



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

***Brachiaria brizantha* CV. MARANDU COM E SEM CALAGEM SOB
DIFERENTES ADUBAÇÕES**

Autor: Íngridy de Carvalho Dutra

Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA
BAHIA- BRASIL
Março de 2021

ÍNGRIDY DE CARVALHO DUTRA

***Brachiaria brizantha* CV. MARANDU COM E SEM CALAGEM SOB
DIFERENTES ADUBAÇÕES**

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

Co-orientadores: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira
Profª. Dra. Daniela Deitos Fries

ITAPETINGA
BAHIA- BRASIL

Março de 2021

633.2 Dutra, Íngridy de Carvalho.

D975b *Brachiaria brizantha* cv. marandu com e sem calagem sob diferentes adubações. / Íngridy de Carvalho Dutra. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2021.

54fl.

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. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Aureliano José Vieira Pires Fábio Andrade Teixeira e coorientação da Profª. D. Sc. Daniela Deitos Fries.

1. *Brachiaria brizantha* cv. marandu. 2. Marandu – Calagem em Pastagens. 3. Marandu - Adubação das pastagens. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Pires, Aureliano José Vieira. III. Teixeira, Fábio Andrade. IV. Fries, Daniela Deitos. V. Título.

CDD(21): 633.2

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. *Brachiaria brizantha* - Composição bromatológica
2. Capim Marandu - Avaliação
3. *Urochloa*

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

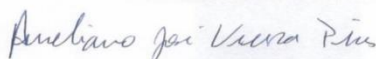
Título: "Brachiaria brizantha cv. Marandú com e sem calagem sob diferentes adubações"

Autor (a): Ingridy de Carvalho Dutra

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

Coorientador (a): Prof.^a Dr.^a Daniela Deitos Fries
Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

Aprovado 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



Prof.^a Dr.^a Crislene Viana Silva – UESB



Dr.^a Renata Rodrigues Jardim – PNP/UESB

Data de realização: 05 de março de 2021.

Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.

Josué 1:9

DEDICATÓRIA

De modo especial, dedico aos meus pais **Juvan Dutra dos Santos e Rosânia Borges de Carvalho Dutra**, à minha irmã **Geovana de Carvalho Dutra** e a todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram de alguma forma durante esta caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente pelo dom da vida, por me dar sabedoria, discernimento, coragem e força para viver e lutar pelos meus objetivos.

A Nossa Senhora, por ter me carregado no colo durante todo esse período e por ter me confiado essa missão.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ter me possibilitado desenvolver este trabalho, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ).

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Aureliano José Vieira Pires, pela orientação, apoio, paciência, pela experiência adquirida sob sua orientação e que muito contribuiu para conclusão do curso.

Aos coorientadores, Dra. Daniela Deitos Fries e Dr. Fábio Teixeira, por toda ajuda no decorrer do curso.

Aos meu pais, Rosânia Borges de Carvalho Dutra e Juvan Dutra dos Santos, pelo incentivo, amor e por sempre me permitir correr atrás dos meus sonhos abdicando dos deles; à minha irmã Geovana de Carvalho Dutra, pelo companheirismo.

Quero agradecer em especial ao meu pai Juvan, por ter me acompanhado durante todo o período experimental, pai, sem a sua ajuda eu não teria conseguido. EU TE AMO!

Aos amigos do grupo de pesquisa GEPEF: Rebeka, Beatriz, Amanda, Marly, Weudes, Messias, Pedro Filho, Pedro Paulo, Pedro Henrique, Mateus e Danrlei.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pelo companheirismo durante estes anos de muito trabalho, em especial, à Jemima, Thaty e Mateus.

Aos amigos do LAFIEP, em especial, à Adriane e Junior, pela ajuda durante a condução de algumas análises.

À minha amiga Amanda Ribeiro e ao meu amigo Wêndel Bispo, quero agradecer por todo companheirismo durante todo o processo do mestrado.

Às amigas, Brenda Sodré e Maria Clara; e ao meu irmão de alma, Fanuelzinho, obrigada por me acompanhar e incentivar em todas as áreas da minha vida.

Aos meus amigos que me ajudaram durante a condução do experimento e na realização das análises: Wendel, Brenda Ferreira, Léo, Ulisses, João, Júnior, Erick, Nadjane, Maria, Rose, Cleiton.

Ao amigo Zé Queiroz, do laboratório de forragem, por toda ajuda e esforço na realização das análises bromatológicas.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos. Que o nosso Deus todo poderoso abençoe a cada um de vocês. MUITO OBRIGADA.

BIOGRAFIA

Íngridy de Carvalho Dutra, filha de Rosânia Borges de Carvalho Dutra e Juvan Dutra dos Santos, nasceu em Itapetinga Bahia, no dia 14 de maio de 1996.

Em dezembro de 2018, concluiu o curso de Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em março de 2019, 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
LISTAS DE FIGURAS	ix
LISTAS DE TABELAS	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I - REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	2
1.3. Calagem em Pastagens	3
1.4. Adubação das pastagens	5
1.4.1. Nitrogênio (N).....	6
1.4.2. Fósforo (P)	7
1.4.3. Potássio (K)	10
1.5. Referências	12
II - OBJETIVO.....	21
2.1. Objetivo Geral.....	21
2.2. Objetivos Específicos	21
III - MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Instalação do experimento	22
3.2. Avaliações.....	24
3.2.1. <i>Produção de massa seca e volume de raiz</i>	24
3.2.2. <i>Características morfogênicas e estruturais</i>	24
3.2.3. <i>Área foliar e análises de crescimento</i>	25
3.2.4. <i>Teores de pigmentos e de carboidratos</i>	25
3.2.4.1. <i>Clorofilas e carotenoides</i>	25
3.2.4.2. <i>Açúcares solúveis totais e amido</i>	26
3.2.5. <i>Eficiência de uso da água</i>	27
3.2.6. <i>Análises químico-bromatológicas</i>	27

3.3. Análise estatística.....	28
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
V - CONCLUSÃO.....	51
VI - REFERÊNCIAS	52

LISTAS DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Temperaturas (°C) máxima, mínima e média durante o período de 08 de abril a 31 de maio	23

LISTAS DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise química do solo	22
Tabela 2. Produção de massa seca da parte aérea (PMSPA), massa seca de resíduo (PMSRE) e massa seca da raiz (PMSRA) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetidas a diferentes adubações	30
Tabela 3. Relação Folha/colmo e volume de raiz da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	32
Tabela 4. Características morfogênicas e estruturais da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem submetida a diferentes adubações ..	34
Tabela 5. Área foliar e Índice de área foliar da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	35
Tabela 6. Razão área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	36
Tabela 7. Teor de clorofila a, clorofila b, clorofila total, caratenoides e razão a/b da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem submetida a diferentes adubações	37
Tabela 8. Teor de açúcares solúveis totais (AST) na folha, resíduo e raiz e teor de amido do resíduo e da raiz da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	39
Tabela 9. Eficiência do uso de água da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	41
Tabela 10. Teor de Matéria seca, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais estimados da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	42
Tabela 11. Proteína bruta, cinza, carboidratos totais da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	43

Tabela 12.	Constituintes da parede celular da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem submetida a diferentes adubações	46
Tabela 13.	Fração A + B1 dos carboidratos da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	46
Tabela 14.	Fração B2 e C dos carboidratos da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	47
Tabela 15.	Fração A e C da proteína da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	48
Tabela 16.	Fração B1+B2 e B3 da proteína da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	49
Tabela 17.	Fração B1+B2 e B3 da proteína da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações	50

RESUMO

DUTRA, Íngridy de Carvalho. ***Brachiaria brizantha* cv. marandu com e sem calagem sob diferentes adubações**. Itapetinga, Ba: UESB, 2021. 54 p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com e sem calagem, sob diferentes adubações. O estudo foi realizado em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga, BA, durante o período de abril a maio de 2019. O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2, sendo cinco combinações de adubos (sem adubo, PK, NP, NK e NPK) associados ou não ao calcário, com 4 repetições totalizando 40 unidades experimentais. Foram avaliados as características de crescimento, produção, fisiológicas e bromatológicas do capim Marandu. Para produção de massa seca da parte aérea (PMSPA) maiores produções foram observadas na ausência da calagem quando foi utilizado o NP e com a calagem quando se aplicou o NP e NPK. Em relação às estratégias de adubações, o uso da combinação NP e NPK propiciaram maior PMSPA na presença da calagem. Maior taxa de aparecimento foliar (TApF) e, conseqüentemente, menor filocrono foi observado com a calagem e com uso das combinações NP e NPK. Para a taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento do colmo (TAIC), maiores valores foram observados com o uso da calagem e com o uso da adubação com NP e NPK, sendo que para TAIC ainda foi observado maior taxa com o uso do PK. Maior área foliar e índice de área foliar foi verificado com o uso do NP. E com relação as adubações maiores valores para as mesmas variáveis foram verificados com o uso do NP e NPK associado à calagem. Maiores teores de clorofila a no tratamento sem e com calagem foi verificado quando se usou o NP e NPK. Avaliando as adubações verificou-se maiores teores de clorofila a com a adubação com PK na ausência da calagem e com NK, NP e NPK associado à calagem. Em relação ao comportamento da clorofila total, observou-se que o tratamento que obteve maior valor foi o NP sem calagem, já quando teve a inclusão da calagem o tratamento melhor foi com o NPK. Ao analisar o efeito da calagem sobre os açúcares solúveis totais (AST) da folha, foi verificado maior teor desse açúcar na ausência da calagem com o uso do adubo contendo o NP e com calagem com o NPK. Quanto a adubação, maior teor de AST da folha foi registrado na ausência de adubação, com o PK e NP sem o uso da calagem e com NPK associado à calagem. Avaliando o teor de AST da raiz, constatou-se maior teor desse açúcar na ausência da calagem com o NP e com a calagem com o NP e NPK. Estudando as adubações, maior teor de AST da raiz foi verificada para o tratamento sem adubação associado à ausência de calagem e para as demais combinações de adubação, o maior teor foi registrado quando as adubações foram associadas à calagem. A ausência de adubação associada à ausência de calagem e o uso da calagem associada ao adubo contendo o NP proporcionaram maior teor de amido na raiz do capim Marandu. Já avaliando as estratégias de adubação, maiores teores de amido da raiz foram verificados

com as combinações PK, NP e NPK todas associadas com a calagem. A matéria seca MS não foi influenciado por nenhum dos fatores. A FDNcp, FDA e CEL foram influenciadas pela adubação, onde maiores teores para essas variáveis foram verificados na ausência da adubação e com o uso do PK. A HEM e LIG não foram influenciadas por nenhum dos fatores. A fração A + B1 dos carboidratos foi influenciada de forma isolada pela calagem e pela adubação, sendo os maiores valores registrados com o uso da calagem e com o uso dos adubos que continha NP e NPK. Para a fração B2 foi verificado maior valor da fração na ausência da adubação e PK, independente da presença ou da ausência da calagem, em relação às adubações maiores valores para a mesma variável verificada com o uso do NPK associado à calagem. Para a fração A da proteínas maior teor foi utilizado o NK associado ao não calagem. Estudando as adubações, maiores teores da mesma fração foram verificados para os tratamentos sem adubação, NK e NPK todos sem calagem e para os tratamentos PK e NP associados à calagem. Recomenda-se a utilização da correção do solo e a utilização de adubações NP e NPK, por essas proporcionarem melhores produções, valor nutritivo e características fisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Palavras-chave: composição bromatológica, digestibilidade de nutrientes no solo, pH do solo, *Urochloa*.

* Orientador: Aureliano José Vieira Pires, D.Sc. UESB e Co-orientadores: Fábio Andrade Teixeira, D.Sc. UESB e Daniela Deitos Fries, D.Sc. UESB

ABSTRACT

DUTRA, Íngridy de Carvalho. **Brachiaria brizantha cv. marandu in the presence or absence of lime under different fertilizations**. Itapetinga, Ba: UESB, 2021. 54 p. Master's Degree. (Master in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). *

This study aimed to evaluate *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in the presence or absence of lime under different fertilizations. This study was carried out in a greenhouse, located at the of Southwest State University of Bahia, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga, BA, from April to May 2019. The experiment was conducted in a completely randomized experimental design in a 5x2 factorial scheme, five combinations of fertilizers (without fertilizer, PK, NP, NK and NPK) associated or not with lime, with 4 repetitions totaling 40 experimental units. The growth, production, physiological and chemical characteristics of Marandu grass were evaluated. For production of dry mass of the aerial part (PDMAP) better productions were observed in the absence of liming when NP was used and with liming when NP and NPK were applied. Regarding fertilization strategies, the use of the NP and NPK combination provided greater PDMAP in the presence of liming. Higher rate of leaf appearance (RLA) and consequently lower FILO was observed with liming and with the use of NP and NPK combinations. For leaf elongation rate (LAR) and culm elongation rate (CER) higher values were observed with the use of lime and with the use of fertilization with NP and NPK, whereas for CER a higher rate was also observed with the use of liming of the PK. Larger leaf area and leaf area index were verified with the use of NP. Regarding fertilization, higher values for the same variables were verified with the use of NP and NPK associated with liming. Higher levels of chlorophyll a in the treatment in presence or absence of lime were verified when using NP and NPK. When evaluating fertilizations, higher levels of chlorophyll were verified with fertilization with PK in the absence of liming and with NK, NP and NPK associated with liming. Regarding the behavior of total chlorophyll, it was observed that the treatment that obtained the highest value was the NP in absence liming, since when the liming was included, the best treatment was with the NPK. When analyzing the effect of liming on the total soluble sugars (TSS) of the leaf, a higher content of this sugar was found in the absence of liming with the use of fertilizer containing NP and with liming with NPK. As for fertilization, the highest TSS content of the leaf was registered in the absence of fertilization, with PK and NP without the use of liming and with NPK associated with liming. Evaluating the TSS content of the root, a higher content of this sugar was found in the absence of liming with NP and with liming with NP and NPK. Studying the fertilizations, the highest TSS content of the root was verified for the treatment without fertilization associated with the absence of liming and for the other fertilization combinations the highest content was registered when the fertilizations were associated with liming. The absence of fertilization associated with the lack of lime and the use of lime associated with the fertilizer containing NP provided a higher starch

content in the root of Marandu grass. Already evaluating the fertilization strategies, higher levels of root starch were verified with the PK, NP and NPK combinations all associated with liming. The dry matter DM was not influenced by any of the factors. NDFcp, FAD and CEL were influenced by fertilization, where higher levels for these variables were verified in the absence of fertilization and with the use of PK. HEM and LIG were not influenced by any of the factors. The A + B1 fraction of carbohydrates was influenced in isolation by liming and fertilization, with the highest values recorded with the use of liming and with the use of fertilizers containing NP and NPK. For fraction B2, a higher fraction value was observed in the absence of fertilization and PK regardless of the presence or absence of liming, in relation to fertilizations, higher values for the same variable verified with the use of NPK associated with liming. For fraction A of the highest protein content, NK associated with non-liming was used. Studying the fertilizations, higher contents of the same fraction were verified for the treatments without fertilization, NK and NPK all without liming and for the PK and NP treatments associated with liming. It is recommended to use soil correction and the use of NP and NPK fertilizers, as these provide better yields, nutritional value and physiological characteristics of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Keywords: chemical composition, digestibility of nutrients in the soil, soil pH, *Urochloa*

* Advisor: Aureliano José Vieira Pires, D.Sc. UESB e Co-advisor: Fábio Andrade Teixeira, D.Sc. UESB e Daniela Deitos Fries, D.Sc. UESB

I - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2019), onde a base da cadeia produtiva de bovinos de corte é essencialmente caracterizada pela produção de pastagens, tendo em vista os altos preços de alimentos concentrados (Alencar et al., 2014).

