanto, a adoção desta prática proporciona aumento no perfilhamento, promovendo o suporte necessário dos nutrientes que favorecem o desenvolvimento da planta.

Nunes et al. (2023) & Vieira et al. (2023) afirmaram que aplicações crescentes de fósforo contribuem ativamente para a maior produção de perfilhos, impulsionando a capacidade fotossintética e atuam sobre o crescimento, pois favorecem a rebrota.

Nunes et al. (2023) afirmaram que o desenvolvimento de novos perfilhos contribuem para a maior produção de massa verde. Além disso, a disponibilidade de P possibilita maior capacidade de regeneração dos perfilhos após cada ciclo de corte.

O número de perfilhos/planta apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 246,7% que correspondeu a 15,5 perfilhos por planta (Figura 16). Porém essa dosagem ultrapassa a recomendação máxima testada neste trabalho.

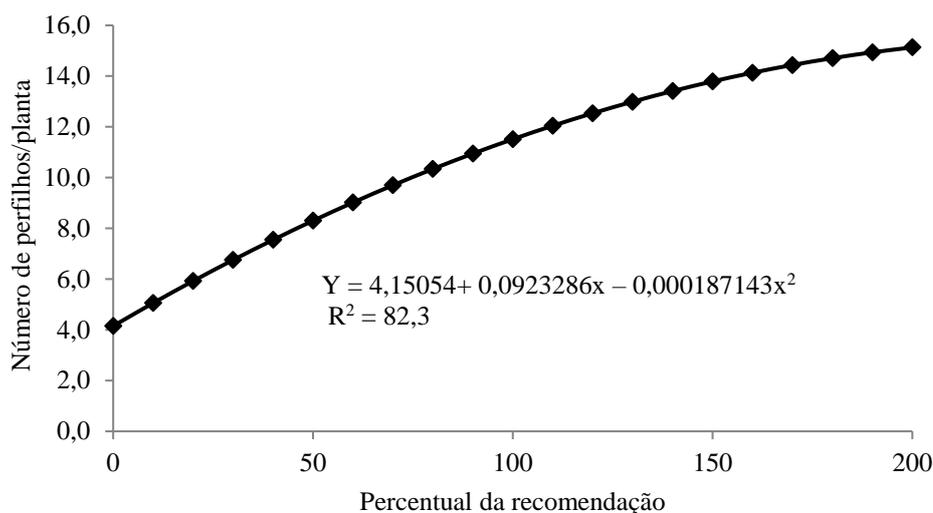


Figura 16. Número de perfilhos/planta sob percentuais da recomendação de NPK da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

O aumento no número de perfilhos/ planta promoveu maior produção de forragem e auxiliou na recuperação da forrageira, demonstrando o alto potencial de produção da planta.

Silva et al. (2016) ao avaliarem as características estruturais, produção de massa seca e a composição bromatológica de cultivares de *Brachiaria* (*Decumbens* cv. Basilisk, *Brizantha* cv. Marandu e Xaraés) e *Panicum* (cv. Mombaça e cv. Tanzânia), em casa de vegetação, verificaram que dentre as cultivares a Basilisk e Mombaça apresentaram maior número de perfilhos por planta (10,16 e 9,33) e Marandu alcançou 4,58. Segundo os autores, a produção de perfilhos variaram de acordo com as cultivares, sendo que o Marandu demonstrou a alta capacidade de perfilhamento, na qual a adubação foi essencial.

A massa seca de folha (g /vaso/corte) apresentou comportamento quadrático com para o percentual de adubação de 341,6% que correspondeu a 24,1 g/vaso para atingir o ponto de máxima (Figura 17). Porém essa dosagem ultrapassou a recomendação máxima neste trabalho.

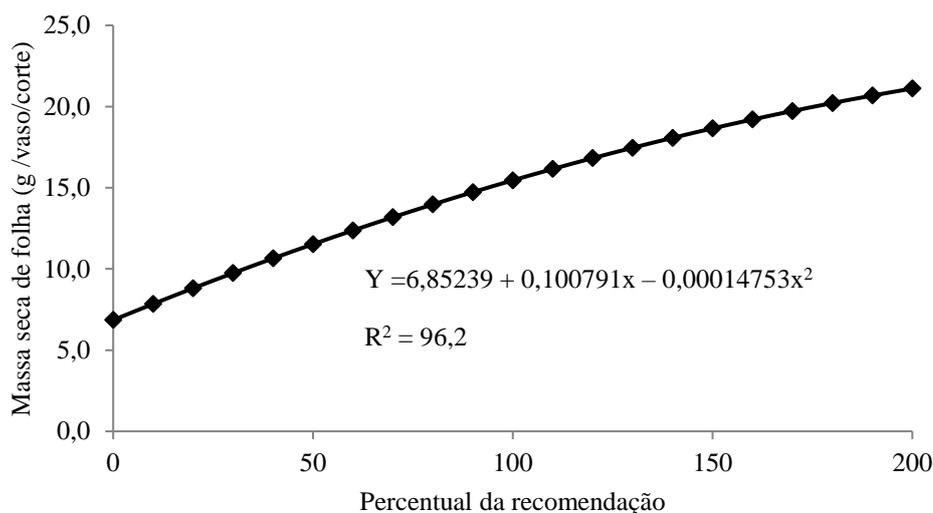


Figura 17. Massa seca de folha (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com ou sem calagem.

A maior produção de folhas em relação ao colmo se torna desejável devido estas possuírem a capacidade para realizar fotossíntese, o que proporciona maior biomassa, nutrientes, digestibilidade e disponibilidade de alimento para os animais. Por sua vez, a massa seca está relacionada ao aumento na produção da parte aérea, principalmente das folhas, sendo a adubação utilizada para elevar a produtividade da pastagem. Além disso, o aumento no número de perfilhos e a TAlF proporcionam maior produção de massa seca, elevando-se o potencial de fotossíntese, sendo esta última responsável pela expansão das folhas em menor tempo, crescendo a produção de massa seca da planta.

De acordo com Costa et al. (2009) ao avaliarem a adubação nitrogenada sobre a *Brachiaria brizantha* cultivares Marandu, Xaraés e MG-4, com doses de nitrogênio de 0, 50, 100 e 150 mg/dm³ em casa de vegetação, verificaram que houve aumento linear na produção de massa seca para todas os cultivares com a elevação das doses de N, sendo encontrados valores médios de 35,43; 36,80 e 39,98 g/vaso nas maiores doses estudadas, o que proporcionou aumento de 26; 28 e 31% em relação a não utilização desse nutriente. Esses resultados demonstram que adubação nitrogenada é essencial para alcançar elevada produtividade. Portanto, o uso de N é uma prática que aumenta a densidade volumétrica da forragem e número de folhas no dossel, contribuindo com o crescimento e alongamento das mesmas, assim como o colmo e a maior produção de massa seca.

