

**CORREÇÃO DO SOLO COM SILICATO DE
CÁLCIO E MAGNÉSIO PARA PRODUÇÃO
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS**

CAIO AUGUSTUS FORTES

2006

CAIO AUGUSTUS FORTES

**CORREÇÃO DO SOLO COM SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO
PARA PRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. José Cardoso Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Fortes, Caio Augustus

Correção do solo com silicato de cálcio e magnésio para produção de gramíneas forrageiras / Caio Augustus Fortes. -- Lavras : UFLA, 2006.

137 p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Forragem. 2. Composição química. 3. Digestibilidade. 4. Produção. 5. Neossolo. 6. Latossolo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 633.208891
- 636.084

CAIO AUGUSTUS FORTES

**CORREÇÃO DO SOLO COM SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO
PARA PRODUÇÃO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 20 de março de 2006

Prof. Dr. Antônio Eduardo Furtini Neto - UFLA

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista - UFLA

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes - UFLA

**Prof. Dr. José Cardoso Pinto
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus amados pais,

Mário Sérgio e Elena Natch,

por todo o apoio, incentivo

e exemplo de vida.

OFEREÇO

À minha bisavó materna, Maria;

Ao meu avô paterno, João Fortes;

À minha avó materna, Luzia;

Aos meus queridos irmãos, Serginho e Bia;

À minha noiva, Leide Daiana, por todo o amor,

companheirismo e apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me amparar nos momentos difíceis.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor José Cardoso Pinto, pela orientação, ensinamentos e amizade.

Aos professores Antônio Eduardo Furtini Neto, Antônio Ricardo Evangelista, Augusto Ramalho de Moraes, Gudesteu Porto Rocha, Joel Augusto Muniz, Valdemar Faquin, Nilton Curi, Luiz Roberto Guimarães Guilherme, Luiz Édson Mota de Oliveira e José Cleto da Silva Filho, pelas críticas, sugestões e ensinamentos.

Aos amigos de república Félix, Thiago e Jorge, pelo companheirismo e apoio no decorrer do curso.

Ao amigo Ronan, pela valiosa ajuda nas análises estatísticas.

Ao meu cunhado Rogério, pela ajuda com as tabelas e gráficos.

Aos colegas de curso, José Ricardo, José Laureano, Márcia Aviz, Elisângela, Daniel, Anderson, Rita de Cássia, Jalison, Flávio Moreno, Carla, Sidnei, Valdir, Germano e Peron, pela amizade.

Aos alunos de graduação, Fábio Cardoso, Hélio e Miyuki, pela ajuda nas análises laboratoriais.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, Márcio, Eliane, José Virgílio e Suelba.

Aos funcionários do Departamento de Ciência do Solo, “Pezão” e “Sacola”.

Ao funcionário do Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, João Gualberto, pela realização das análises de macronutrientes.

Ao professor da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Henrique Gaspar Korndörfer e funcionários do Laboratório de Análise de Fertilizantes da UFU, pela realização das análises de Si foliar.

Aos pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Calandrini e José Adérito.

BIOGRAFIA

CAIO AUGUSTUS FORTES, filho de Elena Natch Fortes e Mário Sérgio Nunes Fortes, natural de Belém, Pará, nasceu em 21 de fevereiro de 1981.

Em 1999, ingressou na Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, Roraima, no curso de agronomia. Em março de 2001, transferiu-se para a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, onde, em 06 de novembro de 2003, colou grau e obteve o título de Engenheiro Agrônomo.