Essas pastagens são em sua maioria manejadas sem a reposição adequada de nutrientes ao solo, que são essenciais para sua manutenção (EIRI et al., 2010). Por esse motivo, muitas áreas acabam sendo degradadas, devido ao empobrecimento do solo, o que destaca a importância dos nutrientes para que ocorra a manutenção da produção das pastagens (Benett et al., 2008).

De acordo com Neely et al. (2009), aproximadamente 73% das áreas de pastagens apresentam algum grau de degradação, o que é relacionado à compactação e redução gradual da fertilidade, principalmente devido à deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio (Paciullo et al., 2007; Vendrame et al., 2010).

A produtividade do agronegócio brasileiro está baseada na construção e manutenção da fertilidade do solo, o que acarreta, obrigatoriamente, em aplicações de corretivos e fertilizantes (Sousa; Lobato, 2003; Lopes; Guilherme, 2016; Resende et al., 2016). A aplicação de corretivos agrícolas tem como objetivo principal a melhoria das propriedades químicas do solo, visando a elevação do pH até valores entre 5,5 a 6,0 que é a faixa de pH onde os principais nutrientes requeridos pelas plantas estão disponíveis. (Rosseto et al., 2005).

A prática da adubação do solo tem como objetivo principal fornecer ao solo nutrientes que estão com baixas quantidades e com isso melhora as características produtivas do pasto. Entre os nutrientes requeridos pelas gramíneas com maior frequência têm-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio. O nitrogênio (N) é um nutriente de grande importância para a manutenção e o crescimento das gramíneas forrageiras, estando presente nos aminoácidos, proteínas, pigmentos fotossintéticos, entre outros. Já o fósforo

(P) é importante na constituição de compostos orgânicos vitais no desenvolvimento das plantas, compondo os ácidos nucleicos, fosfolipídeos, estruturas energéticas, entre outros e o potássio tem ação no metabolismo do vegetal, agindo na transformação da energia luminosa em energia química (Saraiva, 1990).

No Brasil, cerca de 80% das pastagens são ocupadas pelo gênero *Brachiaria*, especialmente a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que ocupa 50% da área total dessa pastagem (Cardoso, 2015), em razão dos benefícios que o capim marandu proporciona como: alta produção de matéria seca (média de 20 t/ha/ano) (Valle et al., 2010), proteína bruta (9,0%) (Oliveira et al., 2017), além de ser resistente a pragas e doenças.

Portanto, uma forma de manter as pastagens produtivas é através do uso racional das práticas de correção e adubação, associadas ao manejo adequado do pasto.

1.2. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

O gênero *Brachiaria* é o mais utilizado entre as forrageiras cultivadas no Brasil, o qual possui aproximadamente 100 espécies, sendo a maioria de origem Africana. Entre os cultivares, o que vem tendo o maior destaque zootécnico é a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Valle et al., 2009).

O nome Marandu tem sua origem na língua guarani e o seu significado é “novidade”, sendo nomeado assim para caracterizar o bom desenvolvimento desse material. Esse capim apresenta diversos atributos positivos, como elevada produção de massa seca, podendo chegar 20t por ha⁻¹.ano⁻¹, alta qualidade de forragem, boa resposta à adubação, alta produção de sementes, possui competição com invasoras, é resistente à cigarrinha, adaptabilidade ao diferimento e um estabelecimento rápido (Valle et al., 2010).

Esta cultivar é a mais exigente em relação às demais cultivares, demandando solos com uma melhor fertilidade, apresenta excelente resposta à aplicação de fertilizantes e tolerante à seca e ao frio, com a característica de permanecer verde durante o inverno (Valle et al., 2010).

O capim Marandu possui o ciclo fotossintético C4, apresenta o hábito de crescimento cespitoso, é uma planta robusta podendo atingir de 1,5 a 2,5 metros de altura. Possui colmos prostrados, com perfilhos eretos, bainhas pilosas e nas margens são ciliadas. As folhas têm características pilosas, tanto na parte superior quanto na inferior. Suas inflorescências podem atingir até 40 cm de comprimento, onde as raques podem ter de 4 a 6 racemos, suas sementes possuem alto vigor e, são em média, 145 sementes por gramas

(Embrapa, 1984). Segundo Valle et al. (2004), o florescimento dessa espécie é bastante expressivo no final do verão, entre os meses de fevereiro e março.

A maior parte das pastagens do Brasil é composta pela cultivar Marandu, devido à sua boa produtividade, onde a mesma apresenta uma produção média anual de matéria seca equivalente a 8 t/ha, atingindo até 20 t/ha com o uso da fertilização no solo (Valle et al., 2010). De acordo com a Embrapa (2014), foram observados com essa cultivar ganhos de peso em torno de 590 e 850 g/animal/dia no período das águas, enquanto no período da seca esse ganho foi em torno de 400 g/animal/dia, em áreas com uma capacidade de 1,5 e 2,4 UA/ha nas águas e entre 0,8 e 1,2 UA/ha na seca, em solos que possuem uma fertilidade média e são bem manejados, os resultados são de uma produtividade animal de 400 a 500 kg de peso corporal/ hectare/ano.

Com relação à composição químico-bromatológica, os valores podem ser descritos de proteína bruta de 8,9% a 18,6%, FDN de 57,9% a 72,7% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 59,4% a 71,6%, os quais também são influenciados pela idade da planta ao corte (Soares Filho et al., 2002).

1.3. Calagem em Pastagens

As práticas de correção e adubação do solo são vistas como prioridade durante o procedimento de formação e renovação e/ou recuperação das pastagens (Luz et al., 2000). Segundo Fernandes et al. (2003), os solos brasileiros possuem, na grande maioria, uma alta acidez, saturação em Al e Mn trocáveis, que são associados à baixa concentração de nutrientes, especialmente, a disponibilidade do fósforo, Ca e Mg.

O processo de calagem é a primeira atividade executada antes de qualquer plantio, pois a mesma fornece Ca e Mg ao solo, além de ter outras funções, como aumentar o pH do solo diminuir a atividade do Al e Mn e com isso aumentam a disponibilidade dos nutrientes presente no solo, principalmente o fósforo (Fernandes et al., 2003).

Plantas que são cultivadas em solos que possuem uma elevada acidez, podem ter seu crescimento e desenvolvimento comprometido, isto porque, a acidez reduz a atividade da enzima redutase do nitrato, que é responsável pela assimilação do nitrogênio dos vegetais, e diminui a concentração de clorofilas, pigmentos cloroplastídicos, que são responsáveis pelo processo fotoquímico da fotossíntese (Carlin et al., 2012).

A correção da acidez do solo é indispensável para que se tenha melhores resultados de produtividade e menores perdas dos nutrientes (Sousa et al., 1985). Para

isso o pH do solo deve estar em um intervalo de 5,5 a 6,0, faixa em que as plantas possuem boas condições para absorver os nutrientes, que estão presentes no solo, como o nitrogênio, fósforo e o potássio (Sousa et al., 1993).

Existem dois métodos para calcular a necessidade de calagem, o método baseado neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ e o método de saturação por bases.

Com a correção do solo proveniente da calagem, existe uma melhor eficácia dos fertilizantes, especialmente dos fosfatados solúveis. Portanto, são essas as condições favoráveis para que ocorra o crescimento das mais variadas espécies (Tiecher et al., 2013).

Segundo Manna et al. (2007), com a incorporação do calcário no solo ocorre melhora dos processos biológicos, resultando em uma maior produtividade das forrageiras. Essa técnica é utilizada na manutenção de diversas culturas com o objetivo de melhorar a disponibilidade de nutrientes e reduzir a acidez do solo (Ouimet & Moore, 2015).

Guelfi et al. (2013) com o objetivo de avaliar as características estruturais e produtivas do capim-Marandu (*Urochloa brizantha* cv. *Marandu*) sob o efeito de corretivos da acidez, gesso e da compactação do solo, em tubos de PVC de 20 cm de diâmetro, notaram que a ausência de calagem resultou em um menor crescimento radicular, porque o solo apresentava um pH ácido (4,4) e baixos níveis de Ca e Mg, e com uma saturação por alumínio de 76%, com isso mostra a importância da utilização da calagem no processo de desenvolvimento das plantas.

Cardoso et al. (2016) avaliando o efeito de doses de calcário (0 kg ha⁻¹, 2.000 kg ha⁻¹, 4.000 kg ha⁻¹ e 8.000 kg ha⁻¹) e nitrogênio (0 kg ha⁻¹, 20 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹, 80 kg ha⁻¹ e 160 kg ha⁻¹) no acúmulo de forragem, atributos químicos do solo e teor de macronutrientes, em lâminas foliares de capim-massai, concluíram que as doses de calcário e nitrogênio influenciaram positivamente o acúmulo de massa seca verde do capim-massai e a saturação por bases do solo. A máxima eficiência agrônômica foi obtida nas doses estimadas próximas a 587 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio e 5.796 kg ha⁻¹ de calcário. Portanto, o capim-massai respondeu positivamente às doses de nitrogênio e calcário, com efeitos significativos no acúmulo de massa seca verde e nas características de solo avaliadas.

A aplicação superficial de calcário, sem a incorporação, ocasiona um menor contato entre as partículas do solo e corretivo em comparação à aplicação incorporada,

determinando que as reações de dissolução ocorram basicamente na superfície do solo. Logo, seus efeitos são observados gradativamente da superfície para as camadas mais subsuperficiais, constituindo a chamada frente de alcalinização, cuja taxa de progressão depende da disponibilidade de água, da dose aplicada, do tempo decorrente e das características físicas e químicas do solo (Gatiboni et al., 2003).

Contudo, o calcário aplicado na superfície tem apresentado uma baixa mobilidade no perfil do solo, determinando uma menor eficiência na correção da acidez nas camadas sub superficiais (Kaminski et al., 2005). Isso ocorre, basicamente, devido à baixa solubilidade e a alta reatividade dos ânions provenientes do corretivo com os ácidos presentes na camada de solo em está em contato, restringindo os seus efeitos nas camadas superficiais do solo, mesmo após longos períodos de aplicação.

A importância da relação Ca/Mg não esta apenas relacionada ao potencial de fornecimento destes nutrientes pelo solo, mas também com a necessidade nutricional diferenciada das espécies cultivas, pela marcha de absorção de Ca e de Mg e o estágio de desenvolvimento da planta, e ainda, com os tais mecanismo que determinam o movimento de Ca e de Mg no solo.

1.4. Adubação das pastagens

A degradação das pastagens está correlacionada ao manejo inadequado de pastejo e adubação, que resulta na perda de vigor e produtividade do pasto, na ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras. Portanto, a permanência desse processo pode provocar uma degradação total do solo e dos nutrientes presente no local, gerando prejuízos econômicos, ambientais e sociais (Macedo et al., 2014; Euclides et al., 2015).

No cenário atual, grande parte das áreas de pastagens do Brasil encontra-se em algum estado de degradação, portanto, existe uma grande necessidade de recuperação, e/ou renovação, visando obter uma maior produtividade, o que pode ser alcançado com o uso da adubação. As quantidades de corretivos e fertilizantes a serem aplicados ao solo devem ser adequadas para permitir que a forrageira cresça e se desenvolva, pois tanto a deficiência como o excesso de nutrientes podem prejudicar o crescimento da mesma (Euclides et al., 2015).

1.4.1. Nitrogênio (N)

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que tem maior influência no desenvolvimento e produção das plantas forrageiras. Quando ocorre deficiência desse nutriente o crescimento da planta forrageira é limitado. Isso porque, esse nutriente participa diretamente no metabolismo da planta, constituindo os ácidos nucleicos, proteínas, membranas e moléculas de clorofila (Marschner, 2012).

Segundo Basra et al. (2014), o nitrogênio aumenta as taxas de crescimento e desenvolvimento das forrageiras, por participar diretamente da fotossíntese, aumentar as taxas de divisão e expansão foliar e influenciar as características morfogênicas (taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e duração de vida da folha) e estruturais (tamanho da folha, densidade de perfilhamento e número de folhas por perfilho) do perfilho (Melo et al., 2015).

Um dos efeitos negativos que ocorrem com a deficiência de nitrogênio na fotossíntese, está relacionado entre outros fatores, à redução do teor de clorofila (Ciompi et al., 1996). Portanto, o suprimento inadequado de nitrogênio pode diminuir a fotossíntese e o crescimento das plantas, impossibilitando o uso de outros elementos minerais, que são de suma importância para o metabolismo da planta como um todo (Peuke et al. 1994).

Silva et al.(2013) estudaram as características estruturais e o acúmulo da massa seca de lâminas foliares e colmos, com quatro doses (0, 100, 200 e 300 kg/ha) e duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e a ureia), no pasto de capim marandu em um solo em estágio inicial de degradação, onde concluíram que ocorreu efeito positivo diante da recuperação das pastagens da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, portanto, recomendou-se a dose de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, aplicado por meio do sulfato de amônio.

Costa et al. (2017) avaliaram as características agrônômicas e nutricionais do capim Massai (*Megathyrsus maximus*) sob o efeito da adubação nitrogenada, e concluíram que o ponto máximo de utilização do nitrogênio não deve ultrapassar valores superiores a 240 kg N.ha⁻¹, pois, o mesmo provoca a redução da massa e uma menor eficiência da utilização do nitrogênio.

Grande parte do nitrogênio que se encontra presente na biosfera não é disponível completamente para as plantas (Embrapa, 2017). O gás mais abundante da atmosfera em torno de 78% é o nitrogênio molecular (N₂) e esse não pode ser usado pelas plantas para

que ocorra a construção de suas biomoléculas, pois é uma molécula estável. Portanto, as principais fontes de nitrogênio que se encontram disponíveis no solo para serem utilizados pelas plantas são: matéria orgânica, sais de amônio e nitrato disponíveis no solo através da chuva, fixação biológica de nitrogênio e também através do uso de fertilizantes industriais (Taiz & Zeiger, 2017).