Rodrigues et al. (2008) em um estudo desenvolvido em casa de vegetação, investigaram o impacto de níveis de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 mg/dm³) e potássio (0, 50 e 100 mg/dm³) na produção de massa seca de folhas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e perceberam que ao variar as doses de nitrogênio houve resposta quadrática para a massa seca das folhas, com pontos de máxima nas doses de 177, 176 e 168 mg/dm³ para todos os cortes. Similarmente, a adubação potássica apresentou um comportamento quadrático, com a maior produção de massa seca sendo obtida com a aplicação de 61 mg/dm³, demonstrando que o nitrogênio e o potássio são nutrientes essenciais para o crescimento da *Brachiaria brizantha*, afetando não somente a produção de massa seca, bem como o número de perfilhos.

A massa seca de colmo (g /vaso/corte) apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,0368863 g/vaso para cada unidade percentual, o que correspondeu a 9,2 g/vaso (Figura 18).

Neste trabalho folha e colmo, foram avaliados bromatologicamente em conjunto representando a parte aérea. Embora a produção de folhas e colmo foram elevadas a medida em que se aumentaram os níveis de adubação, percebeu-se que houve maior produção de folhas em relação ao colmo, o que já era esperado, pois a adubação fornece os nutrientes necessários para o desenvolvimento rápido e satisfatório da planta. No entanto, o baixo acúmulo de massa seca de colmo na ausência principalmente de adubação nitrogenada possibilitou o menor alongamento do colmo, o que promoveu a redução no perfilhamento.

Martuscello et al. (2009) ao avaliarem a partição de massa seca em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Panicum maximum* cv. Massai, submetidas a doses de 0, 40, 80 e 120 mg/dm³ de N, cultivados em casa de vegetação, verificaram que a massa do colmo apresentou respostas lineares positivas ($P < 0,05$) às doses de N para ambas as forrageiras trabalhadas, o que já era esperado devido o nitrogênio contribuir com o acúmulo de massa seca na planta, auxiliando no crescimento principalmente à medida em que os níveis de adubação foram crescentes.

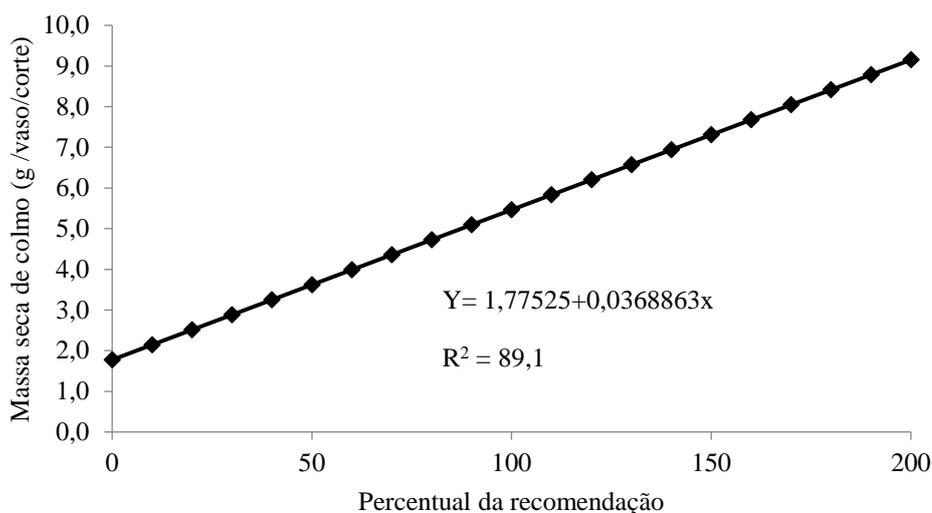


Figura 18. Massa seca de colmo (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Nascimento et al. (2019) avaliaram a *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás utilizando doses de 50, 100, 150, 200 e 250 kg/ha de N em situação de campo. Com isso, verificaram que a massa seca de colmo no primeiro corte apresentou efeito linear com o aumento das doses de N, sendo a maior resposta obtida com a dose de 200 kg/ha, equivalendo a (485,11 kg/ha). Sendo assim, o baixo acúmulo de massa seca de colmo ocorreu devido à ausência de adubação nitrogenada e baixo perfilhamento.

Wasselai et al. (2020) desenvolveram estudos sobre a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, utilizando doses de 0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg/ha de nitrogênio a campo e também encontraram efeito positivo das doses desse nutriente sobre a massa seca de colmo, obtendo-se maior produção com 1356 kg/ha na dose máxima fornecida.

Bezerra et al. (2020) afirmaram que à medida em que a forragem cresce o colmo se desenvolve para dar maior sustentação as folhas, com isso ocorre o aumento da participação desse componente na massa total de forragem.

A massa seca de raiz (g /vaso) apresentou comportamento linear crescente, com aumento de 0,230153 g/vaso para cada unidade percentual, o que correspondeu a 63,4 g/vaso (Figura 19).

A produção de massa seca da raiz apresentou um desenvolvimento favorável ao uso de adubação, uma vez que a presença de fósforo associado ao nitrogênio e ao potássio promoveu o maior desenvolvimento de raízes à medida em que os níveis de adubação aumentaram, promovendo um acelerado crescimento na planta.

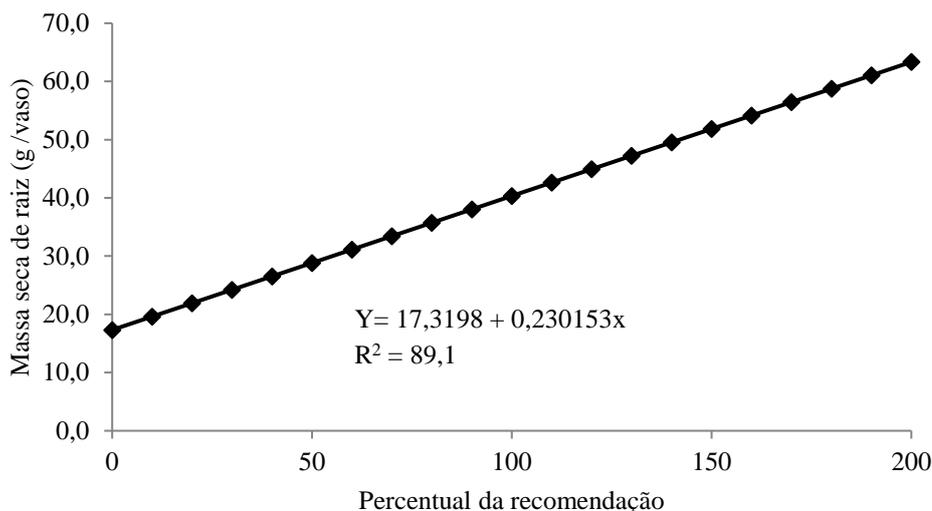


Figura 19. Massa seca de raiz (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Fernandes et al. (2019) ao desenvolverem estudos sobre a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Massai (*Panicum maximum* x *P. infestum*) utilizando solução nutritiva com doses de 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, em casa de vegetação, perceberam que a *Brachiaria* obteve maior eficiência ao extrair e acumular fósforo após 60 dias de emergência devido ao melhor desenvolvimento da planta nesse período, assim como a genética da planta e eficiência nutricional da espécie promoveram a maior capacidade de realização da fotossíntese e produção de energia, o que potencializou o máximo desenvolvimento da raiz, pois o fósforo favoreceu a absorção de água e nutrientes.