Em março de 2004 iniciou o curso de mestrado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, obtendo o título de mestre em 20 de março de 2006.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	i
RESUMO	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Gramíneas	3
2.1.1 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	3
2.1.2 <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia - 1	4
2.2 Solos.....	5
2.2.1 Neossolo Quartzarênico	5
2.2.2 Latossolo Vermelho Distroférico.....	6
2.3 Caracterização das escórias de siderurgia	7
2.4 Escórias de siderurgia como corretivos de solo	8
2.5 Os efeitos de escórias de siderurgia em algumas culturas.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Localização dos experimentos	16
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	16
3.3 Instalação e condução do experimento.....	19
3.4 Cortes e variáveis estudadas.....	20
3.4.1 Altura e número de perfilhos.....	21
3.4.2 Produção de MS e razão parte aérea/raiz	21
3.4.3 Composição química da forragem.....	22
3.4.3.1 Proteína bruta (PB).....	22
3.4.3.2 Teores de FDN e FDA	22
3.4.3.3 Teores de minerais	22
3.4.4 Determinação da DIVMS.....	23
3.5 Análises estatísticas.....	23
3.5.1 Modelo estatístico	23
3.5.2 Atributos químicos dos solos após a incubação	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Experimento 1 – Neossolo Quartzarênico órtico (RQo)	26
4.1.1 Produção de MS por corte (PMS) e total (PTMS)	26
4.1.2 Altura de perfilhos.....	33
4.1.3 Número de perfilhos.....	35

4.1.4 Composição química da forragem.....	37
4.1.4.1 Proteína bruta (PB).....	37
4.1.4.2 Cálcio (Ca)	40
4.1.4.3 Magnésio (Mg).....	43
4.1.4.4 Fósforo (P)	46
4.1.4.5 Potássio (K).....	49
4.1.4.6 Enxofre (S).....	50
4.1.4.7 Silício (Si)	53
4.1.4.8 Fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA)	55
4.1.5 Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (DIVMS).....	58
4.1.6 Razão parte aérea/raiz	61
4.2 Experimento 2 – Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf).....	63
4.2.1 Produção de MS por corte (PMS) e total (PTMS)	63
4.2.2 Altura de perfilhos.....	70
4.2.3 Número de perfilhos.....	72
4.2.4 Composição química da forragem.....	74
4.2.4.1 Proteína bruta (PB).....	74
4.2.4.2 Cálcio (Ca)	79
4.2.4.3 Magnésio (Mg).....	82
4.2.4.4 Fósforo (P)	86
4.2.4.5 Potássio (K).....	91
4.2.4.6 Enxofre (S).....	93
4.2.4.7 Silício (Si)	95
4.2.4.8 Fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA)	99
4.2.5 Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (DIVMS).....	103
4.2.6 Razão parte aérea/raiz	107
5 CONCLUSÕES	109
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXO	120