As forrageiras que possuem deficiências de nitrogênio apresentam sintomas primeiramente nas folhas mais velhas. A durabilidade das folhas pode ser bastante afetada pela falta de nitrogênio, pois este elemento, por ser móvel, move-se para folhas mais jovens, provocando senescência precoce das partes mais velhas (Mengel & Kirkby, 2001).

Segundo Aguiar & Silva, (2005), o nitrogênio é o nutriente que possui uma aplicação diferenciada no solo, quando comparado aos demais nutrientes, devido à sua mobilidade, sofrendo infinitas transformações, mediadas por microrganismos, portanto, ocorre transformação em formas gasosas e, devido a isso, existem várias perdas devido à volatilização, limitando sua eficiência, principalmente porque a maior parte desse processo é realizado através da aplicação de cobertura.

Para obter uma boa resposta da adubação nitrogenada, recomenda-se observar as condições ambientais, para assim reduzir as perdas por volatilização, aproveitando melhor o nutriente que vai beneficiar o desenvolvimento das plantas, aumentando a produção de massa seca e proteína, vindo da produção dos carboidratos. Assim, o conhecimento fisiológico da planta, associado à uma correta aplicação do nitrogênio, é extremamente necessário, visando uma boa resposta na produtividade.

1.4.2. Fósforo (P)

Os nutrientes que mais limitam a produtividade das pastagens é o fósforo e o nitrogênio. Segundo Sousa et al. (2004), o retorno da fertilização com o fosfato resulta de alguns fatores como: a quantidade de fósforo disponível no solo, os níveis de outros nutrientes presente, como o nitrogênio e o potássio, as espécies utilizadas e a condição climática.

A qualidade da forragem também é influenciada pela quantidade de fósforo presente no solo. Em situações com baixos teores de fósforo disponível, ocorre a limitação da absorção de nitrogênio, fazendo com que as plantas não aproveitem adequadamente esse nutriente, comprometendo o rendimento forrageiro (Belarmino et al., 2003).

Durante o processo de adubação fosfatada, a fixação é o fator principal a ser considerado, e recomenda-se que o fósforo seja colocado no sulco, para que assim fique mais próximos as raízes, o que vai facilitar a absorção. Com a aplicação em sulcos, o fósforo vai ficar mais perto das raízes facilitando a absorção e também o adubo vai ter contato com menor quantidade de solo, o que reduz a quantidade fixada pelo mesmo (Malavolta, 1980).

Segundo Malavolta (1980), o fósforo está diretamente ligado à produtividade das plantas, pois tem participação direta nos fosfolipídeos, nos ácidos nucléicos, no armazenamento e fornecimento de energia metabólica como o ATP e, portanto, em diversos processos metabólicos da planta, por exemplo, fotossíntese, síntese de macromoléculas como os carboidratos, proteínas e lipídeos, absorção ativa de nutrientes e no trabalho mecânico.

Uma das funções mais importante do P é o armazenamento e transferência de energia, que são os di e os trifosfatos de adenosina (ADP e ATP) e atuam como “moedas de energia”. Quando ocorre a reação nessas moléculas e elas se quebram, uma grande quantidade de energia é liberada. A energia oriunda da fotossíntese e do metabolismo de carboidratos são estocados em compostos fosfáticos para serem utilizados durante os processos vegetativos e reprodutivos. Portanto, quando ocorre deficiência de fósforo, conseqüentemente, é afetado o crescimento e desenvolvimento da planta (Grant et al., 2001).

Segundo Richards et al. (2001), o fósforo é um elemento importante para os ácidos desoxi (DNA) e ribonucleicos (RNA), que atuam no código genético das plantas, durante o processo de produção de proteínas e outros compostos essenciais para a estrutura da planta, produção de semente e transferências genética.

A maioria dos solos brasileiros, especialmente aqueles sujeitos ao clima tropical, apresentam baixo teor de fósforo total e de fósforo disponível para às plantas. A falta desse nutriente nos solos tropicais é intensa devido ao baixo pH desses solos e à grande quantidade de argila, que aumenta muito a adsorção de fosfatos e a formação precipitados com ferro e alumínio, diminuindo a disponibilidade de fósforo para as plantas (Sanchez & Salinas, 1981; Cardoso & Kuyper, 2006).

Apresentando baixa mobilidade no solo, o fósforo é apto para deslocar-se por poucos centímetros na solução, através do procedimento de difusão, portanto, é desta maneira que ocorre o contato entre o íon-raíz. Segundo Barber (1995) e Malavolta (2006), a difusão é definida pela movimentação de um elemento a curta distância dentro da fase

aquosa (solução do solo), a favor do gradiente de concentração, isto é, de uma região com uma maior concentração para outra com uma menor concentração, que neste caso é a superfície da raiz, onde ocorre a absorção pela planta fazendo com que a concentração diminua novamente.

Segundo Barrow (1985), a fixação do fósforo no solo abrange os procedimentos de adsorção específica e precipitação. O procedimento de adsorção específica do fósforo no solo acontece a princípio por uma ligeira ação eletrostática. Deste modo, de acordo com Parffit (1978), logo após a atração ocorre as reações mais lentas, que é através de troca ligantes de agrupamentos OH e OH_2^+ superficiais dos oxihidróxidos por fosfato da solução, caracterizando assim uma difícil ligação química de alta covalência. Desta maneira, as ligações de alta covalência designadas de um complexo de esfera interna, ocorre a ligação de íon ou molécula diretamente nos agrupamentos OH e OH_2^+ das superfícies adsorventes. Portanto, o fosfato liga-se de formas monodentadas, restando somente um oxigênio do fosfato ligado ao metal (Prasad & Power, 1997).

Segundo Moreira et al. (1997) e Lana et al. (2004), o fósforo pode ser fracionado em três classes: solúveis, pouco solúveis e insolúveis, e os que normalmente são utilizados na agricultura são os fosfatos solúveis em água. Portanto, os fosfatos solúveis em água mais utilizados na agricultura são os superfosfatos simples (SPS), o superfosfato triplo (SPT) e os fosfatos de amônio (Bolan et al., 1990).

Segundo Vitti et al. (2003), após o tratamento da rocha fosfática, é gerado dois subprodutos, superfosfato triplo (SPT) e fosfato de amônio. O SPT abrange cerca de 41% de P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio e água, cujo 90% é solúvel em água. Embora, o SPT apresente alta vantagem em relação a concentração de fósforo, ele apresenta desvantagem em relação ao SPS por ter um menor teor de CaO (15%) e não possuir enxofre.

A obtenção do superfosfato simples é através do tratamento da rocha fosfática com o ácido sulfúrico concentrado, desse modo, é uma junção de monocálcico com gesso. Portanto, a utilização da SPS, proporciona uma gessagem parcial ou total, esse resultado irá depender do tipo de solo. O SPS contém em torno de 18% de P_2O_5 (Vitti et al., 2003).

Duarte et al. (2016) avaliando a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã adubada com fontes de fósforo de diferentes solubilidades em água, com os seguintes tratamentos: Controle (sem aplicação de adubação fosfatada); fonte de fósforo de solubilização lenta (FNR); fonte de fósforo prontamente disponível (SS); e fonte mista de fósforo (FH), verificaram o efeito nas características Taxa de alongamento foliar, Taxa de alongamento

do colmo e Taxa de aparecimento foliar do capim - piatã, e não observaram diferença entre as fontes de fósforo na composição bromatológica do capim - piatã. Portanto, a utilização de adubos compostos por fontes mistas de fósforo favoreceu o desenvolvimento do capim - piatã no primeiro ano após a implantação da pastagem.

Bezerra et al. (2019) avaliando as características agronômicas de *Urochloa mosambicensis* sob diferentes níveis de fósforo (0, 50, 100 e 150 kg de $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ P_2O_5 , na forma de superfosfato simples e nitrogênio (0 e 100 kg de $N \cdot ha^{-1}$, na forma de sulfato de amônia), observaram que a adubação nitrogenada aumentou o número de perfilhos por planta e total de folhas. Já adubação fosfatada com 100 e 150 kg ha^{-1} promoveu uma maior altura de planta, independentemente do nitrogênio

Fernandes et al. (2019) avaliando as respostas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e do capim Massai (*Panicum maximum* x *P. infestum*) a diferentes doses de fósforo (0%, 25%, 50%, 75% e 100% da concentração de P), concluíram que em condições controladas, a *Brachiaria* revelou-se ser mais eficiente na absorção e transporte do nutriente P do que a espécie Massai, conseqüentemente, alcançando maior produção de massa seca e raiz, evidenciando ser mais responsiva a adubação fosfatada.

1.4.3. Potássio (K)

O potássio é um dos macronutrientes que está em maior quantidade nas plantas, o mesmo locomove-se, sobretudo, por meio da difusão e sua absorção ocorre pelas regiões pilosas das raízes. A absorção pode ser afetada por razões como a concentração desse nutriente no solo, umidade do solo e a idade da planta. O íon de potássio é a forma como a forrageira consegue absorver (Fagan et al., 2016).

O potássio é um cátion em maior concentração nas plantas, é um elemento essencial aos processos metabólicos, pois desempenha funções importantes no processo de fotossíntese, translocação dos carboidratos e no uso eficiente da água pela planta, além de promover regulação osmótica das células e dos tecidos vegetais, contribui em diversas etapas da síntese de proteínas e da ativação das enzimas, ajuda a equilibrar a aplicação do nitrogênio e aumenta a qualidade da planta. Porém, o potássio é um elemento de alto custo de importação, é altamente lixiviado nos solos altamente intemperizados e profundos e, com isso, não acumula de maneira relevante nos solos, não tendo como esperar respostas residuais por um período longo (Andrade et al., 2000, Filgueira, 2008; Malavolta, 2006).

FORAGEIRAS que estão presentes em solos que possui quantidades adequadas de potássio apresentam maior eficiência no uso de água, auxiliando nas reações metabólicas. Por atuar na abertura e fechamento dos estômatos quando ocorre a deficiência de potássio, não ocorre a abertura dos mesmos regularmente, diminuindo a entrada de CO₂ e conseqüentemente, a fotossíntese. O que pode acontecer também com a deficiência de potássio é a redução do metabolismo da planta, aumentando o acúmulo de carboidratos solúveis e diminuindo os níveis de amido (K ativa o amido sintetase) e acúmulo de compostos N-solúvel. Pode ser notado também danos na síntese de proteína, uma vez que o potássio provavelmente ativo a redutase do nitrato sendo fundamental na síntese dessa enzima. A diminuição dessa síntese proteica resulta no aumento do acúmulo de putrescina, esse composto nitrogenado é tóxico às plantas, que acarreta um sintoma comum nas plantas deficientes de potássio que é a necrose das margens das folhas (Prado, 2008).

O potássio presente no solo pode ser encontrado em quatro frações, K trocável, K não trocável, K em solução e K estrutural, desta forma, estão em equilíbrio. A dinâmica do potássio ocorre da seguinte maneira: o K trocável e o K em solução são absorvidos pelas raízes das forrageiras, em contrapartida o K não-trocável e o K estrutural estão apenas disponíveis, e podem ser utilizadas para reabastecer o K trocável (Campkin, 1985; Oborn et al., 2005; Ogaard et al., 2002).

Segundo Gracia et al., (2008), o potássio no solo é afetado por reações químicas de equilíbrio, ou seja, elas se movem de acordo com o gradiente projetado pela diminuição da disponibilidade, principalmente pela forma trocável. No entanto, outras formas de potássio, incluindo o potássio disponibilizado pelos resíduos das culturas e o potássio não trocável, podem deslocar para a solução do solo, contribuindo para a nutrição das plantas.

O K, quando empregado de maneira insuficiente, pode levar ao esgotamento de suas reservas (Oborn et al., 2005), e seu uso de maneira excessiva pode intensificar as perdas por lixiviação, até mesmo em solos que possuem uma alta capacidade de troca catiônica (Ernani et al., 2007; Rosolem et al., 2010).

O manejo do potássio no solo ainda exige muita precaução em relação à sua concentração e ao uso excessivo de água, pois é um nutriente com alta capacidade de lixiviação (Mielniczuk, 2005), portanto, o enriquecimento da solução do solo pode resultar em um aumento excessivo da lixiviação de potássio, independentemente da textura do solo, sendo, portanto, essencial ter um manejo adequado (Werle et al., 2008).

1.5. Referências

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Rebanho bovino Brasileiro. 2019.

AGUIAR, A. de P. A.; SILVA, A. M. Calagem e adubação da pastagem. In: **Simpósio de Forragicultura e Pastagens**. p. 177-246. 2005.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais (CFSMG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª aproximação**, Viçosa, 1999.

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. 06, p. 886-893, 2010.

ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; OLIVEIRA, R. A.; CÓSER, A. C.; CUNHA, F. F. Bromatologia e digestibilidade de gramíneas manejadas por corte submetidas à adubações nitrogenadas e estações anuais. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 8-15, 2014.

ANDRADE, A. C. et al. 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.

BASRA, S. M. A.; IQBAL, S.; AFZAL, I. Evaluating the response of nitrogen application on growth, development and yield of quinoa genotypes. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.16, n.5, p.886-892, 2014.

BARROW, N. J. REACTION OF ANIONS AND CATIONS WITH VARIABLE-CHARGE SOILS. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 38, p. 183-230, 1985.

BARBER, D. A. **Soil nutrient bioavailability**. A mechanistic approach. 2. Ed. New York, NY: John Wiley e Sons, 1995. 414p.

BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M; VIEIRA, I; CÁRDENAS, R.R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.519-528, 2003.

BENETT, C. G. S.; YAMASHITA, O. M.; KOGA, P. S.; SILVA, S. K. Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a diferentes tipos de adubações. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.6, n.1, p.13-20, 2008.

BELARMINO, M.C.J.; PINTO, J.C.; ROCHA, G.P; NETO, A.E.F; MORAIS, A.R.M. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim Tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. **Ciência Agrotecnologia**, v.27, n.4, p.879-885, 2003.

BEZERRA, R. C. A.; LEITE, M. L. M. V.; ALMEIDA, M. C. R.; LUCENA, L. R. R.; SIMÕES, V. J. L. P.; BEZERRA, F. J. S. M. Características agronômicas de *Urochloa mosambicensis* sob diferentes níveis de fósforo e nitrogênio. **Magistra**, v. 30, p.268 - 276, 2019.

BOLAN, N.S.; WHITE, R.E.; HEDLEY, M.J. A review of the use of phosphate rocks as fertilizers for direct application in Australia and New Zealand. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 30, p. 297-313, 1990.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA L. E. M. de; MESQUITA A. C. **Análise de Crescimento de Plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008.