O volume de raiz foi significativo ($P < 0,05$) apenas para adubação, apresentando comportamento quadrático atingindo o ponto de máxima para o percentual de adubação de 222,2%, o que correspondeu a 294,2 cm³ (Figura 20). Porém essa dosagem ultrapassa a recomendação máxima neste trabalho.

O volume de raiz é extremamente importante, pois um sistema radicular desenvolvido e profundo proporciona melhor absorção de água e nutrientes como o fósforo, que estimulam o crescimento, já o potássio auxilia na formação das raízes secundárias e o nitrogênio, pois melhora a fixação de carbono, estimulando o desenvolvimento das raízes.

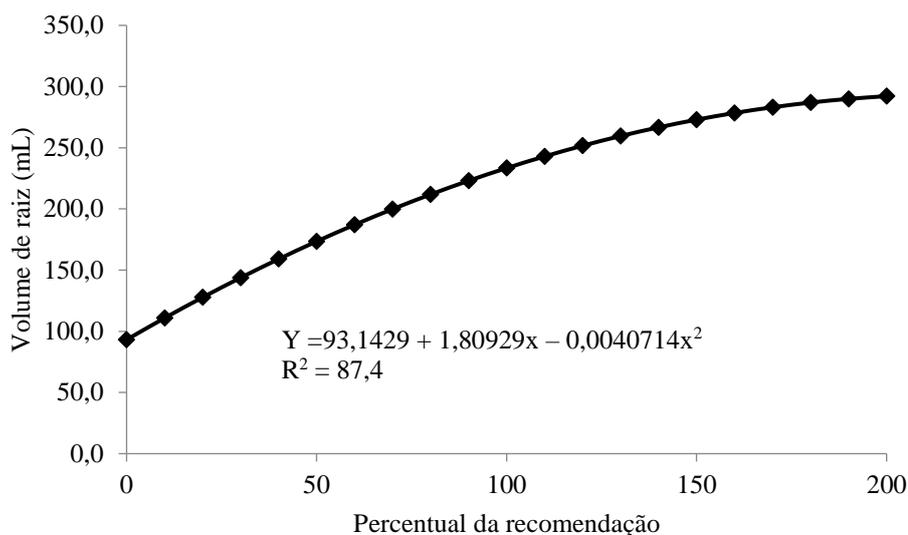


Figura 20. Volume de raiz (mL) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

O maior volume de raiz também proporcionou aumento na 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.

Fernandes et al. (2019) afirmam que em quantidades adequadas o fósforo contribui com o surgimento de maior quantidade de raízes rapidamente após a adubação. Isso ocorre devido a influência desse nutriente na fotossíntese e no desenvolvimento do sistema radicular.

De acordo com Silva et al. (2020) o aumento no volume de raiz possui relação com as modificações nas propriedades físicas do solo e sua elevação da matéria orgânica, o que contribuiu com a maior facilidade na penetração das raízes, maior retenção de umidade e absorção de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo.

A massa seca total (g/vaso/corte) apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima para o percentual de adubação de 393,5% da adubação que correspondeu 37 g/vaso (Figura 21). No entanto, essa dosagem encontrada para o ponto de máxima excede o limite recomendado neste estudo.

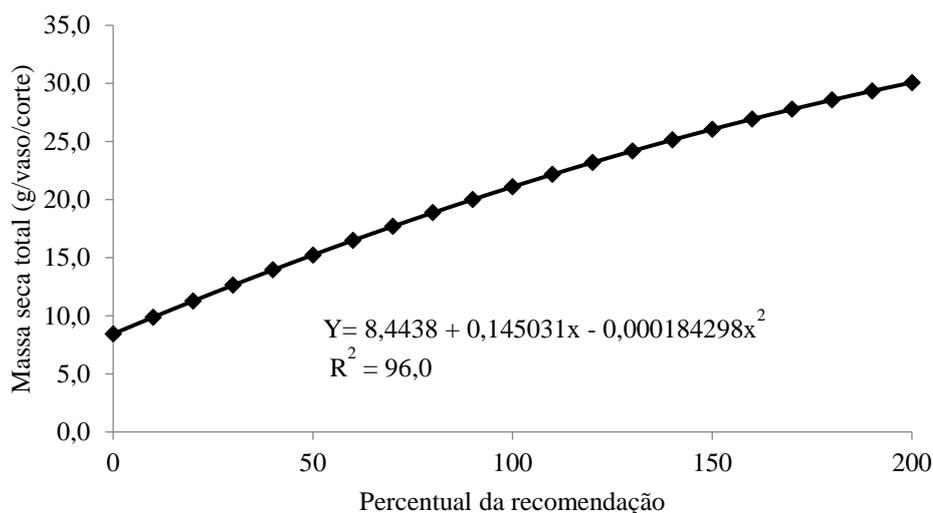


Figura 21. Massa seca total (g /vaso/corte) sob percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

O aumento da massa seca total está totalmente correlacionado com a massa seca da parte aérea, pois a elevação da adubação com NPK influenciou também o desenvolvimento de massa seca de folha e colmo, o que indicou a associação dos nutrientes, principalmente o nitrogênio, pois promoveu a aceleração na produção de massa seca da parte aérea e também da raiz, o que possibilitou rápido desenvolvimento e maior produtividade da planta em comparação à ausência de adubação.

Em estudos desenvolvidos por Alexandrino et al. (2003) sobre a produção da massa seca total da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em casa de vegetação, aplicaram-se doses de 0, 45, 90, 180 e 360 mg/dm³ de N em frequências de corte entre 14 e 28 dias. Com isso, verificaram que independente da frequência de corte adotada, a partir do primeiro corte houve reposta linear da produção de massa seca total em função das doses de nitrogênio para as plantas que receberam 45, 90, 180 e 360 mg/dm³ de N, com incremento de 41,96; 73,21; 166,79; e 274,64% quando comparado às plantas que não receberam suprimento desse nutriente.

A relação folha/colmo foi significativa ($P < 0,05$) para adubação (Tabela 7). Essa variável apresentou comportamento quadrático para o percentual de adubação de 175,4%, que correspondeu a 3,2 para alcançar o ponto de mínima (Figura 22).

Tabela 7. Efeito dos diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK sobre a relação folha/colmo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹					EPM	Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
Relação F/C	3,7	3,7	4,6	3,8	3,4	3,3	3,2	0,25	0,9567	<0,0001	0,3618

¹Coefficiente de variação em percentagem da recomendação da 5ª aproximação. Cal= Calagem; Adu = Adubação; IntxAdu = interação entre os fatores.