LISTA DE SIGLAS

Al - Alumínio

B - Boro

Ca - Cálcio

CaCO₃ - Carbonato de cálcio

CaSiO₃ - Silicato de cálcio

CTC - Capacidade de troca de cátions

Cu - Cobre

DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

E1 - Experimento 1

E2 - Experimento 2

ER - Eficiência relativa

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro

Fe - Ferro

K - Potássio

LVdf - Latossolo Vermelho Distroférico

Mg - Magnésio

Mn - Manganês

Mo - Molibdênio

MS - Matéria seca

NS - Necessidade de silicatagem

P - Fósforo

PN - Poder neutralizante

PB - Proteína bruta

PRNT - Poder relativo de neutralização total

RQo - Neossolo Quartzarênico órtico

S - Enxofre

Si - Silício

t - CTC efetiva

T - CTC a pH 7,0

TFSA - Terra fina seca ao ar

V% - Saturação por bases

Va - Saturação atual do solo

Ve - Saturação esperada

Zn - Zinco

RESUMO

FORTES, Caio Augustus. **Correção do solo com silicato de cálcio e magnésio para produção de gramíneas forrageiras**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação com o objetivo de avaliar o rendimento de matéria seca (MS) e a qualidade da forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1, sob níveis de saturação por bases do solo (V%) obtidos pela aplicação de doses de silicato de Ca e Mg. Os experimentos foram diferenciados pelo tipo de solo e pelas doses do corretivo, sendo um Neossolo Quartzarênico órtico no Experimento 1 (E1) e um Latossolo Vermelho Distroférico no Experimento 2 (E2). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições, sendo duas forrageiras e cinco níveis de V% (V% original, 40, 60, 80 e 100%). Cada unidade experimental correspondeu a um vaso com capacidade para 4,0 dm³ de solo. Foram avaliados: produção de MS (PMS), altura e número de perfilhos, teores de proteína bruta (PB), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), silício (Si), fibras em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e razão parte aérea/raiz. No E1, não houve variação entre as gramíneas em altura de perfilhos. O Tanzânia foi superior ao Marandu em PMS, número de perfilhos e teores de FDN e FDA, enquanto o Marandu foi superior nos teores de Ca, Mg, Si, PB e P. Houve aumento linear para PMS, altura de perfilhos e Ca e Mg e redução linear para FDN, PB e P, não havendo variação para o Si. No E2, o Tanzânia superou o Marandu em PMS, FDN, FDA, altura e número de perfilhos, enquanto o Marandu apresentou maiores teores de minerais e PB. Os níveis de V% proporcionaram aumentos nos teores de Ca, Mg e Si, ao passo que os demais minerais e a PB variaram em função da PMS (efeito de concentração/diluição). Concluiu-se que, em ambos os estudos, as gramíneas responderam à elevação da V% em PMS e qualidade, nas quais o Tanzânia proporcionou maior PMS, enquanto o Marandu proporcionou forragem de melhor qualidade. No E2, houve aumento linear da PMS do Tanzânia, enquanto o Marandu exibiu maior PMS na V% de 28,5%.

¹ **Comitê orientador:** Prof. José Cardoso Pinto (Orientador); Prof. Antônio Eduardo Furtini Neto; Prof. Augusto Ramalho de Moraes.

ABSTRACT

FORTES, Caio Augustus. **Soil correction with calcium and magnesium silicate for forage grass production.** 2006. 137 p. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

Two experiments were conducted in greenhouse with the purpose of evaluating the dry matter yield (DM) and forage quality of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1, under levels of soil base saturation (V%) obtained by applying Ca and Mg silicate. The experiments were distinguished by soil type and by the doses of the amendment, on being Quartzsandy Neosol Ortico in Experiment 1 (E1) and one Red Latosol in Experiment 2 (E2). The experimental design was in randomized blocks, in 2 x 5 factorial scheme with four replicates, these being two forages and five levels of V% (original V%, 40, 60, 80 and 100%). Each experimental unit corresponded to a pot with a capacity of 4.0 dm³ of soil. DM yield (DMY), height and number of tillers, contents of crude protein (CP), calcium (Ca), magnesium (Mg), phosphorus (P), potassium (K), sulfur (S), silicon (Si), neutral and acid detergent fiber (NDF and ADF), *in vitro* DM digestibility (IVDMD) and shoot: root ratio were evaluated. In E1, there were no variations among the grasses in tiller height. Tanzania grass was superior to Marandu grass in DMY, tiller number and content of NDF and ADF, whilst Marandu grass was superior in the contents of Ca, Mg, Si, PB and P. There was a linear increase for DMY, tiller height and Ca and Mg and linear reduction for NDF, CP and P, there being no variation for Si. In E2, Tanzania grass was superior to Marandu grass in DMY, NDF, ADF, height and number of tillers, while Marandu grass presented increased contents of minerals and CP. The levels of V% provided increases in the contents of Ca, Mg and Si, whereas the other minerals and CP ranged as related with DMY (effect of concentration/dilution). It follows that, in both the studies, the grasses responded to the rise of V% in DMY and quality, in which Tanzania grass provided highest DMY, while Marandu grass provided a higher quality forage. In E2, there was a linear increase of the DMY of Tanzania grass, while Marandu grass showed highest DMY in V% of 28.5%.

¹ **Guidance Committee:** Prof. José Cardoso Pinto (Adviser); Prof. Antônio Eduardo Furtini Neto; Prof. Augusto Ramalho de Moraes.

1 INTRODUÇÃO

A adoção das práticas de adubação e calagem em pastagens, pelos empresários da pecuária brasileira, vem crescendo em anos recentes, particularmente naquelas propriedades onde se tem optado pela intensificação do sistema de produção.