CAMPKIN, R. Model for calculating potassium requirements for grazed pastures. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v. 13, n. 1, p. 27-37, 1985.

CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ V. V. H.; RIBEIRO, A.C. Pastagens. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (Eds.) **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p.332-341.

CANTARUTTI, R. B.; SANTOS, H. Q. E.; CARVALHO, M. M. de.; FONSECA, D. M. da; ALVAREZ V., V. H. Níveis críticos de fósforo no solo e planta para gramíneas forrageiras tropicais em diferentes idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p.173-182, 2002.

CARDOSO, I.M.; KUYPER, T.W. Mycorrhizas and tropical soil fertility. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 116, p. 72-84, 2006.

CARLIN, S. D.; RHEIN, A. F. de L.; SANTOS, D. M. M. dos. Efeito simultâneo da deficiência hídrica e do alumínio tóxico no solo. Semina: **Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.553-564, 2012.

Cardoso, S.; Volpe, E.; Macedo, C. M.; Effect of nitrogen and lime on Massai grass subjected to intensive cutting. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 46, n. 1, p. 19-27, 2016.

Cardoso, J. M. Dos S., Andrade, A. C., Magalhaes, J. A., Rodrigues, B. H. N., Vieira, J. S., Fogaca, F. H. Dos S., Mehl, H. U. & Costa, N. De L. (2015). Fontes e doses de nitrogênio na produtividade do capim-Marandu. **PubVet**, Maringá, v.9, n.8, p. 348-358, 201.

CASTRO, F. G. F.; HADDAD, C. M.; VIEIRA, A. C.; VENDRAMINI, J. M. B.; HEISECKE, O. R. P. Época de corte, produção, composição químico-bromatológica e digestibilidade da matéria seca da grama estrela Florico. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 1, p. 225-233, 1999.

CIOMPI, S.; GENTILI, E.; GUIDI, L. & SOLDATINI, G. F. The effect of nitrogen deficiency on leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters in sunflower. **Plant Science**, v. 118, p. 177-184, 1996.

COSTA, N. L. Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia. Porto Velho: **Embrapa Rondônia**, p.224, 2004.

COSTA, C. S.; RODRIGUES, R. C.; ARAÚJO, R. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; SANTOS, F. N. S.; RODRIGUES, M. M.; COSTA, F. O.; SILVA, I. R.; ALVES, A. A.; LIMA, N. M. Agronomic and nutritional characteristics of Massai grass subjected to deferred grazing and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.3, p.1607-1614, 2017.

CORSI, M.; NASCIMENTO Jr, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. In.:PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C., FARIA, V. P. (Ed). Pastagens: **Fundamentos da exploração racional**. 2ª. ed. Piracicaba: FEALQ, p. 15-48, 1994.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; ABREU, J.B.R.; ARAÚJO, S.A.C.; JARDIM, J.G. Adubação nitrogenada, potássica e fosfatada na produção e germinação de sementes de capim quicuío-da-amazônia. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n.2 p. 59-065, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. Métodos para análise de alimentos - **INCT - Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A. L. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.39, n.12, 2010. 2598-2603p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 551-594, 2007.

EUCLIDES, V.P.B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R.N.; OLIVEIRA, M.P. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.273-280, 2007.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 808-818, nov./dez. 2014.

EIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Fontes, Doses e Modos de Aplicação de Fósforo na Recuperação de Pastagem com *Brachiaria*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n. 5, p. 1154-1160, 2010.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu- Soluções Tecnológicas. Campo Grande, **EMBRAPA -CNPGC**, 1984. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos).

EMBRAPA. Capim Marandu. Cultivar de *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, MS: **Embrapa Gado de Corte**, p.2, 2014.

EMBRAPA. Capim Marandu. Cultivar de *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2017.

FAGAN, E. B., ONO, E. O., RODRIGUES, J. D., SOARES, L. S., & DOURADO NETO, D. Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral. 2016.

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 Pesquisa Agropecuária**. v. 2. n. 2. P.32-49, 2019.

FERNANDES, A. R.; LINHARES, L. C. F.; MORAIS, F. I. O.; SILVA, G. R. da. Características químicas do solo, matéria seca e acumulação de minerais nas raízes de adubos verdes, em resposta ao calcário e ao fósforo. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 40, p. 45-54, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421p.
GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C. ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, v.28, p.579-585, 2008.

GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.411-430,1997.

GRANT, C.A; FLATEN, D.N. Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Piracicaba: Potafós**, p.1-5, 2001. (Informações Agronômicas, 95).

GUELFY, D.R.; FAQUIN, V.; SOUZA, M.A.S.; OLIVEIRA, G.S.; SANTOUCY, S.G.; BASTOS, E.A. Características estruturais e produtivas do capim-Marandu sob efeitos de corretivos da acidez, gesso e compactação do solo. **Interciência**, v. 38, n. 9, p. 681-687, 2013.

GATIBONI, L.C. et al. Alterações nos atributos químicos do solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.282-290, 2003.

HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, v.57, n.12, p.1332-1334, 1979.

LANA, R.M.Q.; ZANÃO JUNIOR, L.A.; LUZ, J.M.Q.; SILVA, J.C. Produção da alfaca em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solos de cerrado. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n.3, p. 525-528, 2004.

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.

LISTA, F. N.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.; DETMANN, E.; PERES, A. A. C. Avaliação nutricional de pastagens de capim-elefante e capim-Mombaça sob manejo rotacionado em diferentes períodos de ocupação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1406-1412, 2007.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A career perspective on soil management in the Cerrado Region of Brazil. In: SPARKS, D. (ed.). **Advances in Agronomy**, v.137, p. 1-72, 2016.

LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R.; BRAGA, G.J. Efeitos de tipos, doses e incorporação de calcário sobre características agronômicas e fisiologias do capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.964-970, 2000.

MACEDO, M. C. M. ZIMMER, A. H.; KICHEL A. N.; ALMEIDA, R. G.; ARAÚJO, A. R. Degradação de pastagens, alternativa de recuperação e renovação e formas de mitigação. Campo Grande: **Embrapa gado de corte**, 2014. P. 158-181.

MALAVOLTA, E. Elementos da Nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ed. **Agronômica Ceres**, p, 251, 1980.

MALAVOLTA, E. ABC da análise de solos e folhas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 124 p, 1992.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. London: Academic, p, 651, 2012.

MALAVOLTA, E. Função dos macros e micronutrientes: Manual de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, p.638, 2006.

MANNA, M. C.; SWARUP, A.; WANJARI, R. H.; MISHRA, B.; SHAHI, D. K. Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. **Soil & Tillage Research**, v. 94, p. 397-409, 2007.

MELO, C. J. ALEXANDRINO, E.; DE PAULA; J. J. N.; SILVA, A. A. M.; NEIVA, J. N. M.; DE REZENDE, J. M. Preferência de forragem de Capim-Marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) manejado sob lotação intermitente e submetido à doses de nitrogênio na Amazônia legal. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.4, p.2713-2726, 2015.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. London: Kluwer Academic, p; 849, 2001.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Oxford University Press**, p.165-178, 2005.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; VIRGENS FILHO, A.C.; SILVEIRA, R.L.V.A.; ABREU, J.B.R. Avaliação da disponibilidade do fósforo no solo por métodos isotópico, químicos e biológico. **Scientia Agricola**, v. 54, n 1-2, 1997.

NARENDRULA-KOTHA, R.; NKONGOLO, K. K. Microbial response to soil liming of damaged ecosystems revealed by pyrosequencing and phospholipid fatty acid analyses. **Journal Plos One**, v. 1, p. 1-22, 2017.

NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. de F. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. **Agrociencia**, v. 13, n. 3, p. 18-27, 2009.

NEELY, C.; BUNNING, S.; WILKES, A. Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change implications and opportunities for mitigation and adaptation. Roma: FAO, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, p.38, 2009.

OBORN, I.; RANGEL, Y A.; ASKEKAARD, M.; GRANT, C.A.; WATSON, C.A.; EDWARDS, AC. Critical aspects of potassium management in agricultural systems. **Soil Use and Management**, v. 21, n. 1, p. 102-112, 2005.

OGAARD, A. F.; KROGSTAD, T.; LUNNAN, T. Ability of some Norwegian soils to supply grass with potassium (K) – soil analyses as predictors of K supply from soil. **Soil Use and Management**, Hoboken, v. 18, n. 4, p. 412-420, set. 2002.

OUIMET, R.; MOORE, J. D. Effects of fertilization and liming on tree growth, vitality and nutrient status in boreal balsam fir stands. **Forest Ecology and Management**, n. 345, p. 39-49, 2015.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 573-579, 2007.

PARFITT, R. L. Anion adsorption by soils and soil materials. **Advances in Agronomy**, v.30, p. 1-46, 1978.

PEREIRA, M.M; REZENDE, C.P; PEDREIRA, M.S; PEREIRA, J.M; MACEDO, T.M; SILVA, H.G.O; BORGES, A.M.F; SILVA, A.M.P. Valor alimentício do capim marandu, adubado ou consorciado com amendoim forrageiro, e características da carcaça de bovinos de corte submetido à pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, v.16, n.3, p.643-657, 2015.

PEUKE, A.D.; HARTUNG, W. & JESCHKE, W.D. The uptake and flow of C, N and ions between roots and shoots in *Ricinus communis* L. I. Grown with low and high nitrate supply. **Journal of Experimental Botany**, n. 45, p. 733-749, 1994.

PRADO, R. M. Nutrição de plantas. São Paulo: **Editora UNESP**, 407 p., 2008.

PRASAD, R.; POWER, J.F. **Soil fertility management for sustainable agriculture**. Boca Raton: CRC Press, p. 356, 1997.

RAIJ, B. VAN.; QUAGGIO, J.A. Uso eficiente de calcário e gesso na agricultura. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA, Brasília, 1984. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DEP, p. 323- 346, 1984.

RESENDE, A. V.; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C.; KAPPES, C.; MOREIRA, S. G.; OLIVEIRA JR., A.; BORIN, A. L. D. C. Solos de fertilidade construída: características, funcionalidades e manejo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: POTAFOS, v. 156, p. 1-19, 2016.

RICHARDS, I.R.; JOHNSTON, A.E. The effectiveness of different precipitated phosphates as sources of phosphorus for plants. v. 15, p. 52-59. 2001.

ROSOLEM, C. A.; SGARIBOLDI, T.; GARCIA, R. A.; CALONEGO, J. C. Potassium leaching as affected by soil texture and residual fertilization in tropical soils. **32 Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.41, p.1934-1943, 2010.

ROSSETTO, R.; CANTARELLA, H.; JARDIM, R.R.; Adubação e calagem em cana-de-açúcar. **O Agrônomo**, v. 57, n.2, p.22-23, 2005.

SARAIVA, O. F. Manejo da fertilidade do solo para formação de pastagens tropicais. Coronel Pacheco, MG: **EMBRAPA-CNPGL**, 34 p., 1990.

SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, v.34, p. 280-406, 1981.

SANTINI, J. M. K.; PERIN, A.; COAGUILA, D. N.; VALDERRAMA, M.; GALINDO, F. S.; DOS SANTOS, C. G.; SILVA, V. M.; BUZETTI, S. Adubação nitrogenada na implantação de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés no cerrado: Características nutricionais. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.10, n.2, p.140-153, 2016.

SANTOS, P.M. Controle do desenvolvimento das hastes no capim tanzânia: um desafio. Piracicaba, SP: ESALQ, 2002. 98p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Queiroz, Piracicaba.

SÁ, J.F.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F.; BONOMO, P.; FIGUEIREDO, M.P.; MENEZES, D.R. E ALMEIDA, T.B. 2010. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arquivo Brasileira de Medicina veterinária**, v. 62, n.3, p. 667-676.

SILVA D. R. G.; COSTA K. A. P.; FAQUIN V.; OLIVEIRA I. P.; BERNARDES T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu, **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, jan-mar, 2013.

SILVA, M. M., MALDONADO, H., BRESSAN-SMITH, R. E., COELHO, J. F., & D AVILA, E.. Diferenças varietais nas características fotossintéticas de *Pennisetum purpureum* Schum. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1975-1983, 2001.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.) Cerrado correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: **EMBRAPA**, p. 147- 168, 2004.

SOARES FILHO, C.V.; RODRIGUES, L.R.A.; PERRI, S.H.V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p. 1377-1384, 2002.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado**. Piracicaba: Potafos, 2003. 16 p. (Informações Agronômicas, 102).

SOUSA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A.M.; SANTOS, A.R.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. Ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Ciências Agrárias**, 1993 v.32, suplemento 1, p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016.548p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**, 6 ed., Porto Alegre: Artmed, 2017.

TIECHER, T.; OLIVEIRA, L. B.; RHEINHEIMER, D. S.; QUADROS, F. L. F.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Phosphorus application and liming effects on forage production, floristic composition and soil chemical properties in the Campos biome, southern Brazil. **The Journal of the British Grassland Society**, v. 69, p. 567-579, 2013.

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Forage breeding in Brazil. **Revista Ceres**, v. 56, p. 460-472, 2009.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant.: Cornell University Press, 1994. 476p

VALLE, C. B.; MACEDO M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L. & RESENDE, L. M. S.. Gênero *Brachiária*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, p.30-77. 2010.

VALLE, C. B., EUCLIDES, V. P. B., PEREIRA, J. M., PAGLIARINI, M. S., MACEDO, M. C. M., LEITE, G. G., LOURENÇO, A. J., FERNANDES, C. D., DIAS FILHO, M. B., LEMPP, B. POTT, A. & SOUZA, M. A. (2004). A *Brachiaria brizantha* cv. Marandú na Diversificação das Pastagens de Braquiária. Documentos 149. **EMBRAPA**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.12.

VENDRAME, P. R. S.; BRITO, O. R.; GUIMARÃES, M. F.; MARTINS, E. S.; BECQUER, T. Fertility and acidity status of latossolos (oxisols) under pasture in the Brazilian Cerrado. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 82, n. 4, p. 1085-1094, 2010.

VITTI, G.C.; WIT, A.; FERNANDES, B.E.P. Eficiência agronômica dos termofosfatos e fosfatos alternativos. In: SIMPÓSIO FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA 2003, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Potafos; ANDA, 2003. 726P.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, n.3, p.307-313, 1994.

II - OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com e sem calagem sob diferentes adubações.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar a produção e as características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada com e sem calcário sob diferentes adubações.

Quantificar os teores de pigmentos fotossintético e carboidratos e a composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com e sem calcário, sob diferentes adubações.

Quantificar a eficiência do uso de água da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com e sem calcário, sob diferentes adubações.

III - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação do experimento

O experimento foi realizado na casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus “Juvino Oliveira”, na cidade de Itapetinga, Ba, situada nas seguintes coordenadas: 15°38’46” de latitude sul, 40°15’24”, de longitude oeste e com altitude média de 280 m. O clima do município, de acordo com a classificação köppen, é do tipo “Cw”, mesotérmico úmido e sub-úmido quente. As avaliações foram realizadas no período de 07 de abril a 31 de maio de 2019.

O ensaio foi conduzido em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições, sendo cinco combinações de fertilizantes (sem adubo, PK, NP, NK, NPK) associado ou não ao calcário, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando 40 vasos plásticos com capacidade para 10 dm³. O experimento teve 56 dias de duração, que foram divididos em dois períodos de 28 dias cada.

O solo utilizado foi coletado na Fazenda Bela Vista, localizada no município de Encruzilhada, BA, sendo classificado como latossolo lvermelho escuro, com textura franco argilo arenosa. Para análise de solo, amostras simples foram coletadas em pontos aleatórios na profundidade de 0-20 cm, secas ao ar, homogeneizadas para se obter a amostra composta, que em seguida foi enviada ao Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da UESB para a realização de análises químicas, descritas na (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo

pH	*mg/dm ³	*cmol/dm ³ de solo.....					%				
(H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	S.B ¹	t ²	T ³	V ⁴	m ⁵
4,7	1	0,1	0,6	0,4	1,3	5,9	1,1	2,4	8,3	13	54

¹Soma de bases, ²CTC efetiva, ³ CTC pH, ⁴ Saturação por bases, ⁵ Saturação por Al³⁺.

Fonte: Laboratório de solos da UESB.

Conforme os resultados da análise de solo e seguindo as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - 5º aproximação (Alvarez & Ribeiro, 1999), adotando-se o alto nível tecnológico, houve a necessidade de realizar a

calagem, considerando a baixa relação cálcio/magnésio, onde foi aplicado calcário calcítico 30 dias antes do plantio, na quantidade de 18,6 g por vasos. Adubação fosfatada, foi realizada no momento do plantio, com 110 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, (3,06 g de superfosfato triplo por vaso), a adubação nitrogenada com 150 kg de N/ha (1,67 g de ureia por vaso), foi realizada de forma parcelada em duas aplicações (0,84 g por vaso de ureia em cada período) e a adubação potássica com 60 kg.ha⁻¹ de K₂O (0,52 g de cloreto de potássio). A calagem e adubação foram realizadas em cada unidade experimental de acordo com os tratamentos.

Para determinação da capacidade de campo, os vasos com solo seco foram pesados, sendo encharcados com água e, após o escoamento da água, pesados novamente. Esse peso correspondeu ao peso do solo próximo à capacidade de campo, e foi utilizado para a reposição da água perdida por evapotranspiração, sendo os vasos pesados diariamente.

As temperaturas máximas, mínima e a média, do interior da casa de vegetação (Figura 1) foram registradas durante todo período experimental por meio de um termo higrômetro digital.

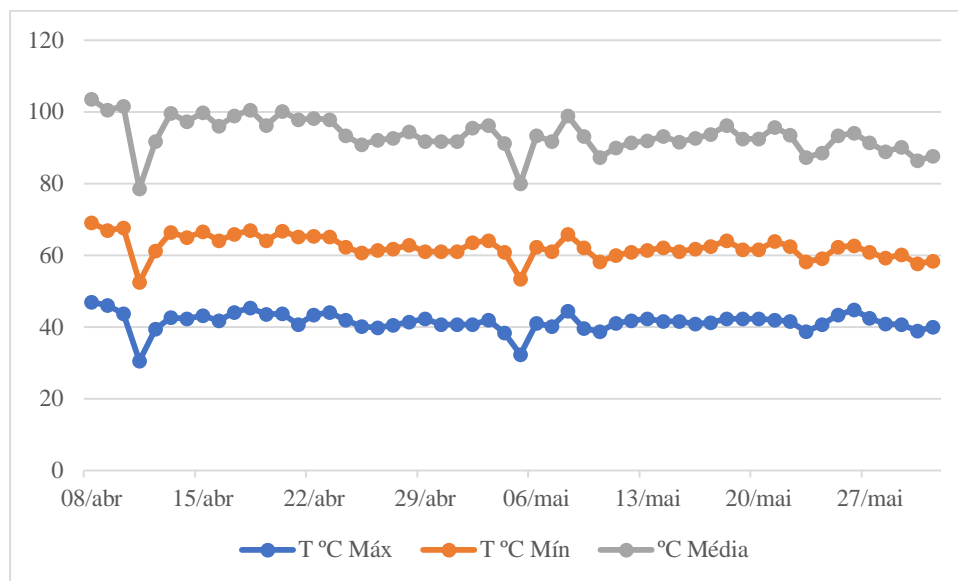


Figura 1. Temperaturas (°C) máxima, mínima e média durante o período de 08 de abril a 31 de maio.

O plantio foi realizado nos vasos, no dia 22 de fevereiro de 2019, usando sementes de Capim Marandu vendidas comercialmente. Após 26 dias do plantio, realizou-se um

desbaste, mantendo-se quatro plantas por vaso, tendo como requisito na escolha, o vigor e a homogeneidade das plantas.

Vinte dias após o desbaste, foi realizado o corte de uniformização das plantas na altura de 10 cm do solo, seguido da adubação (NPK). As plantas foram irrigadas diariamente, mantendo a capacidade de campo durante o período experimental.

3.2. Avaliações

3.2.1. Produção de massa seca e volume de raiz

Para a avaliação da massa seca, no primeiro período a forragem dos vasos foi cortada a 10 cm de altura e material coletado dissecado em folha e colmo (parte aérea). No segundo período, os vasos foram desmontados com o auxílio de água corrente, retirando-se as plantas inteiras, onde posteriormente foram dissecadas em folha e colmo (parte aérea), raiz e resíduo. A amostra de parte aérea (folha + colmo) foi considerada acima da linha de corte de 10 cm preconizada, e o resíduo correspondeu a produção abaixo da linha de corte (10 cm) até o ponto de inserção da raiz. Os dados de produção foram apresentados em kg de MS. ha⁻¹, considerando-se a área do vaso de 0,07065m².

Logo após o corte, o material dissecado (folha, colmo, resíduo e raiz) foi pesado para a determinação de massa fresca (MF) e, em seguida, seco em estufa a 65° C por 72 horas, e pesados novamente para obtenção da massa seca (MS).

Para as raízes, além da massa fresca e seca, foi determinado o volume, utilizando-se uma proveta com quantidade de água conhecida, onde a raiz fresca foi introduzida e, por meio da diferença de volume, foi obtido o volume de raiz.

De posse dos dados foi calculado a produção de massa seca da parte aérea (PMSPA), que é o somatório dos dois cortes, a produção massa seca de resíduo (PMSRE) e produção massa seca da raiz (PMSRA).

3.2.2. Características morfogênicas e estruturais

Dois perfilhos por vasos foram marcados com fitas coloridas, nos quais foram avaliados, a cada três dias (em cada período experimental): aparecimento do ápice foliar; comprimento do colmo; comprimento e largura da folha. A partir desses dados, foram calculadas as características morfogênicas e estruturais:

– Taxa de aparecimento foliar (TApF, folhas/perfilho/dia): obtida pela divisão do número de folhas surgidas nos perfilhos marcados de cada vaso pelo número de dias do período de avaliação.

– Filocrono (dia/folha/perfilho): inverso matemático da taxa de aparecimento de folhas.

– Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm/perfilho/dia): calculada pela diferença entre os comprimentos foliares, final e inicial, dividido pelo número de dias do período de avaliação.

– Largura da folha (LF, cm): largura média das lâminas foliares completamente expandidos;

– Taxa de alongamento do colmo (TAIC, mm/perfilho/dia): obtida pela diferença entre o comprimento final e inicial do colmo de cada perfilho, medido do nível do solo até a altura da lígula da folha mais jovem, dividido pelo número de dias do período de avaliação.

– Altura da planta (ALT, cm).

3.2.3. Área foliar e análises de crescimento

Para quantificar a área foliar, as folhas das quatro plantas presentes em cada vaso foram escaneadas. As imagens digitalizadas foram utilizadas para a determinação das áreas foliares pelo programa computacional ImageJ. Esse programa determina a área da imagem ocupada pelas folhas pelo contraste com a área não ocupada.

Os cálculos de área foliar (AF), área foliar específica (AFE, cm²/g), índice de área foliar (IAF), razão área foliar (RAF, cm²/g), foram realizados conforme equações definidas por Cairo et al. (2008).

3.2.4. Teores de pigmentos e de carboidratos

3.2.4.1. Clorofilas e carotenoides

No dia anterior, a cada corte, foi realizada a coleta de folhas totalmente expandidas para a avaliação da clorofila. Foi coletada a terceira folha totalmente expandida por unidade experimental, a qual foi acondicionada em saco de papel de alumínio devidamente identificado. Os sacos foram colocados em caixa de isopor com gelo e

levados para o laboratório para determinação das clorofilas e carotenoides. Essas coletas foram realizadas as 10 horas da manhã.

A determinação dos teores de clorofila e carotenoides foi realizada segundo a metodologia descrita por Hiscox & Israelstam (1979), onde aproximadamente 0,03 g da massa fresca da folha coletada de cada vaso foi colocada em um frasco de vidro contendo 5ml de Dimetilsulfóxido (DMSO) e envolvidos com papel alumínio. Após identificados os frascos foram deixados no escuro por 72 horas. Após as 72 horas foi realizada a quantificação em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 665, 649 e 480 nm. Os cálculos das clorofilas e dos carotenoides foram realizados por meio das seguintes fórmulas (Wellburn, 1994), com os valores ajustados para mg.g^{-1} de matéria fresca:

$$\text{- Clorofila a} = (12,19 \times A_{665}) - (3,45 \times A_{649});$$

$$\text{- Clorofila b} = (21,99 \times A_{649}) - (5,32 \times A_{665});$$

$$\text{- Clorofilas totais} = \text{Clorofila a} + \text{Clorofila b};$$

$$\text{- Razão clorofila a/b: Clorofila a} / \text{Clorofila b};$$

$$\text{- Carotenoides} = [1000 \times A_{480} - (2,14 \times \text{Clorofila a}) - (70,16 \times \text{Clorofila b})] /$$

220.

3.2.4.2. *Açúcares solúveis totais e amido*

Foram moídas amostras de folhas e caule (parte aérea), resíduo e raiz em moinho de bola, para realizar as análises dos carboidratos. Os açúcares solúveis totais (AST) foram extraídos por meio da homogeneização de 300 mg de massa seca da amostra, em 4 mL de tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0) acrescido de ácido ascórbico 20 mM, seguido de centrifugação a 4000 rpm por 20 minutos e coleta do sobrenadante. O processo foi realizado mais duas vezes e os sobrenadantes foram combinados, totalizando 12 mL de extrato. Os AST foram determinados nas amostras de parte aérea, resíduo (o que sobra abaixo dos 10 cm até a raiz) e da raiz.

Para o amido, foi utilizado o pellet do resíduo e raiz, resultante da extração dos açúcares solúveis, o qual foi ressuscitado em 5 mL do tampão acetato de potássio 200 mM (pH 4,8) que foi colocado em banho-maria a 100°C por 5 minutos. Em seguida, foi resfriado até atingir cerca de 50°C, momento em que foi adicionada a solução enzimática, contendo 11 unidades da enzima amiloglucosidase. A mistura permaneceu em banho-maria a 50°C por duas horas, sob agitação. Após a incubação, realizou-se uma

centrifugação a 4000 rpm por 20 minutos, o sobrenadante foi coletado e o volume completado para 5 mL com o mesmo tampão.

A quantificação dos AST e amido foi realizada pelo método da Antrona (Dische, 1962).

3.2.5. *Eficiência de uso da água*

Os vasos foram pesados diariamente para manutenção da hidratação do solo próximo à capacidade de campo, sendo registrada a quantidade de água repostada e, ao final de cada período, foi calculada a quantidade de água utilizada por período.

De posse da massa seca produzida e da quantidade de água repostada no período, foram calculadas a quantidade de água necessária para produzir uma grama de massa seca ($L.g^{-1}$) e a massa seca produzida com um quilograma de água ($g.L^{-1}$).

3.2.6. *Análises químico-bromatológicas*

As amostras da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram identificadas, pesadas e colocadas em estufa com ventilação forçada a ($65^{\circ}C$ por/ 72h) para a determinação da matéria seca. Após a pré-secagem as amostras da parte aérea foram moídas em moinho de facas em peneira de 2 milímetros.

Foram determinadas as seguintes análises químico-bromatológicas de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al., (2012).

- Matéria seca (MS; Método INCT-CA G-003/1);
- Proteína bruta (PB; 152 (nitrogênio total x 6,25) (Método INCT-CA N-001/1),
- Fibra em detergente neutro (FDN) (Método INCT-CA F002/1),
- Fibra em detergente ácido (FDA) (Método INCT-CA F-004/1),
- Lignina (H_2SO_4 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-002/1) e compostos nitrogenados (NIDN; Método INCTCA N004/1).

Para o fracionamento de proteína, os componentes foram obtidos através das metodologias descritas Licitra et al. (1996) e Fox et al. (2003), visando 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”, foram 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.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) observado foi obtido a partir da equação somativa: $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDNcpD + CNFD$, em que PBD, EED, FDNcp e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (isenta de cinzas e proteína) digestível e carboidratos não-fibrosos digestíveis segundo NRC (2001).

3.3. Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância considerando como fonte de variação, calagem (Cal), adubação (Ad) e a interação Cal X Ad. Procedeu-se com o desdobramento da interação, ou não, onde as médias foram comparadas pelo teste Tukey. Para todas as análises foram utilizados 5% de probabilidade.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre a calagem e adubação foi significativa ($P < 0,05$) para a produção de massa seca da parte aérea (PMSA), massa seca do resíduo (PMSRE), massa seca da raiz (PMSRA) (Tabela 2) e volume de raiz (Tabela 3) da *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu.

Para PMSPA, maiores produções foram observadas na ausência da calagem quando foi utilizado o NP e com a calagem quando se aplicou o NP e NPK, demonstrando a importância da presença do nitrogênio para que ocorra um alto potencial produtivo da parte aérea das plantas forrageiras. Segundo FERLIN et al., (1999), a presença do nitrogênio é um dos principais fatores que ajuda no crescimento e no desenvolvimento das gramíneas, isso porque esse nutriente participa diretamente no metabolismo da planta, constituindo os ácidos nucleicos, proteínas, membranas e moléculas de clorofila.