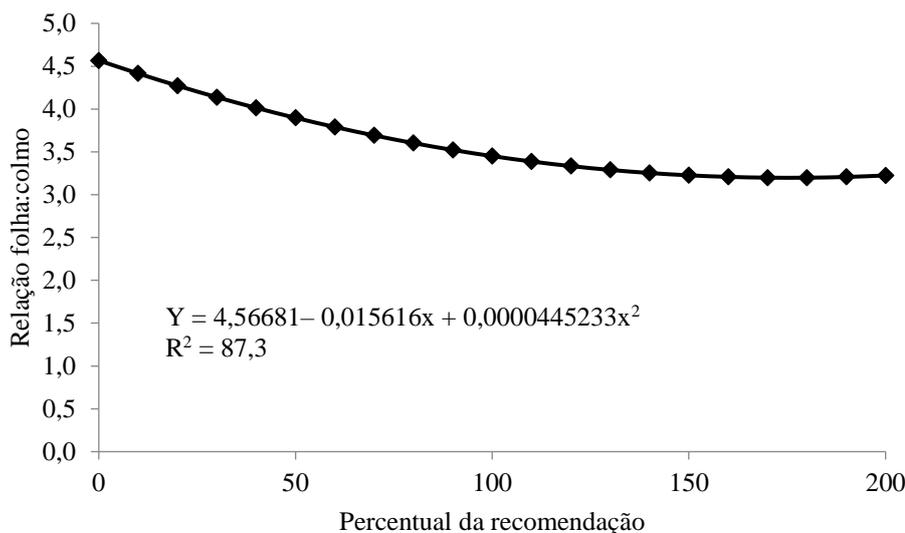


Figura 22. Relação folha: colmo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação com NPK.

A relação folha/colmo é um indicador de qualidade, pois quanto mais folhas a planta apresentar maior será a disponibilidade de forragem, com melhores teores de nutrientes, digestibilidade, palatabilidade, promovendo aumento no consumo, ganho de peso dos animais, produtividade devido a qualidade apresentada pela gramínea.

De acordo com Pinto et al. (1994), o limite crítico para a relação folha-colmo é igual a 1,0 para obter forragens em quantidade e qualidade. De acordo com essa informação, a relação folha/colmo encontrada neste trabalho está acima do limite crítico geralmente encontrado para as pastagens, o que demonstra boa qualidade nutricional da forragem avaliada.

Para Rodrigues Júnior et al. (2015) a relação folha/colmo é um dos principais parâmetros de qualidade da pastagem. Além disso, a folha é o componente de maior importância nutricional na dieta dos animais.

Rodrigues et al. (2008) ao avaliarem a relação folha/colmo da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com doses de 0, 75, 150 e 225 mg/dm³ de N e três doses de 0, 50 e 100 mg/dm³ de K em casa de vegetação, verificaram que a relação folha/colmo foi significativa apenas no 3º corte, com interação ($P = 0,0044$) apenas para as doses 50 e 100 mg/dm³ de K dentro das doses de N, apresentando-se respostas quadráticas, sendo observado que nas maiores doses de N a relação folha/ colmo diminuiu devido ao maior crescimento das plantas e ao processo de alongamento dos colmos.

Bezerra et al. (2020) ao avaliarem características produtivas da *Brachiaria brizantha* em trabalho desenvolvido à campo com cultivares Piatã e Marandu e suas interações em solos Cambissolo e Argissolo, encontraram relação folha/colmo de 8,45 para Marandu e 4,85 para Piatã. Além disso, essa variável não diferiu entre os solos estudados, cultivar ou corte, mas a alta participação de massa de folha, altura do corte (10 cm do solo) e a idade de corte permitiram uma relação folha/colmo (6,65) considerada significativamente positiva.

A eficiência do uso da água (água/g MS) foi significativa ($P < 0,05$) apenas para adubação (Tabela 8).

A eficiência no uso da água (água/g MS) apresentou comportamento quadrático com para o percentual de adubação de 181,3% que correspondeu a 72,9 g/L para atingir o ponto de mínima (Figura 23).

A eficiência no uso da água é extremamente importante para obter a maximização do potencial na produção de forragem, utilizando-se a água de forma eficiente e sustentável, de modo que também contribua com o crescimento da pastagem em locais áridos e com irregularidade de chuvas anuais. Da mesma forma, o uso eficiente da água promove redução nos custos de irrigação por se tratar de um recurso que tem se tornado escasso. Além disso, a utilização de adubação com NPK impulsiona o crescimento da parte aérea e desenvolvimento de raízes, auxiliando na absorção mais eficiente de água e nutrientes do solo.

De acordo com Silva et al. (2020) em experimentos controlados são obtidos valores de eficiência no uso da água acima das condições de campo devido a reposição precisa de água e redução nas perdas por evaporação, o que mantém o potencial hídrico do solo mais próximo da faixa desejada. Dessa forma, é importante conhecer a faixa de teor de água no solo que seja mais adequada a faixa de crescimento das plantas, sendo essencial para a otimização dos recursos dos fatores de crescimento como água, nutrientes e luz.

Tabela 8. Eficiência no uso da água (g água/ g de MS) sobre os diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹					EPM	Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
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

¹Coefficiente de variação em porcentagem da recomendação da 5ª aproximação. EPM= Erro padrão da média; Cal= Calagem; Adu = Adubação; IntxAdu = interação entre os fatores.

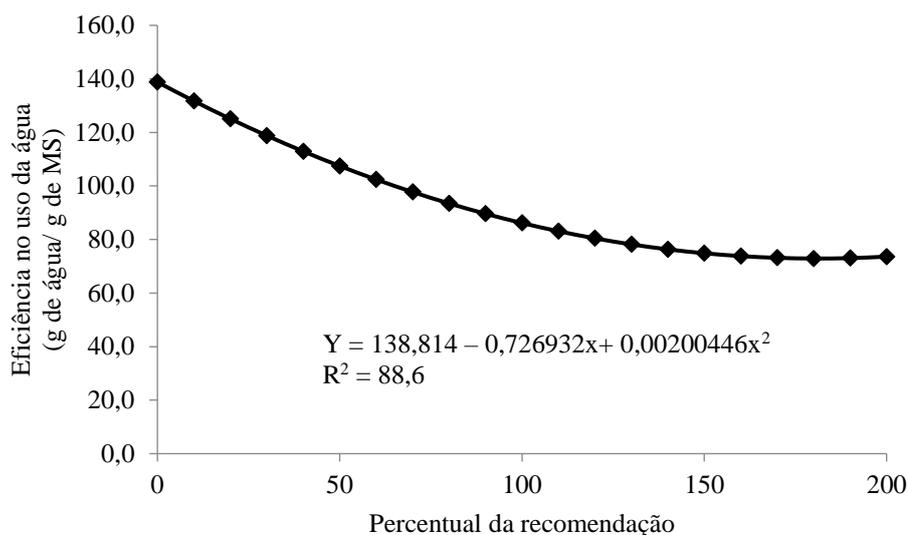


Figura 23. Eficiência no uso da água (g de água/ g de MS) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação de NPK.