As gramíneas forrageiras mais difundidas no Brasil tropical são de origem africana, pertencentes aos gêneros *Panicum*, *Pennisetum*, *Melinis*, *Hyparrhenia*, *Andropogon* e *Brachiaria*. Essas forrageiras são caracterizadas por possuírem elevada capacidade de produção de matéria seca (MS), agressividade e notável plasticidade na adaptação aos diferentes ecossistemas. Esses argumentos, freqüentemente, são utilizados como justificativas para a não adoção das práticas de calagem e adubação. Todavia, Aguiar (1998) afirma que o conceito de que as plantas forrageiras tropicais são de baixa exigência em fertilidade do solo deve ser modificado, haja vista que a exploração em níveis elevados de produção determina a extração de quantidades de nutrientes do solo pela planta forrageira de 2,5 a 10 vezes maiores que as quantidades extraídas pelas culturas comerciais.

O calcário tem sido o material corretivo mais utilizado no Brasil, em decorrência do seu baixo custo e efeitos comprovados no aumento da produtividade das culturas. No entanto, alguns materiais alternativos, tais como as escórias de siderurgia [silicato de cálcio (Ca) e magnésio (Mg)], vêm se revelando como opção na busca por maiores produtividades. Estas, além de possuírem propriedades corretivas de solo semelhantes ao calcário, constituem fonte de micronutrientes e silício (Si). Apesar de não ser reconhecido como um nutriente, o Si tem demonstrado inúmeros benefícios às plantas, principalmente para aquelas classificadas como acumuladoras deste elemento, tais como as

gramíneas tropicais. Nesse sentido, é importante considerar que a utilização dessas escórias em pastagens pode ser uma técnica economicamente viável, pois, atualmente, estas se encontram em crescente oferta no mercado e com preços relativamente baixos, pelo fato de elas constituírem resíduos que se acumulam nos pátios das indústrias.

Nesse contexto, sugere-se que a correção do solo com escórias de siderurgia possa contribuir para o processo de intensificação da produção animal a pasto. No entanto, estudos que sustentem uma recomendação desse insumo para pastagens são praticamente inexistentes.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da correção da acidez do solo, por meio da aplicação de silicato de cálcio e magnésio, no rendimento de MS e na qualidade da forragem de gramíneas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gramíneas

2.1.1 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A espécie *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf é originária de uma região vulcânica da África, onde os solos, geralmente, apresentam bons níveis de fertilidade, com precipitação pluviométrica anual ao redor de 700 mm e cerca de oito meses de seca no inverno (Rayman, 1983).

A cultivar Marandu foi lançada pela EMBRAPA no ano de 1984. Seu nome significa “novidade”, no idioma Guarani, visto que se tratava de nova alternativa de forrageira para a região dos Cerrados (Nunes et al., 1985). É recomendada para solos de média a boa fertilidade (EMBRAPA, 1985), possuindo boa capacidade de rebrota, tolerância ao frio e à seca (Porzecanski et al., 1979), boa tolerância a altos níveis de Al e Mn no solo, respondendo de forma superior à aplicação de calcário em comparação à *B. decumbens* e *B. humidicola*. Produz de 8 a 10 t ha⁻¹ ano⁻¹ de MS (Alcântara & Bufarah, 1985).

A cultivar Marandu pode ser diferenciada de outros ecotipos de *B. brizantha* pelas seguintes características: são plantas sempre robustas e com intenso perfilhamento nos nós superiores dos colmos floríferos; possuem pêlos na porção apical dos entrenós e bainhas; lâminas foliares largas e longas, com pubescência apenas na face inferior, glabras na face superior e com margens não cortantes; raque sem pigmentação arroxeadada e espiguetas ciliadas no ápice (Valls & Sendulsk, 1984).

2.1.2 *Panicum maximum* cv. Tanzânia - 1

Originária da África tropical, a espécie *Panicum maximum* Jacq. constitui a coleção mais completa e mais representativa de sua variabilidade natural do que a de qualquer outra gramínea forrageira tropical existente (Jank, 1994).

Foi introduzida no Brasil, provavelmente, no fim do século XVIII, por navios que transportavam escravos. Recebeu o nome de capim-colonião, constituindo-se numa das principais gramíneas cultivadas em solos de alta fertilidade e pastejada, sobretudo, por gado de corte (Aronovich, 1995).