O fósforo associado ao nitrogênio, estimula o perfilhamento de gramíneas forrageiras, o que contribuiu assim para que ocorresse uma maior produção da parte aérea da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no presente trabalho onde esses nutrientes estavam presentes. De acordo com Duarte et al. (2016), em solos com baixa disponibilidade de P as plantas utilizam o fósforo disponível somente no processo de manutenção, o que pode levar a uma paralisação na emissão de perfilhos e novas folhas, resultado na queda de produção das plantas.

Em relação às estratégias de adubações, o uso da combinação NP e NPK propiciaram maior PMSPA na presença da calagem. Isso porque a calagem provavelmente elevou o pH do solo, deixando o mesmo em uma faixa, onde o P e N tem sua disponibilidade aumentada, proporcionando assim uma maior PMSPA.

Avaliando a PMSRE maiores produções foram observadas na ausência da calagem quando foi utilizado o NP e NPK e com a calagem quando foi utilizado o NP. Esses resultados mostram a importância da adubação no que diz respeito ao processo de produção, já que todas as plantas foram cortadas em uma altura de 10 cm, logo, as adubações NP e NPK promoveram maior resíduo, onde essas plantas apresentaram mais parte aérea e caules mais grossos. O que está relacionado a uma maior quantidade de reservas, que favorecem a rebrota.

Estudando as adubações o uso do NP associado a calagem e do NPK na ausência da calagem proporcionaram maior PMSRE. Demonstrando a influência que esse nutrientes N e P possui nos processos produtivos dessa gramínea. Considerando principalmente a importância do fósforo associado a calagem, pois o mesmo desempenha papel importantes no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento de gramíneas, pois mesmo em solos que não continha a correção do solo, com a presença dos nutrientes adequados proporcionaram uma maior produção de resíduo, beneficiando assim o processo de perfilhamento.

Tabela 2. Produção de massa seca da parte aérea (PMSPA), massa seca de resíduo (PMSRE) e massa seca da raiz (PMSRA) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetidas a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
PMSPA kg/MS						
Sem	88,5cA	112,9cA	458,7aA	149,1cB	231,5bB	208,1
Com	118,7cA	141,6cA	489,6aA	242,6bA	441,1aA	286,7
Média	103,6	127,2	474,2	195,8	336,3	
CV% ¹	14,0					
PMSRE kg/MS						
Sem	64,7bA	72,7bA	256,5aA	94,2bB	265,9aA	754
Com	71,6cA	95,8bcA	263,6aA	134,0bA	121,0bB	673,7
Média	124,0	169,5	520,1	228,2	386,9	
CV% ¹	15,4					
PMSRA kg/MS						
Sem	164,2bA	275,0bA	507,0aA	205,1bB	452,0aA	1603,3
Com	152,6bA	207,3abA	369,6aB	233,8abA	317,4abB	1280,7
Média	316,8	482,3	876,6	522,5	685,8	
CV% ¹	29,3					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A produção de raízes é de suma importância na avaliação de plantas forrageiras, pois as mesmas indicam a capacidade que as plantas tem para explorar o solo na busca por nutrientes e água que favoreçam seu crescimento.

Ao analisar a PMSRA (Tabela 2) e o volume de raiz (Tabela 3), notou-se maiores produções tanto na ausência quanto na presença da calagem quando foi a adubação com NP, sendo que na ausência da calagem também foi observado maior produção e volume com o uso do NPK, onde a presença de nitrogênio e fósforo interagiram para proporcionar elevadas produções de raízes. Esse resultado pode ser justificado devido ao solo estudado ser pobre em fósforo e quando o mesmo recebeu a adubação fosfatada e nitrogenada,

houve um aumento da disponibilidade desses nutrientes, o que permitiu que as plantas apresentassem um bom desempenho, através do aumento da sua taxa fotossintética e com isso da sua produção de fotoassimilados, que propiciaram um maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas.

Quanto às adubações maiores PMSRA e volume de raiz, foram observados quando foi utilizado NP com calagem e com NP e NPK sem calagem. Percebe-se a influência da correção do pH, onde possivelmente estava dentro da faixa preconizada (5,5 – 6,0) e os nutrientes N e P vão estar em uma zona disponível, o que conseqüentemente resulta em um maior crescimento da planta.

Interação significativa ($P < 0,05$) entre calagem e adubação foi observada para a razão folha/colmo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 3). Pode-se observar maior razão folha/colmo na ausência da calagem associada ao uso NPK. De acordo com Pinto et al (1994), a relação folha/colmo é uma das variáveis mais importante para a nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras, pois a alta relação folha/colmo indica forragens com maiores teores de proteína, digestibilidade, maior facilidade de preensão de modo que aumente o consumo animal.

Pinto et al., (1994) recomendam uma relação folha/colmo igual a 1,0 como limite mínimo para a qualidade das forrageiras. Nesse trabalho, todos os tratamentos atenderam essa recomendação, pois todos apresentaram a relação maior que 1,0.

A interação entre calagem e adubação não foi significativa ($P > 0,05$) para a taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento do colmo (TAIC), largura final da folha (LFF) e altura da planta (ALT) *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 4). Entretanto, as variáveis TApF, FILO, TAIF e TAIC foram influenciadas pela adubação e calagem. E a LFF e ALT foram influenciadas pela adubação.

Maior TApF e conseqüentemente menor FILO foi observado com a calagem e com uso das combinações NP e NPK. Isso pode ser justificado pela correção do solo ter promovido o aumento do pH do solo e com isso aumentado a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Tabela 3. Relação Folha/colmo e volume de raiz da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
Volume de raiz (mL)						
Sem	77,5bA	115,0bA	240,0aA	95,0bB	202,5aA	146
Com	73,8cA	107,5bcA	178,8aB	132,5abA	112,5bcB	121
Média	75,63	111,3	209,3	113,7	157,5	
CV ¹	19,1					
Relação folha/colmo						
Sem	8,2abA	6,1bA	5,5Ba	6,7bA	10,4bA	7,4
Com	8,8aA	7,7aA	6,1aA	6,1aB	6,2aB	7,0
Média	8,5	6,9	5,8	8,3	6,4	
CV% ¹	20,2					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

A correção da deficiência de P do solo associado ao fornecimento de N, influenciaram em maior TApF e menor Filo, por esses nutrientes aumentarem o fluxo de tecidos em plantas forrageiras. Segundo Difante (2011), a TApF é um dos principais fatores em relação a morfogênese, um vez que o mesmo influencia diversos fatores da planta, principalmente na área foliar, tamanho do folha e número de folha por perfilho.

Para a taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento do colmo (TAIC), maiores valores foram observados com o uso da calagem e com o uso da adubação com NP e NPK, sendo que para TAIC ainda foi observado maior taxa com o uso do PK. Esses resultados podem ser justificados devido a utilização da calagem, onde proporcionou uma correção do pH e associado com os nutrientes necessários acarretando em uma maior taxa de alongamento foliar. Segundo Martuscello et al (2006), à medida que a TAIF aumenta, ocorre um aumento da área foliar fotossinteticamente ativa, favorecendo um maior acúmulo de MS.

Em relação à largura final da folha (LFF), os melhores resultados foram observados com o NP, NK e NPK ($P < 0,05$). Já para ALT, os maiores comprimentos foram observados para os tratamentos PK, NP e NPK e sem adubação.

A interação entre calagem e adubação foi significativa ($P < 0,05$) para área foliar e índice de área foliar da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 5).

Observando as variáveis, com e sem calagem, maior área foliar e índice de área foliar foi verificado com o uso do NP. E com relação as adubações maiores valores para as mesmas variáveis foram verificados com o uso do NP e NPK associado a calagem. Esses maiores valores de área foliar e índice de área foliar para os tratamentos com NP e NPK é justificado pela maior TAIF e LFF desses tratamentos. A importância de um índice da área foliar de uma cultura é amplamente conhecida por ser um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química pelas folhas.

Tabela 4. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem submetidas a diferentes adubações.

Variável	Calagem		Adubação					Valor de P			CV% ¹
	Sem	Com	Sem	PK	NP	NK	NPK	Cal ²	Ad ³	Cal*Ad ⁴	
TApF ⁵ (folha/dia)	0,59	0,68	0,05c	0,06c	0,08 ^a	0,06bc	0,07ab	0,0090	0,0000	0,0733	15,9
FILO ⁶	19,7	16,9	21,9a	21,1a	13,8c	18,7ab	16,0bc	0,0102	0,0000	0,2077	17,5
TAIF ⁷	2,48	2,93	2,01c	2,07c	3,66 ^a	2,62b	3,2ab	0,0007	0,0000	0,1403	13,9
TAIC ⁸	0,15	0,18	0,11c	0,17ab	0,22 ^a	0,16bc	0,17ab	0,0235	0,00014	0,19005	22,4
LFF ⁹	2,2	2,5	1,7c	1,9c	3,1 ^a	2,2bc	2,7ab	0,1394	0,0000	0,1238	20,5
ALT ¹⁰	38,5	38,3	37,7ab	37,7ab	40,9 ^a	36,2ab	39,8b	0,0935	0,0410	0,0626	8,23

¹Coefficiente de variação em porcentagem ²Cal= calagem; ³Ad= adubo; ⁴CalxAd= interação entre os fatores. Taxa de aparecimento foliar⁵, filocromo⁶, taxa de alongamento foliar, taxa de alongamento do colmo⁸, largura final da folha⁹, altura da planta¹⁰ *** valores elevados de P. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Tabela 5. Área foliar e Índice de área foliar da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
Área foliar (cm²)						
Sem	453,0dA	559,0dA	2869,1aA	942,9cB	1461,9bB	1257,2
Com	627,9dA	732,5dA	2991,4aA	1472,4cA	2607,6bA	1686,4
Média	540,5	645,8	2930,3	1207,7	2034,8	
CV ¹	12,4					
Índice de área foliar						
Sem	0,64dA	0,79dA	4,1aA	1,3cB	2,1bB	1,8
Com	0,89dA	1,0dA	4,2aA	2,1cA	3,7bA	2,4
Média	0,77	0,92	4,2	1,7	2,9	
CV% ¹	12,4					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A área foliar específica (AFE) e razão área foliar (RAF) não apresentaram interação significativa (P>0,05) entre a calagem e adubação (Tabela 6). A AFE também não apresentou efeito (P>0,05) isolado dos fatores em estudos. O contrário aconteceu com a RAF, que foi influenciada pelos dois fatores estudados de forma isolada, onde os maiores valores foram encontrados com calagem e com o uso da adubação contendo o NP. Isso pode ser justificado pelo fato do mesmo tratamento também apresentar maior área foliar, o que conseqüentemente explica a maior RAF, já que a mesma é a razão entre os valores da área foliar total e massa seca total. Segundo Benicasa (1988), a razão área foliar (RAF) representa a unidade de área foliar utilizada pela planta para produzir uma unidade de peso de matéria seca.

A interação entre a calagem e a adubação foi significativa (P<0,05) para a concentração de clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides e relação clorofila a/b da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 7).

Maiores teores de clorofila a no tratamento sem e com calagem foi verificado quando se usou o NP e NPK. Avaliando as adubações verificou-se maiores teores de clorofila a, com a adubação com PK na ausência da calagem e com NK, NP e NPK associado à calagem. A leitura do clorofilômetro é de grande importância para a concentração de nutrientes nas folhas e as adubações têm um papel importante no incremento dos teores de nutrientes nos tecidos, pois essa disponibilidade permitiu melhor desenvolvimento vegetativo das plantas e, conseqüentemente, a maior produção de massa verde pelas plantas.

Tabela 6. Razão área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Variável	Calagem		Adubação				Valor de P			CV ¹	
	Sem	Com	Sem	PK	NP	NK	NPK	Cal ²	Ad ³		Cal*Ad ⁴
RAF	5,2	6,6	4,6d	3,9d	8,0a	6,0c	7,0b	0,0000	0,0000	0,3420	11,0
AFE	47,3	48,1	46,3a	49,1a	47,2a	48,2a	47,6a	0,1145	0,1520	0,1600	8,0

¹Coefficiente de variação em porcentagem. ²Cal = Calagem; ³Ad = Adubo; ⁴CalxAd = interação entre os fatores. ***valores elevados de P. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

De acordo com Taiz & Zeiger (2016), quando há maior produção de clorofila a, ocorre um favorecimento para a síntese de ATP nos cloroplastos, pois esse pigmento proporciona maior captação de luz, sendo essa energia utilizada no processo de fotofosforilação.

Quando observamos os teores de clorofila b e total, notou-se maior teor na ausência da calagem com o adubo NP e com a calagem com o NPK. Esse é um pigmento acessório que auxilia a clorofila a na captação da luz para fazer a fotossíntese, mesmo em condições de pouca insolação.

Tabela 7. Teor de clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides e razão a/b da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
Clorofila a (mg/g de matéria seca)						
Sem	1,5abA	1,6abA	1,8aB	1,3bB	1,7aB	1,6
Com	1,3bcA	1,0cB	2,2aA	1,6aA	2,5aA	1,7
Média	1,4	1,3	2,0	1,5	2,1	
CV% ¹	11,6					
Clorofila b (mg/g de matéria seca)						
Sem	0,73bA	0,72bA	1,2aA	1,1abA	0,87abB	0,92
Com	0,95bA	0,88bA	1,0bA	0,99bA	1,43aA	1,1
Média	0,84	0,80	1,1	1,0	1,2	
CV% ¹	18,7					
Clorofila Total (mg/g de matéria seca)						
Sem	2,3abA	2,4abA	3,0aA	2,7abA	2,2bB	2,5
Com	2,3cA	1,9cA	2,6bcA	3,1bcA	3,9aA	2,8
Média	2,3	2,1	2,8	2,9	3,1	
CV% ¹	13,3					
Carotenoides (mg /g de matéria seca)						
Sem	0,25abcA	0,23bA	0,30aA	0,19bcB	0,15cB	0,22
Com	0,15bB	0,15bB	0,33aA	0,21bA	0,39aA	0,25
Média	0,20	0,23	0,22	0,26	0,27	
CV% ¹	14,1					
Razão clorofila a/b						
Sem	2,33aA	1,49bA	2,49aA	1,68bB	1,68bA	1,93
Com	1,54bB	1,77aB	1,71bA	1,87bA	2,63aA	1,90
Média	1,94	2,13	1,6	2,16	1,78	
CV% ¹	11,1					

¹Coeficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Em relação ao comportamento da clorofila total, observou-se que o tratamento que obteve maior valor foi o NP sem calagem, já quando teve a inclusão da calagem o

tratamento melhor foi com o NPK, mostrando assim a importância de uma boa correção do solo para se ter plantas com maior teor de pigmentos fotossintéticos.

Observando a atuação da calagem sobre o teor de carotenoide, verificou-se uma melhor resposta no tratamento sem calagem com o NP, e quando foi adicionado a calagem a melhor resposta foi com o NP e NPK. Quando analisamos a adubação, observamos maiores teores de carotenoides PK na ausência da calagem e com o NK e NPK com a calagem.