Silva et al. (2007) avaliaram a recuperação da *Brachiaria decumbens* em um ambiente controlado, combinando doses de nitrogênio (0, 100, 200, 300 e 400 mg/dm³) e enxofre (0, 10, 20, 30 e 40 mg/dm³) em três cortes realizados a cada 30 dias, os pesquisadores observaram que a partir do segundo corte o nitrogênio desempenhou papel crucial na eficiência no uso da água, especialmente nas doses de 317 e 305 mg/dm³. Essa maior eficiência hídrica permitiu um crescimento acelerado, impulsionando a recuperação do sistema radicular e direcionando 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.

Dentre as variáveis estudadas na composição bromatológica apenas proteína bruta apresentou diferença ($P < 0,05$) para adubação e somente carboidratos não-fibrosos (CNF) apresentou diferença ($P > 0,05$) para calagem (Tabela 9).

A matéria seca não apresentou diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. Esse fato pode ter ocorrido devido as maiores concentrações de água nos tecidos da planta.

Tabela 9. Composição bromatológica 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		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
Matéria seca (%)	18,6	18,0	18,1	18,8	19,1	17,9	17,7	0,57	0,1132	0,0795	0,6333
Proteína bruta ²	12,8	12,9	14,5	11,6	11,6	13,0	13,5	0,75	0,6306	<0,0001	0,7058
Extrato etéreo ²	3,8	3,4	3,7	2,9	3,6	4,1	3,8	0,18	0,6038	0,0846	0,6904
NIDN ^{2,3}	22,1	21,4	21,2	22,8	21,8	22,3	20,7	0,80	0,3788	0,3765	0,0901
NIDA ^{2,3}	9,0	8,8	8,3	9,6	8,8	9,1	8,6	0,96	0,5682	0,5640	0,2053
CNF ^{2,3}	8,0	9,7	5,7	10,0	10,8	8,6	9,3	0,96	0,0085	0,0792	0,7437
Cinza ²	5,8	5,6	6,8	6,1	5,6	5,8	5,8	0,21	0,0808	0,8202	0,5495
FDN _i ²	5,8	5,9	6,3	6,6	5,3	6,0	5,2	0,38	0,6628	0,8013	0,6878

¹Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5ª aproximação; ² % da matéria seca; ³% nitrogênio total. Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDIN); Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA); Carboidratos não-fibrosos (CNF); Fibra em detergente neutro indigestível (FDN_i)

Silva et al. (2016) ao avaliarem características estruturais, produção de massa seca e composição bromatológica de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*, em condições de casa de vegetação, verificaram que *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentou 18,05% de matéria seca.

Santos et al. (2008) avaliaram a produção e a composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e suas interações com cinco adubações (sem adubo, N, P, NP e NK) em casa de vegetação, sendo utilizados 50 kg/ha de P, 30 kg/ha de K e 300 kg/ha de N e não encontraram diferença ($P>0,05$) para a matéria seca, pois à medida em que se elevam os teores ocorre a limitação no consumo pelos animais devido ao aumento de fibra na pastagem, principalmente em períodos de seca, quando as forrageiras têm seu crescimento comprometido devido a irregularidades das chuvas.

A proteína bruta apresentou comportamento quadrático com ponto de mínima para o percentual de adubação na dose de 103,1% da adubação que correspondeu a 11,6% (Figura 24).

Faria et al. (2018) ao avaliarem a *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria ruziziensis* em área experimental, submetidas à níveis de 0, 36 e 54% de sombreamento artificial, utilizando doses de 0, 50, 100 e 150 mg/dm³ de N, encontraram o maior teor de PB para *B. decumbens* com valor médio de 9,7% e para a *B. ruziziensis* 8,4%. No mesmo trabalho, os autores encontraram respostas lineares positivas para os níveis de PB em todos os níveis de sombreamento devido à influência direta do nitrogênio na fotossíntese através da sua inclusão na molécula de clorofila.

Berça et al. (2021) ao desenvolverem um estudo de dois anos em uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em comparação com o uso do amendoim *Arachis pintoi*, utilizando-se pastagem sem nitrogênio (controle), adubação com 150 kg/ha/ano de nitrogênio e o consórcio com amendoim *Arachis pintoi*, encontraram para o capim adubado com o uso de nitrogênio com 127 (g/kg) de PB, o que correspondeu a 12,7%, sendo este valor 20% maior no tratamento com nitrogênio ($P<0,05$), em comparação ao tratamento controle, mas foi semelhante nos tratamentos misto e controle. Segundo os autores, o nitrogênio promoveu a elevação nos teores de PB na matéria seca, resultando-se também em aumento na concentração de aminoácidos, nitratos e peptídeos na planta.

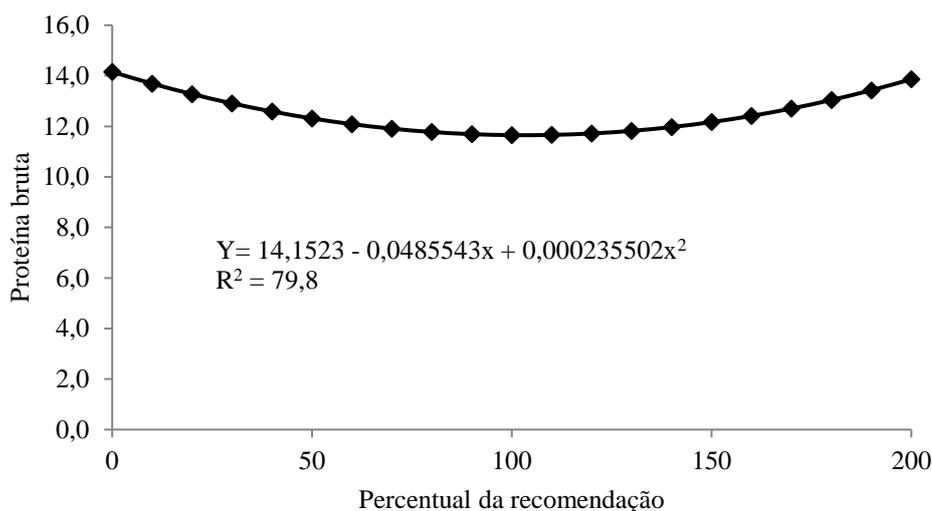


Figura 24. Proteína bruta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob percentuais da recomendação de adubação de NPK.

Basso et al. (2024) ao avaliarem a composição de tecidos de folhas da *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II mantida sob manejo simulando pastejo contínuo na época das águas e da seca, com alturas de 10, 20, 30 e 40 cm, perceberam que os teores de proteína bruta permaneceram acima de 11% e 13% nas plantas mantidas a 10 cm de altura. Sendo valores alcançados com 30 e 40 cm de altura em períodos secos, representando 11,90 e 11,52, respectivamente.

O extrato etéreo não apresentou diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. De acordo com Souza et al. (2009) a inclusão segura de extrato etéreo na dieta dos ruminantes deve ser em até 6%, pois a partir daí pode limitar o consumo de matéria seca para os ruminantes.

NIDIN e NIDA não apresentaram diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. Esse fato deve ter ocorrido devido às condições proporcionadas em casa de vegetação.