A cultivar Tanzânia-1 foi coletada pelo “Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération” (ORSTOM) em Korogwe, na Tanzânia, sendo lançada comercialmente em 1990, após um longo trabalho de seleção coordenado pela EMBRAPA (Jank, 1994).

O Tanzânia é uma planta cespitosa com altura média de 1,3 m e folhas decumbentes com largura média de 2,6 cm. As lâminas e as bainhas são glabras e sem cerosidade. Os colmos são levemente arroxeados e as inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas e secundárias longas apenas na base. As espiguetas e o verticilo são glabros, sendo as primeiras arroxeadas e uniformemente distribuídas (Savidan et al., 1990, citados por Santos, 2002).

Avaliações morfogênicas do Tanzânia foram realizadas por Aguiar (2000), em ensaio de adubação. Este autor observou taxa de alongamento foliar de 0,92 e 0,61 cm/dia, taxa de aparecimento de folhas de 4,30 e 5,21 dias/folha e 4,80 e 4,00 folhas/perfilho, para adubado e não adubado, respectivamente, mostrando a importância dos nutrientes para a qualidade da planta forrageira. Gomide (1997), estudando a morfogênese e o crescimento de cultivares de *P. maximum*, observou maior intensidade de perfilhamento para o Tanzânia, que apresentou em torno de 15 perfilhos a partir do 22º dia de crescimento.

O Tanzânia vem sendo amplamente estudado nos últimos anos, constituindo uma alternativa para a diversificação e intensificação do uso das pastagens no Brasil. Essa gramínea apresenta grande potencial de produção, desde que sejam feitas as correções e adubações que são requeridas pela espécie.

2.2 Solos

2.2.1 Neossolo Quartzarênico

Os Neossolos Quartzarênicos foram anteriormente classificados como Areias Quartzosas. Ocorrem ao longo da faixa litorânea, especialmente no Rio Grande do Sul, sul de Santa Catarina e norte da Bahia e também da Paraíba até o Piauí (EMBRAPA, 1981).

Essa classe compreende solos minerais, casualmente orgânicos na superfície, hidromórficos ou não, geralmente profundos, essencialmente quartzosos, com textura areia ou areia franca ao longo de, pelo menos, uma profundidade de 2 metros da superfície (Oliveira et al., 1992). São caracterizados por serem completamente dominados por areia e, como o próprio nome já diz, o mineral da fração areia desses solos é o quartzo, que se caracteriza por ser extremamente resistente ao intemperismo e desprovido de nutrientes. Dessa forma, constituem solos de baixa fertilidade natural, praticamente não dispendo de nenhuma reserva de minerais primários que liberem nutrientes para as plantas, e são de forte a moderadamente ácidos (MME/SG/Projeto RADAMBRASIL, 1983). A capacidade de retenção de cátions desses solos é baixa, e raramente atingem, mesmo na camada superficial mais rica em matéria orgânica, índices superiores a 2 meq/100 g de TFSA, com diminuição expressiva desse valor nas camadas imediatamente abaixo do horizonte superficial.

Quanto ao uso agrícola, são pouco utilizados para a agricultura e pecuária, devido a fortes limitações pela baixa fertilidade natural, à baixa retenção de umidade, à alta acidez e saturação por Al. São normalmente aproveitados com pastagem natural em sistemas extensivos e reflorestamento de eucalipto, em locais de maiores precipitações.

2.2.2 Latossolo Vermelho Distroférico

Os Latossolos Vermelhos Distroféricos correspondem aos Latossolos Roxos da classificação antiga. Têm sua distribuição associada, principalmente, à presença de rochas efusivas básicas, metabasitos e tufitos, sendo, por isso, encontrados em grandes áreas que se estendem desde o Sudoeste Goiano, passando pelo Triângulo Mineiro e continuando por São Paulo e estados da região Sul (EMBRAPA, 1981).