De acordo com Taiz & Zeiger et al, (2016), os carotenoides são pigmentos acessórios na absorção e transferência de energia radiante, e atuam como protetores da clorofila contra a alta irradiação, evitando que as mesmas sejam fotooxidadas. Não apenas os carotenoides, mas as clorofilas b também são um pigmento acessório que auxilia na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação.

Para razão clorofila a/b foi observado maior teor na ausência da calagem sem adubação e com o uso do NP. Já quando se realizou a calagem, maior valor foi verificado com o uso do PK e NPK. Segundo Streit et al. (2005), as clorofilas a e b são geralmente encontradas em uma fração de 3:1 em gramíneas C4. No entanto, no presente estudo a razão de clorofila a/b encontrada foi menor. Os pigmentos fotossintéticos são utilizados para estimar a capacidade do processo fotossintético da planta, onde pode variar de acordo com a espécie e exposição ambientais (Silva et al., 2018)

O teor de açúcares solúveis totais (AST) na folha, resíduo e raiz e o teor de amido do resíduo e da raiz apresentaram interação significativa ($P < 0,05$) entre a calagem e adubação (Tabela 8).

Ao analisar o efeito da calagem sobre os AST da folha foi verificado maior teor desse açúcar na ausência da calagem com o uso do adubo contendo o NP e com calagem com o NPK. Quanto a adubação maior teor de AST da folha foi registrado na ausência de adubação, com o PK e NP sem o uso da calagem e com NPK associado a calagem. De acordo com Avice et al. (1996), os carboidratos são os principais responsáveis pela respiração necessária para composição de novos tecidos, conseqüentemente são cruciais durante a rebrota.

Verificou-se maior teor de AST do resíduo e da raiz na ausência da calagem com o NP e com a calagem com o NP e NPK. Em relação a adubação dos AST dos resíduos, obtivemos os maiores resultados na presença da calagem para NP e NPK. Avaliando o teor de AST da raiz, constatou-se maior teor desse açúcar na ausência da calagem com o NP e com a calagem com o NP e NPK. Estudando as adubações maior teor de AST da

raiz foi verificada para o tratamento sem adubação associado a ausência de calagem e para as demais combinações de adubação o maior teor foi registrado quando as adubações foram associadas a calagem.

Esses resultados podem ser justificados pelo fato do armazenamento de fotoassimilados no resíduo e na raiz, com o intuito de obter uma reserva energética necessária para o início da rebrota.

Quando ocorre uma maior disponibilidade de nitrogênio para a plantas, as mesmas têm a sua fotossíntese maximizada que resulta em uma maior disponibilidade de açúcares que são resultados final da fotossíntese. Justificando assim, o resultado do presente trabalho, onde maiores teores de AST ocorreu na presença do nitrogênio, associado com a adubação fosfatada.

Tabela 8. Teores de açúcares solúveis totais (AST) na folha, resíduo e raiz e os teores de amido do resíduo e da raiz da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
AST Folha (mg.g⁻¹)						
Sem	13,3bA	14,5bA	18,7aA	11,0cA	14,0bB	14,3
Com	11,0cB	10,6cB	16,9bB	11,3cA	20,8aA	14,1
Média	12,2	12,6	17,8	11,2	17,4	
CV% ¹	4,5					
AST resíduo(mg.g⁻¹)						
Sem	12,2bA	12,1bA	13,9aB	8,7cA	9,6cB	11,3
Com	12,8bA	12,6bA	16,6aA	8,9cA	17,6aA	13,7
Média	12,5	12,4	15,3	8,8	13,6	
CV% ¹	5,1					
AST raiz(mg.g⁻¹)						
Sem	33,9bA	25,1cB	38,8aB	16,9dB	23,3cB	25,6
Com	28,3dB	34,6cA	66,5aA	25,9dA	52,8bA	41,6
Média	31,1	30,0	52,7	21,4	38,1	
CV% ¹	5,3					
Amido resíduo(mg.g⁻¹)						
Sem	27,0abA	26,4abA	31,3aA	9,9cB	17,8bcA	22,5
Com	20,0aA	24,9aA	22,0aB	18,3aA	21,8aA	21,4
Média	23,5	25,7	26,7	14,1	19,8	
CV% ¹	24,6					
Amido raiz(mg.g⁻¹)						
Sem	38,2aA	31,8bcB	33,3bcB	29,4bcA	27,3cB	32,0
Com	36,7cA	41,8bA	49,6aA	28,1dA	42,6bA	39,8
Média	37,5	36,8	41,5	28,8	35,0	
CV% ¹	6,3					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os teores de amido no resíduo foram maiores no tratamento sem calagem associado à ausência de adubações e aos adubos contendo PK e NP. No tratamento com calagem não houve diferença entre as estratégias de adubação. Avaliando as adubações, constatou-se maior teor de amido no resíduo com o adubo contendo NP na ausência da calagem e com o adubo NK com a calagem.

A ausência de adubação associada a ausência de calagem e o uso da calagem associada ao adubo contendo o NP proporcionaram maior teor de amido na raiz do capim Marandu. Já avaliando as estratégias de adubação maiores teores de amido da raiz foram verificados com as combinações PK, NP e NPK todas associadas com a calagem.

Os resultados referentes ao amido do resíduo e da raiz podem ser justificados pelo fato dos nutrientes terem favorecido a fotossíntese e com isso a produção de açúcares, onde os mesmos foram utilizados no processo metabólico das plantas e o restante armazenado na forma de amido.

A interação entre a calagem e adubação foi significativa tanto para a quantidade de água utilizada pela planta para produzir 1 grama de massa seca, quanto para a massa seca produzida em um litro de água (Tabela 9).

Para quantidade de água gasta pela planta para produzir 1 grama de massa seca, o capim Marandu gastou mais água no tratamento sem calagem associado com o sem adubação, com PK e NPK ($P < 0,05$). Já no tratamento onde a calagem foi utilizada maior quantidade de água foi gasta quando a mesma foi associada com o tratamento sem adubação e com PK.

De acordo com Petry et al. (2007), a retirada da água do solo varia de acordo com o tempo, devido ao aumento da área foliar e da expansão da raiz, visto que nesse trabalho com associação a adubação potássica, que é um elemento essencial no processo metabólico, pois o mesmo desempenha papel importante no processo fotossintético, pois participa do processo de translocação dos carboidratos e, principalmente, no uso da eficiência da água pela planta, justificando assim os melhores resultados desse trabalho.

Já a massa seca produzida com 1 litro de água encontramos os melhores resultados quando o tratamento sem calagem foi associado com a adubação com NP ($P < 0,05$). Já quando a forrageira foi submetida à calagem, os melhores resultados foram para NP e NPK ($P < 0,05$). Essas adubações intensificaram o metabolismo das plantas, aumentando a produção de MS, resultando em uma maior produção de MS por litro de água utilizado.

Tabela 9. Eficiência do uso de água da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
Litro de água/gMS						
Sem	1,9aA	1,5aA	0,57cA	1,1bA	1,7aA	1,3
Com	1,5aB	1,3abA	0,54cA	0,90bcA	0,57cB	0,96
Média	1,7	1,4	0,56	1,0	1,1	
CV% ¹	17,5					
gMs/litro de água						
Sem	0,54cA	0,69bcA	1,8aA	0,91bA	0,60cB	0,91
Com	0,68cA	0,79cA	1,87aA	1,1bA	1,8aA	1,25
Média	0,6	0,74	1,8	1,0	1,2	
CV% ¹	13,3					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A interação entre a calagem e a adubação não foi significativa (P>0,05) para o teor de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e nitrogênio digestíveis totais estimados (NDTest) do capim Marandu (Tabela 10). O CNF e NDTest foram influenciados (P<0,05) pelas estratégias de adubação e a MS e EE não foram influenciados (P>0,05) por nenhum dos fatores.

Porto et al. (2012) obtiveram resultados crescente até a dose máxima avaliada (150 kg de P₂O₅ há⁻¹) em relação à eficiência de utilização do fósforo pelo capim Marandu. Já Lima, Fidelis e Costa (2007) notaram que a produção de 3,865 kg de ha⁻¹ MS aos 75 dias após a semeadura, ao associar doses e fontes de fósforo no capim Marandu, nos dois casos os autores disponibilizaram o P pois era um dos nutrientes limitantes.

Maiores teores de (CNF) foram verificados com os tratamentos NP e NPK. Esses resultados podem ser justificados pelo fato das maiores taxas fotossintéticas e consequentemente trazendo maiores produções de açúcares desses tratamentos. Em relação à variável (NDTest), os tratamentos que obtiveram os maiores valores foram os que receberam o NP, NK e NPK, com percentagens de 69,5%, 68% e 68,0%, respectivamente, garantindo o valor nutricional da espécie forrageira.

A interação entre a calagem e adubação foi significativa (P<0,05) para proteína bruta (PB), cinza e CHT da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 11).

Para PB maiores valores foram observados na ausência e na presença da calagem quando foi utilizado o NPK, em relação às estratégias de adubações, maiores valores de PB foram verificados na ausência de adubação e com o NP associados à calagem e com o uso do NK e NPK sem calagem.

Tabela 10. Teor de Matéria seca, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais estimados da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Variável (%)	Calagem		Adubação				Valor de P			CV ¹	
	Sem	Com	Sem	PK	NP	NK	NPK	Cal	Ad		Cal*Ad
MS	20,4	21,1	20,4	20,0	21,0	21,1	21,5	0,0736	0,0899	0,0638	5,3
EE	1,14	0,99	0,88	1,12	1,05	1,27	0,99	0,4667	0,4111	0,4997	47,5
CNF	24,6	26,7	22,5b	22,9b	30,9a	22,0b	30,1a	0,7743	0,0000	0,0505	11,6
NDT _{est}	66,6	67,9	65,4b	65,5b	69,5a	68,0ab	68,0ab	0,1127	0,0069	0,0605	3,6

¹Coefficiente de variação em porcentagem. C = Calagem; A = Adubo; CxA = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra, minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

De acordo com Van Soest (1994), teores de proteína bruta em forrageiras menores que 7% provocam uma diminuição na digestibilidade, correspondente aos inadequados níveis de nitrogênio para os microrganismos do rúmen, diminuindo assim, a sua população, que logo, reduz a digestibilidade e a ingestão da massa seca. Logo, um teor mais alto de PB é fundamental para que atenda as exigências proteicas do animal. Nesse presente trabalho, não houve nenhum tratamento com valores de PB inferiores 7%, o que atende a quantidade mínima de PB necessária aos microrganismos do rúmen.

A determinação dos teores de cinzas permite uma indicação da concentração dos teores de nutrientes minerais das forrageiras. Nesse estudo, os teores de cinza, quando os tratamentos foram associados a ausência calagem os maiores valores foram obtidos para o sem adubo e o PK ($P < 0,05$), onde os demais não foram tiveram diferença ($P > 0,05$). Já quando teve a calagem o maior valor foi observado para o PK ($P < 0,05$). Avaliando a adubação, os tratamentos sem adubação e com NPK apresentaram maior teor de cinzas na ausência da calagem.

Tabela 11. Proteína bruta, cinza, carboidratos totais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
	PB (%)					
Sem	8,9cdB	8,2dA	10,4bB	9,6bcA	20,0aA	11,4
Com	9,9cA	7,5dA	11,4bA	9,5cB	14,7aB	10,6
Média	9,4	7,9	10,9	9,6	17,3	
CV% ¹	5,3					
	CINZA(%)					
Sem	8,8aA	9,2aA	6,0cA	7,5bA	7,4bA	7,8
Com	7,5bcB	8,8aA	6,6cdA	7,4bcA	6,0dB	7,3
Média	8,1	9,0	6,3	7,5	6,7	
CV% ¹	5,8					
	CHT					
Sem	81,1aA	81,2aB	82,4aA	71,2bB	82,2aA	80,0
Com	82,0abA	82,7abA	81,1bB	76,7cA	83,3aA	81,2
Média	81,6	82,0	81,8	74,0	82,8	
CV% ¹	1,1					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Para os CHT o tratamento sem ou com calagem associado à adubação com NK e os tratamentos com PK sem calagem e NP com calagem apresentaram menores valores para essa variável.

De acordo com Van Soest (1994), os carboidratos possuem atuam como fonte de energia para os animais e são, a principal reserva de energia das forrageiras. Representam 50% a 80% da composição das plantas. Nesse presente trabalho, os teores de carboidratos totais observados estão dentro da faixa de preconização indicada pelo autor.

Foram encontrados resultados semelhantes por Leal et al (2017) onde os carboidratos totais ocorreram diferença significativa com a inclusão do nitrogênio, variando entre 75,84% e 78,89%, estando, portanto, semelhante ao presente trabalho e dentro da faixa preconizada por Van Soest (1994).

A interação entre a calagem e adubação não foi significativa ($P>0,05$) para fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 12). A FDN_{cp}, FDA e CEL foram influenciadas pela adubação, onde maiores teores para essas variáveis foram verificados na ausência da adubação e com o uso do PK. A HEM e LIG não foram influenciadas por nenhum dos fatores.

Ocorreu uma diminuição nos teores de FDN_{cp}, FDA e CEL nos tratamentos que continham a adubação nitrogenada. Corsi (1984) ao apresentar os benefícios da a fertilização nitrogenada sobre os conteúdos do FDN, relata que o nitrogênio tem o poder de reduzir esses conteúdos por meio dos estímulos provocado através do rápido crescimento dos tecidos jovens, com menores teores de carboidratos estruturais.

Segundo Van Soest (1994), o FDN é o componente que está interligado ao consumo de forragem, onde valores superiores a 60% afeta negativamente o consumo. Portanto, nesse estudo podemos notar que os valores de fibra em detergente neutro obtidos pela forrageira ficaram na faixa de 60%, valor esse que não prejudica o consumo segundo Van Soest (1994).

Medeiro et al. (2011) estudando a *Brachiaria brizantha* cv Vitoria, notaram efeitos linear decrescente dos teores de FDN em relação ao aumento das doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg.ha⁻¹). Quaresma et al. (2011) também encontrou resultados semelhantes, onde concluiu que o aumento das doses de N influenciou no teor de FDN, causando assim uma redução.

A fibra em detergente ácido (FDA) é composta, basicamente, por celulose e lignina, onde a mesma é relacionada negativamente com a digestibilidade da forrageira (Van Soest, 1994).

Neste presente trabalho foram observados menores teores de FDA quando os tratamentos estavam associados com o nitrogênio, corroborando assim com os resultados

encontrados por Costa et al (2010), que avaliou a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg. ha⁻¹.ano⁻¹) e observaram que à medida que aumentava a concentração de nitrogênio, ocorria uma diminuição nos teores de FDA.