O CNF apresentou diferença ($P > 0,05$) apenas para calagem ($P < 0,05$), obtendo-se 9,7%, o que promoveu resultados satisfatórios, com correção do pH e melhor disponibilidade de nutrientes, o que proporcionou melhor desenvolvimento e potencial de degradação nas plantas.

O CNF representa frações de carboidratos como os açúcares solúveis, amido e pectina e as frutanas, que são de rápida degradação, fornecendo energia rapidamente, o que auxilia nos processos metabólicos (Brandi & Furtado, 2009).

Além disso, as forragens possuem teor elevado de carboidratos estruturais, impulsionando maior atividade de bactérias celulolíticas e sacarolíticas. Já dietas com elevado teor de amido e proteína promovem a ação das bactérias amilolíticas e proteolíticas (Oliveira et al., 2016).

Facuri et al. (2014) ao avaliarem o comportamento ingestivo de novilhas mestiças terminadas em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com 0%, 4,82%, 10,12% e 15,56% glicerina na matéria seca, encontraram 17,18% de CNF na composição dessa gramínea. Esses resultados estão acima dos valores encontrados neste trabalho, porém, verificou-se que a calagem foi benéfica para o aumento do CNF.

As cinzas e o FDN_i não apresentaram diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. Esse fato pode ter ocorrido devido as condições proporcionadas para o crescimento das plantas em casa de vegetação.

Para as frações fibrosas os fatores em estudo não foram significativos ($P > 0,05$) em nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 10). Esse fato pode ter ocorrido devido as condições da casa de vegetação que interferiram no desenvolvimento da planta e devido ao tempo de avaliação não houve influência dos fatores estudados. O FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos, sendo que os constituintes da parede celular superiores a 55% – 60% na massa seca correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem (Van Soest, 1994).

De acordo com Brito et al. (2003) pela natureza distinta dos tecidos das gramíneas, o FDN está concentrado em sua maior parte no caule em relação às folhas.

Neste estudo foram avaliados em conjunto colmo e folha como componentes da parte aérea, o que pode ter influenciado nos valores encontrados para o FDN. Conforme Rodrigues Júnior et al. (2015) dentre os componentes do FDA a lignina está presente em maior proporção, pois o menor teor de FDA apresentado acompanhará a redução nos valores de lignina, conferindo melhor digestibilidade ao alimento.

Segundo Van Soest et al. (1994) os teores desejáveis da celulose variam de 20 a 40% na matéria seca das plantas, para que se tenham baixos níveis dessa fração nas forrageiras. De acordo com Gonzaga Neto et al. (2001) a hemicelulose é fração mais digestível da parede celular, sendo esta composta também por celulose e lignina.

Tabela 10. Frações fibrosas da *Brachiaria brizantha* sem ou com calagem e diferentes percentuais da recomendação de adubação (NPK).

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹					EPM	Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
FDN _{cp} ²	69,5	67,6	69,3	69,5	68,1	68,4	67,5	0,79	0,0704	0,1045	0,4342
FDA ³	35,0	34,4	34,9	35,2	34,6	34,6	34,3	0,47	0,0825	0,4735	0,3455
Celulose	32,5	32,2	32,2	32,3	32,4	32,0	32,8	0,51	0,4127	0,6013	0,2240
Hemicelulose	37,0	35,4	36,9	36,7	35,7	36,2	35,5	0,62	0,0706	0,1270	0,5558
Lignina	2,4	2,5	2,6	2,8	2,2	2,5	2,1	0,16	0,6628	0,0613	0,6878

¹Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5ª aproximação

²Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}); ³fibra em detergente ácido (FDA)

Para Moore & Jung (2001) a digestibilidade da matéria seca está diretamente relacionada com a lignina, pois o aumento na sua concentração ocorre em conjunto com as alterações da parede celular. Esse componente age como uma barreira física contra a ação dos microrganismos que atuam na digestão.

No fracionamento dos carboidratos apenas foi significativo ($P < 0,05$) a calagem nas frações A+B1 e B2 para os fatores avaliados (Tabela 11).

Os carboidratos totais não apresentaram diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. Esse fato pode ter ocorrido devido as condições de crescimento existentes na casa de vegetação.

Leal et al. (2017) afirmaram que o aumento nas concentrações de N ocorre devido a redução nos teores de carboidratos solúveis, bem como na parede celular, pois com isso ocorre a formação de proteínas, promovendo-se em termos compensatórios a redução dos componentes não nitrogenados.

As frações A+B1 apresentaram diferença apenas para calagem ($P < 0,05$) com 12,5%, onde foram proporcionadas condições adequadas de fertilidade do solo, correção do pH e melhor disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento da planta.

De acordo com Sniffen et al. (1992) os carboidratos são compostos em quatro frações (A, B1, B2 e C). A fração A é a mais facilmente degradada no rúmen, composta pelos carboidratos solúveis. A fração B1 é composta por amido e pectina, apresentando uma taxa de degradação superior à de passagem. A fração B2 é composta pelos carboidratos fibrosos da parede celular e apresentam disponibilidade ruminal lenta.

A fração C é a parede celular indigestível, incluindo a lignina. De acordo com Santos et al. (2019) alimentos que contenham maiores concentrações da fração A + B1 de carboidratos são boas fontes de energia para o rúmen, resultando em elevado conteúdo de bactérias estruturais que promovem a fermentação de carboidratos ao utilizarem a amônia como fonte de nitrogênio.

A fração B2 dos carboidratos foi significativa ($P < 0,05$) apenas para calagem, atingindo 79,8% o que é benéfico para a planta em termos de digestibilidade e consumo, demonstrando que essa prática reduz a fração B2 e eleva a fração A+B1, melhorando os termos nutritivos da planta.

Tabela 11. Fracionamento dos carboidratos da *Brachiaria brizantha* sem ou com calagem e diferentes percentuais da recomendação de adubação com NPK.

Variável	Calagem		Adubação (% da recomendação) ¹					EPM	Valor de P		
	Sem	Com	0	50	100	150	200		Cal	Adu	Cal*Adu
Carboidratos totais ²	77,6	77,3	75,0	79,4	78,9	77,1	76,9	0,51	0,4469	0,0951	0,0716
A+B1 ³	10,3	12,5	7,6	12,4	13,7	11,2	12,1	1,21	0,0073	0,0704	0,8204
B2 ³	82,1	79,8	83,9	79,1	79,6	81,0	81,1	1,11	0,0021	0,0819	0,5620
C ³	7,5	7,7	8,5	8,4	6,7	7,8	6,7	0,50	0,6152	0,0612	0,7893

¹Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5ª aproximação

² percentagem da matéria seca

³% dos carboidratos totais

Por apresentar degradação ruminal lenta em comparação com as frações A+B1, a fração B2 quando presente em maior proporção na forragem prejudica a digestibilidade pois diminui a taxa de passagem, aumentando a permanência do alimento no rúmen, o que diminui o consumo, podendo afetar o desempenho animal. De acordo com Silva et al. (2013), volumosos com altos teores de FDN possuem maior proporção da fração B2, o que favorece o crescimento de microrganismos que utilizam carboidratos fibrosos.

A fração c dos carboidratos não apresentou diferença ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. Esta fração afeta negativamente a digestão pela sua indisponibilidade para degradação no rúmen, tornando a planta de baixo valor nutritivo.

Leal et al. (2017) ao avaliarem o fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados de uma pastagem pré-estabelecida de *Brachiaria híbrida* 'Mulato II', sob alturas de entrada de 0,40 e 0,50 m e doses de 0, 50, 100 e 150 kg/ha de N, verificaram que a fração C obteve em média 8,9%, mas não foi influenciada pelos fatores avaliados.

De acordo com Silva et al. (2013) o aumento na fração C na forragem está diretamente relacionado com o aumento da concentração de lignina na FDN em 23%.

No fracionamento da proteína bruta dentre os fatores analisados somente a calagem apresentou diferença ($P<0,05$) para a fração A (Tabela 12).

O nitrogênio total não apresentou diferença ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas.

A fração A apresentou diferença ($P<0,05$) para calagem, sendo esta prática benéfica, obtendo-se 14%, indicando que a calagem favoreceu a melhor disponibilidade e aproveitamento dos nutrientes presentes no solo e conseqüentemente o bom desenvolvimento da planta. Maiores concentrações dessa fração demonstram alta digestibilidade e degradabilidade da forragem, o que facilita a ação dos microrganismos no rúmen para a digestão da fibra e produção de proteína microbiana.

Em estudos desenvolvidos por Leal et al. (2017) para avaliar o fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados de uma pastagem pré-estabelecida de *Brachiaria híbrida* 'Mulato II', sob alturas de entrada de 0,40 e 0,50 m e doses de 0, 50, 100 e 150 kg/ha de N, não foram significativas ($p>0,05$) as diferenças entre as frações A da proteína para nenhum dos tratamentos utilizados. Em média os valores encontrados para essa fração fora 42,11%. Segundo os autores, essa fração é fundamental para o funcionamento adequado do rúmen devido os seus microrganismos fermentadores de carboidratos estruturais utilizarem a amônia como fonte de nitrogênio.

Tabela 12. Fracionamento da proteína bruta da *Brachiaria brizantha* sem ou com calagem sob diferentes 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
Nitrogênio total ²	2,0	2,0	2,3	1,8	1,8	2,1	2,1	0,06	0,6357	0,6507	0,0658
A ³	12,9	14,0	12,8	14,3	13,1	13,6	13,4	0,62	0,0069	0,2083	0,1493
B1+B2 ³	64,8	64,4	65,4	62,2	65,1	64,1	66,1	1,45	0,6778	0,0992	0,0584
B3 ³	13,2	12,7	13,4	13,5	13,0	13,2	11,7	1,03	0,5155	0,3784	0,2623
C ³	9,2	8,8	8,3	9,9	8,8	9,1	8,8	0,84	0,5253	0,4348	0,2895

¹Adubação correspondente ao percentual da recomendação da 5ª aproximação

² percentagem da matéria seca

³ percentagem do nitrogênio total

A frações B1+B2, B3 e C não foram significativas ($P>0,05$) para nenhum dos fatores avaliados.

De acordo com Sniffen et al. (1992) a proteína bruta é classificada em cinco frações: fração A, o nitrogênio não protéico (NNP), prontamente solúvel, frações B1, B2 e B3, classificados como teores de proteína verdadeira, com velocidades de degradação rápida, intermediária e lenta, respectivamente e a última fração é a C, considerada indigestível.

Reis et al. (2013) avaliaram a influência da adubação nitrogenada e do sombreamento artificial sobre a produtividade e variáveis bromatológicas de uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, utilizando doses de 0, 50, 70 e 100 kg de N por aplicação e percentuais de sombreamento de 0, 47, 53 e 66% por meio de tela de náilon. Verificou-se que não houve efeito das fontes de variações testadas sobre a fração C da proteína. A fração C ou a PIDA é composta por proteínas associadas à lignina, complexos tânico-proteicos e produtos de Maillard, que não pode ser degradada no rúmen nem fornecem aminoácidos de absorção no intestino. A ausência de efeito pode estar relacionada aos resultados obtidos para a FDA e a proteína bruta. Os autores afirmaram teve relação com este resultado a secagem das amostras em estufa à temperaturas superiores a 55°C, pois estas podem superestimar a fração C.

III- CONCLUSÃO FINAL

O uso da adubação demonstra maior eficiência para impulsionar o desenvolvimento da TApF, filocrono, TAlF, número de folhas vivas, número de perfilhos, massa seca de folha, massa seca e volume de raiz, assim como a eficiência no uso da água, apresentando os melhores resultados em níveis a partir de 150% da recomendação da 5ª aproximação.

Para a composição bromatológica o estudo demonstra que a aplicação de calagem promove aumento das frações A+B1, redução na fração B2 dos carboidratos e elevação da fração A das proteínas. No entanto, mesmo em solos com ausência de calagem, a manutenção da hidratação pode contribuir com o desenvolvimento das plantas.

V- 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**, v.40, p.141–147, 2003.

ALVAREZ, V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação, Viçosa, 1999. cap.8, p. 43-60.

BASSO, K.C.; ANDRADE, J.L.A.D.; ASSIS, D.F.D.; MOREIRA, A.S.F.P.; KUSTER, V.C.; BARBERO, L.M.; FERREIRA, I.C. Composição tecidual de capim-mulato II sob diferentes estruturas de dossel e seu impacto sob a digestibilidade. **Research, Society and Development**, v.13, n.2, p.1-11, 2024.

BENETT, C.G.S.; BUZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, J.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-Marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1629–1636, 2008.

BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, p.545–553, 2018.

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, 2020.

BRANDI, R.A.; FURTADO, C.E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.246-258, 2009.

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**, v.52, p.e20201074, 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. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação, Viçosa, 1999. cap.18, p. 332-341.

COSTA, A.B.G.; DIFANTE, G.S.; CAMPELO, B.A.M.; GURGEL, A.L.C.; COSTA, C.M.; THEODORO, G.F.; SILVA, A.T.A.; EMERENCIANO NETO, J.V.; DIAS, A.M.; FERNANDES, P.B. Morphogenetic, structural and production traits of Marandu grass under nitrogen rates in Neo soil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**

Zootecnia, v. 73, p. 658–664, 21 jun. 2021.

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.22177–22190, 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, 2019.

DETMANN, E.; SILVA, L.F.C.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal, 2ª ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 350 p., 2021.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635–643, 2000.

DUSI, D.M.A.; ALVES, E.R.; CABRAL, G.B.; MELLO, L.V.; RIGDEN, D.J.; SILVEIRA, Érica D.; FERREIRA, M. A.; GUIMARÃES, L.A.; GOMES, A.C.M.M.; RODRIGUES, J.C.M.; CARNEIRO, Vera T.C. An exonuclease V homologue is expressed predominantly during early megasporogenesis in apomictic *Brachiaria brizantha*. **Planta**, v.258, n.1, p.1–17, 2023.