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre a calagem e a adubação para as frações dos carboidratos B2 e C (Tabela 14), não sendo registrada interação significativa ($P > 0,05$) para a fração A+B1 (Tabela 13).

A fração A + B1 dos carboidratos foi influenciada de forma isolada pela calagem e pela adubação, sendo os maiores valores registrados com o uso da calagem e com o uso dos adubos que continha NP e NPK.

Para as frações A + B1, são caracterizadas por carboidratos solúveis, amido, pectinas e glucanas, sendo conhecidas por apresentarem uma ligeira degradação ruminal. Brennecke (2007), avaliando o fracionamento de carboidratos da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em ciclos de pastejo, o mesmo encontrou valores entre 16%, 10% a 25,54% para as frações A+B1, os quais estão coerentes com o presente trabalho.

De acordo com Carvalho et al. (2007), valores mais altos desta fração são desejáveis, pois são apontados como boas fontes de energia para que ocorra o crescimento de microrganismos que utilizam CNF. Contudo, Nocek & Russel (1998) salientam que quando ocorre a disponibilidade de carboidratos de elevada degradação, torna-se indispensável um adequado suprimento de proteínas rapidamente degradáveis para a perfeita associação entre a fermentação de carboidratos e proteínas no rúmen.

Para a fração B2 foi verificado maior valor da fração na ausência da adubação e PK independente da presença ou da ausência da calagem, em relação as adubações maiores valores para a mesma variável verificado com o uso do NPK associado à calagem.

A fração B2 é formada pelos carboidratos fibrosos potencialmente digestíveis. Os valores encontrados nessa pesquisa corroboram com os encontrados por Campos et al. (2010) para *Brachiaria*, que encontram de 38,07% a 66,28% para essa fração.

Em comparação da fração A + B1, os valores da fração B2 são desejados em teores menores, pois apenas 20%, dos 30% a 70% da fibra é disponível para a digestão do rúmen, tendo assim uma digestibilidade intestinal (Teixeira & Andrade, 2001).

Tabela 12. Constituintes da parede celular da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem submetida a diferentes adubações.

Variável	Calagem		Adubação					Valor de P			CV ¹
	Sem	Com	Sem	PK	NP	NK	NPK	² Cal	³ Ad	⁴ Cal*Ad	
FDNcp	60,2	59,1	64,3a	64,0a	55,0c	57,1bc	58,0b	0,0800	0,0000	0,0549'	3,1
FDA	34,3	32,7	37,3a	36,4a	29,0c	33,2b	31,8bc	0,0509	0,0000	0,0683	6,6
CEL	29,8	29,1	33,2a	32,7a	25,4c	28,7b	27,4bc	0,2655	0,0000	0,0757	6,6
HEM	30,8	30,9	31,3	31,8	30,8	29,3	31,1	0,1666	0,2563	0,0642	5,0
LIG	4,5	3,6	4,1	3,7	3,6	4,5	4,4	0,0512	0,0717	0,0603	12,1

¹Coefficiente de variação em porcentagem. ²Cal = Calagem; ³Ad = Adubo; ⁴CxA = interação entre os fatores. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Tabela 13. Fração A + B1 dos carboidratos da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Variável	Calagem		Adubação					Valor de P			CV ¹
	Sem	Com	Sem	PK	NP	NK	NPK	² Cal	³ Ad	⁴ Cal*Ad	
A+B1	24,3	27,1	21,2b	21,9b	32,8a	22,7b	30,0a	0,0029	0,0000	0,2836	10,8

¹Coefficiente de variação em porcentagem ²Cal= calagem; ³Ad= adubo; ⁴CalxAd= interação entre os fatores. *** valores elevados de P. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Segundo Ribeiro (2001), a importância da avaliação da fração B2 dos carboidratos está relacionada com o teor de fibra. Pois os alimentos volumosos com um teor alto de FDN possui uma maior proporção da fração B2, portanto, a mesma fornece uma energia mais lenta no rúmen, podendo assim afetar a eficiência da síntese microbiana além do desempenho animal.

Tabela 14. Fração B2 e C dos carboidratos da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
Fração B2						
Sem	59,0aA	58,3aA	49,0bcA	52,7bcA	46,4cB	53,3
Com	57,0abA	59,1aA	46,4dA	53,1bcA	50,6cdA	53,2
Média	58	58,7	47,7	53,4	48,5	
CV% ¹	4,2					
Fração C						
Sem	22,7bcA	20,0cA	19,8cA	26,8aA	24,0abA	22,7
Com	19,0abB	18,9bA	19,3abA	22,0aB	19,0abB	19,6
Média	20,9	19,5	19,6	24,4	21,5	
CV% ¹	7,2					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A fração C, é composta pelos constituintes indigestíveis da parede celular. Foram encontrados maiores valores da fração C para o tratamento com NK com e sem calagem. Avaliando as adubações maiores valores para mesma característica foram verificados na ausência da adubação e com NK e NPK associados à ausência de calagem.

Houve interação significativa (P<0,05) entre a calagem e a adubação para as frações de proteínas A e C da proteína (Tabela 15), não sendo registrada interação significativa para as frações B1+B2 e B3 (P>0,05) (Tabela 16).

Segundo Sniffen et al. (1992), as proteínas são classificadas em cinco frações: onde a fração A é a do nitrogênio não proteico (NNP), sendo prontamente solúvel, já as frações B1, B2 e B3, são as proteínas verdadeira contendo uma rápida, intermediária e lenta degradação, respectivamente. E a fração C é considerada a indegradável.

Foi observado maior teor de fração A quando foi utilizado o NK associado ao não calagem. Estudando as adubações maiores teores da mesma fração foram verificados para os tratamentos sem adubação, NK e NPK todos sem calagem e para os tratamentos PK e NP associados a calagem. De acordo com Russel et al. (1992), a fração A é de grande importância para que ocorra um bom funcionamento ruminal, pois os microrganismos

ruminais, que são fermentadores de carboidratos estruturais, utilizam a amônia como fonte de nitrogênio.

Os valores encontrados nesse presente trabalho podem ser considerados satisfatório, pois altas proporções de NNP podem causar uma perda de nitrogênio, caso ocorra a falta do esqueleto de carbono disponível para que ocorra a síntese de proteína microbiana.

Tabela 15. Fração A e C da proteína da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Calagem	Adubação					Média
	Sem	PK	NP	NK	NPK	
A (%NT)						
Sem	33,6abA	23,1cB	20,3cB	38,7aA	30,3bA	29,2
Com	26,7abB	28,8abA	24,5abA	29,3aB	23,2bB	26,5
Média	30,1	25,9	22,4	34,0	26,8	
CV% ¹	9,9					
C (%NT)						
Sem	12,6abA	13,1aA	13,2abA	7,3cB	8,5bcB	11,0
Com	12,5abA	11,1bA	12,3bA	10,9bA	16,7aA	12,7
Média	12,6	12,1	12,7	9,1	12,6	
CV% ¹	17,8					

¹Coefficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A fração C é composta pelo nitrogênio indisponível, sendo formada por proteínas e compostos nitrogenados associados à lignina, aos taninos e aos produtos de Maillard, onde os mesmos são altamente resistentes ao ataque microbiano e a degradação (Sniffen et., 1992; Van Soest, 1994).

Maiores valores da fração C foram verificados no tratamento sem calagem associado ao sem adubação, ao PK e NP. Já com a calagem maiores valores foram observados quando a mesma foi associada à ausência de adubação e ao adubo NPK. Quanto às adubações maiores valores da fração C ocorreram nos tratamentos com NK e NPK associados à calagem. Os resultados estão de acordo com o proposto por Van Soest (1994), onde o autor colocou uma faixa de 5% a 15% para o N total das forragens que se encontram ligados à lignina.

A fração B1+ B2 da proteína não apresentou efeito (P>0,05) isolado dos tratamentos avaliados. Segundo Balsalobre et al (2003) a fração B1 é de pouca importância nas gramíneas, pois a mesma apresenta valores menores que 10% do total da proteína bruta. Os resultados do presente trabalho ficaram com uma média de 49,5%,

sendo próximo ao resultado encontrado por Breennecker (2007), onde para as frações B1 +B2 da *Brachiaria brizantha* foi encontrado uma média de 40,5%.

De acordo com Winter et al. (1964) e Sniffen et al (1992), a fração B1 + B2 tende a ser extensivamente degradável no rúmen, por apresentar uma rápida taxa de degradação quando comparada com a fração B3, contribuindo assim para o atendimento dos requisitos de nitrogênio dos microrganismos ruminantes, contudo, a rápida proteólise no rúmen proveniente dessa fração pode ocasionar um acúmulo de peptídeos e com isso permitir o seu escape para os intestinos, pois a sua utilização de peptídeos é considerada limitante à degradação de proteínas.

Tabela 16. Fração B1+B2 e B3 da proteína da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Variável	Calagem		Adubação				Valor de P			CV ¹	
	Sem	Com	Sem	PK	NP	NK	NPK	² Cal	³ Ad		⁴ Cal*Ad
B1+B2	49,1	50,0	48,0	50,5	51,3	47,5	50,3	0,3309	0,1583	0,01465	7,1
B3	10,68	10,9b	9,3ab	11,5ab	13,6b	9,3b	10,3b	0,1975	0,0007	0,3304	18,3

¹Coefficiente de variação em porcentagem ²Cal= calagem; ³Ad= adubo; ⁴CalxAd= interação entre os fatores. *** valores elevados de P. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para a fração B3 houve efeito da adubação (P<0,05) onde maiores valores da fração foram verificados com o uso do NP e PK. Essa fração é considerada como a proteína ligada à parede celular, contudo, apresenta uma lenta degradação sendo, portanto, digerida no intestino. Os valores encontrados nesse presente trabalho estão próximos ao encontrado por Brennecke (2007), onde o mesmo obteve uma média de 10% para essa fração em *Brachiaria brizantha*, e a média encontrada nesse trabalho foi equivalente a 10,80%.

Tabela 17. Fração B1+B2 e B3 da proteína da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com e sem calagem e submetida a diferentes adubações.

Variável	Calagem		Adubação				Valor de P			CV ¹	
	Sem	Com	Sem	PK	NP	NK	NPK	² Cal	³ Ad		⁴ Cal*Ad
B1+B2	49,1	50,0	48,0	50,5	51,3	47,5	50,3	0,3309	0,1583	0,01465	7,1
B3	10,68	10,9b	9,3ab	11,5ab	13,6b	9,3b	10,3b	0,1975	0,0007	0,3304	18,3

¹Coefficiente de variação em porcentagem ²Cal= calagem; ³Ad= adubo; ⁴CalxAd= interação entre os fatores. *** valores elevados de P. Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

V - CONCLUSÃO

Recomenda-se a utilização da correção do solo e a utilização de adubações com nitrogênio e fósforo, por essas proporcionarem melhores produções, valor nutritivo e características fisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

VI - REFERÊNCIAS

AVICE, J. -C.; OURRY, A.; VOLENE, J. J.; LEMAIRE, G.; BOUCAUD, J. Defoliation-induced changes in abundance and immuno-localization of vegetative storage proteins in taproots of *Medicago sativa*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 34, n. 4, p. 561-570, 1996.

BENICASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, p. 41, 1998.

BRENNECKE, K. et al. Efeitos de doses de sódio e nitrogênio na digestibilidade in vitro do capim-coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) pers.), em duas idades de corte no verão de 2001/02. **Boletim da Indústria Animal**, v.64, n.3, p.185-190, 2007.

CAMPOS, P. R. de S. S.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.; VITTORI, A.; SILVA, M. de A. Fractions of carbohydrates and of nitrogenous compounds of tropical grasses at different cutting ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1538-1547, 2010.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; FERNANDES, F.E.P.; OBEID, J.A.; CARVALHO, B.M.A. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurhecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007 (suplemento).

CORSI, M. Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum*, JACQ. Ohio, 1984. 125f. Tese (Doutorado) – The Ohio State University, Ohio.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192-199, 2010.

DIFANTE, G.S.; JÚNIOR, D.N.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; SILVEIRA, M.C.T.; PENNA, K.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 5, p. 955-963, 2011.

DUARTE, C. F.D.; PAIVA, L.M.; FERNANDES, H.J.; CASSARO, L. H.; BREUREL, M. F.; PROCHERAL, D. L.; BISERRA, T. T. Capim-Piatã adubado com diferentes fontes de fósforo. **Revista Investigação Medicina Veterinária** v. 15, n.4, p. 58-63, 2016.

FERLIN, M.B.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; SBRISSIA, G.F.; LUSTOSA, S.B.C.; LANG, C.R. Adubação nitrogenada em diferentes períodos do ciclo do Azevém (*Lolium multiflorum* L.). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ZOOTECNIA, 41., 1999, Porto Alegre: RS. **Anais...** Brasília: SBZ/GNOSIS, 1999. CD-ROM. Forragicultura. 0162.

LIMA, S.O., FIDELIS, R.R. E COSTA, S.J. DE. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* CV. Marandu no Sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 100 – 1005, 2007.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação, **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MEDEIROS, L. T.; PINTO, J. C.; CASTRO, E. M.; REZENDE, A. V.; LIMA, C. A. Nitrogênio e as características anatômicas, bromatológicas e agronômicas de cultivares de *Brachiaria brizantha*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 598-605, 2011.

NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein an energy as na integrated system: relationship of ruminal and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070-2107. 1988.

RIBEIRO, K. G.; PEREIRA O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; CABRAL, L. S. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.589-595, 2001.

RUSSELL, B.J.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J., VAN SOEST P.J. SNIFFEN. C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science.**, v.70, p.3551-3581, 1992.

SILVA, M. A.; PINCELLI, R. B.; BARBOSA, A. M. Water stress effects on chlorophyll fluorescentes and chlorophyll content in sugarcane cultivares with contrasting tolerance. **Bioscience Journal**, v.34, n. 1, p. 75-87, 2018.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

SNIFFEN, C.J.; CONNOR, J.D.O.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016.548p.

TEIXEIRA, J. C., ANDRADE G. U. Carboidratos na Alimentação de Ruminantes. In: II Simpósio de Forragicultura e Pastagens – NEFOR – UFLA. Lavras, p. 165-206, 2001.

PETRY, M. T.; ZIMMERMANN, F. L.; CARLESSO, R.; MICHELON, C. J. & KUNZ, J. H. Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta

e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 03, p. 531-539, 2007.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de MS 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.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant.: **Cornell University Press**, 1994. 476p.

QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G; CABRAL, L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.

WINTER, K.A.; JOHNSON, R. R.; DEHORITY, B.A. Metabolism of urea nitrogen by mixed cultures of rumen bacteria grown on cellulose. **Journal of Dairy Science.**, v.47, p.793-797, 1964.