FACURI, L.M.A.M.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.D.; CARVALHO, G.G.P.D.; SAMPAIO, C.B.; MENDES, F.B.L.; LISBOA, M.M.; BARROSO, D.S.; CARVALHO, V.M.; PEREIRA, M.M.S. Ingestive Behavior of Heifers Supplemented with Glycerin in Substitution of Corn on *Brachiaria brizantha* Pasture. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.27, n.11, p. 584–1592, 2014.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.D.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.D.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T.D. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.21–29, 2006.

FARIA, B.M.; MORENZ, M.J.F.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; GOMIDE, C.A. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. **Revista Ciência Agronômica**, v.49, p.529–536, 2018.

FELLER, A.A. Produtividade da *Urochloa humidicola* em diferentes doses de nitrogênio e potássio na região do Vale do Jamari, Rondônia. **Research, Society and Development**, v.12, n.8, p.1–11, 2023.

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**, v.2, n.2, p.32–49, 2019.

Francisco, A.; SILVA, T.J.A.D. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-*Brachiaria* em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.309–317, 2007.

GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R.D.; MARTÍNEZ, R.L.V.; BARBOSA, J.E.A.S.; SILVA, E.O. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade In vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.553–562, 2001.

KOEHLER, A.D.; ROSSI, M.L.; CARNEIRO, V.T.C.; CABRAL, G.B.; MARTINELLI, A.P.; DUSI, D.M.A. Anther development in *Brachiaria brizantha* (syn. *Urochloa brizantha*) and perspective for microspore in vitro culture. **Protoplasma**, v.260, n.2, p. 571–587, 2023.

LEAL, D.M.; FRANÇA, A.F.D.S.; OLIVEIRA, L.G.; CORREA, D.S.; ARNHOLD, E.; FERREIRA, R. N.; BASTOS, D.C.; BRUNES, L.C. Fracionamento de carboidratos e proteínas da *Brachiaria* híbrida ‘Mulato II’ sob adubação nitrogenada e regime de cortes. **Archivos de Zootecnia**, v.66, n.254, p.181–188, 2017.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347–358, 1996.

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**, v.60, p.363–371, 2013.

MARTINS, M.V.R.; PEREIRA, C.E.; KIKUTI, H. Adubação nitrogenada na implantação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Humaitá-AM. **Scientia Plena**, v.18, n.7, 2022.

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.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.D.; SANTOS, P.M.; RIBEIRO JUNIOR, 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.; 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**, v.33, p.663–667, 2009.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC**

International, v.85, n.6, p.1212-1240, 2002.

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

MOORE, K.J.; JUNG, H.J.G. Lignin and Fiber Digestion. **Journal of Range Management**, v.54, n.4, p.420, 2001.

NASCIMENTO, D.D.; VENDRUSCOLO, M.C.; DALBIANCO, A.B.; DANIEL, D.F. Produtividade de capim Paiaguás sob doses de nitrogênio e cortes. **Pubvet**, v.13, n.5, p.1–15, 2019.

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**, v.24, p.1-14, 2023.

OLIVEIRA, V.D.S.; SANTANA NETO, J.A.; VALENÇA, R.D.L.; SILVA, B.C.D.D.S.; SANTOS, A.C.P.D. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**. v.22, n.2, p.1-19, 2016.

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, 2011.

PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

REIS, G.L.; LANA, Â.M.Q.; NETO, J.V.E.; FILHO, J.P.D.L.; BORGES, I.; LONGO, R.M. Produção e composição bromatológica do capim Marandu sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v.29, p.1606–1615, 2013.

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, 2008.

RODRIGUES JÚNIOR, C.T.; CARNEIRO, M.S.D.S.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, E.S.; RODRIGUES, B.H.N.; COSTA, N.D.L.; PINTO, M.D.S.D.C.; ANDRADE, A.C.; PINTO, A.P.; FOGAÇA, F.H.D.S.; CASTRO, K.N.D.C. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.2141-2154, 2015.

ROSA, K.A.N.; SILVA, E.M.B.; OLIVEIRA, J.R.D.; CASTAON, T.H.F.M.; MENEGHETTI, L.A.M.; SILVA, T.J.A.D. Ureia de liberação controlada e convencional no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás: características fitométricas. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.1, p.670–688, 2022.

SANTOS, L.C.; BONOMO, P.; SILVA, V.B.; PATÊS, N.M.D.S.; SILVA, C.C.F.D.;

PIRES, A.J.V. Características morfológicas de Braquiárias em resposta a diferentes adubações. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, p.221–226, 2009.

SANTOS, C.B.; COSTA, K.A.D.P.; SOUZA, W.F.D.; SILVA, V.C.; EPIFANIO, P.S.; SANTOS, H.S. Protein and carbohydrates fractionation in Paiaguás palisadegrass intercropped with grain sorghum in pasture recovery. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.41, p.1-8, 2019.

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, 2020.

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**, v.9, n.6, p.262–270, 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**, v.31, p.309–317, 2007.

SILVA, I.M.D.; OLIVEIRA, R.G.; BENTO, B.M.D.C.; MACHADO, C.M.M.; CRUZ, R.S.; RODRIGUES, C.C.; FRANÇA, A.C. Crescimento e valor nutritivo do capim Xaraés sob diferentes adubações e umidades do solo / Growth and nutritive value of the xaraés grass under different fertilizations and soil moisture. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.8, p.61669–61683, 2020.

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**, v.17, p.342–348, 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. Morfológese e estrutura de *Brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.233, p. 91–102, 2012.

SNNIFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B.; SILVA, E.M.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, A.R.D.L.; MEDEIROS, S.R.D.; MORAIS, M.D.G.; OSHIRO, M.M.; TORRES JÚNIOR, R.A.D.A. Dieta com alto teor de gordura e desempenho de tourinhos de grupos genéticos diferentes em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.7, p.746–753, 2009.

SOUZA, J.G.; AIRES, F.P.G.; GOMIDE, P.H.O.; NUNES, J.C. Calagem e adubação no crescimento do capim Mombaça em Rorainópolis, Roraima. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v.13, n.1, p 24–35, 2020.

TEIXEIRA, F.A.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.D.; FRIES, D.D.D.;

HORA, D.S.D. Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.33, n.3, p.241–248, 2011.

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*, v.11, n.2, p.35–41, 2018.

YAKUWA, J.C.P.; GALVÃO, J.R.; YAKUWA, T.K.M.; VIÉGAS, I.D.J.M.; ARAÚJO, D.G.D.; GALATE, R.D.S.; TRINDADE, M.O.D.; ALMEIDA, G.V.D. Acidez do solo e fitometria de plantas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke. Barneby) sob a aplicação da calagem e fosfato natural. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v.7, n.2, p.419–435, 2020.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press. New York. 2 ed, 476 p, 1994.

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*, v.54, n.9, p.1167–1175, 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, 2020.