Essa classe é formada por solos minerais não hidromórficos, vermelho-escuros de tonalidades arroxeadas, apresentando horizonte B latossólico e teores consideravelmente elevados de Fe_2O_3 (> 18% e < 40%), MnO e, usualmente, de TiO_2 , com atração magnética forte. São, predominantemente, de textura argilosa ou muito argilosa (Oliveira et al., 1992).

A pequena variação de características morfológicas no perfil faz com que os vários horizontes do Latossolo Vermelho Distroférico apresentem-se pouco individualizados e com transição difusa (Vieira, 1988). O horizonte diagnóstico é o B latossólico, mais tipicamente com aspecto maciço poroso *in situ*, o que lhe empresta a aparência de pó de café. Devido aos elevados teores de magnetita, este solo apresenta, quando seco e pulverizado, forte atração pelo ímã. Essa propriedade é utilizada no campo para diferenciá-lo de outros solos de cor e textura análogas (Oliveira et al., 1992).

São solos bastante porosos, sendo comum porosidade total da ordem de 50%. Em áreas intensamente mecanizadas, é freqüente a formação de camada adensada a 20-30 cm, dificultando o enraizamento das plantas e a penetração de água da chuva ou da irrigação (Oliveira et al., 1992).

2.3 Caracterização das escórias de siderurgia

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de ferro-gusa, com produção anual em torno de 25 milhões de toneladas, gerando cerca de 6,25 milhões de toneladas de escória anualmente. O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional, responsável por mais da metade de todo o ferro-gusa e aço produzidos no país (Korndörfer et al., 2002).

De maneira simplificada, a escória de siderurgia pode ser definida como sendo obtida por meio da sílica do minério de Fe, que reage com o Ca do calcário em alto-forno, resultando em silicato de Ca e impurezas (Malavolta, 1981).

A composição química das escórias é formada a partir de diversos óxidos, basicamente de Ca, Mg, Si, Fe e Mn. Desse modo, a quantidade de óxidos presentes e a sua concentração serão influenciadas pela constituição química da matéria-prima (minério de Fe, carvão, calcário ou cal), além do tipo de refratário utilizado nas paredes do forno (Prado et al., 2001).

As escórias de siderurgia são formadas basicamente por altas concentrações de silicato de Ca e Mg, fato que sugere a sua utilização como corretivo da acidez do solo e como fonte de Ca, Mg e Si para as plantas, especialmente em solos arenosos com baixíssima fertilidade. No entanto, em seu estado original, a escória é um material de composição química e granulometria

bastante variáveis, refletindo, sensivelmente, no seu poder relativo de neutralização total (PRNT).

Quanto à solubilidade, Alcarde (1992) relata que o silicato de Ca é 6,78 vezes mais solúvel que o carbonato de Ca ($\text{CaCO}_3 = 0,014 \text{ g dm}^{-3}$, $\text{CaSiO}_3 = 0,095 \text{ g dm}^{-3}$). No entanto, a solubilidade do Si nos diferentes tipos de escória é bastante variável. As escórias de alto-forno, normalmente, apresentam maiores teores de Si, mas, com baixa solubilidade, enquanto as escórias de aciaria apresentam menores teores de Si, mas, de maior solubilidade. As escórias de produção de aço inox são as que apresentam o Si na forma mais solúvel (Korndörfer et al., 2002).

Quando se trata do uso agrícola de resíduos industriais, de maneira geral, surgem os questionamentos da presença de metais pesados potencialmente fitotóxicos (Prado, 2000). Segundo Korndörfer et al. (2002), algumas escórias podem apresentar altos teores de metais pesados na sua composição; no entanto, existem materiais derivados da indústria siderúrgica que apresentam teores desses metais que podem, em alguns casos, apresentar níveis inferiores aos dos calcários. Piau (1991), após incubar três tipos de escórias de diversas granulometrias por 90 dias, constatou que não houve acréscimos de metais pesados no solo. Posteriormente, Piau (1995), estudando os efeitos de escória siderúrgica e calcário em plantas de milho (*Zea mays* L.), observou que, apesar de teores de Al, Ti, Pb, Cr, Ni, Ba, V, Cd e Sr terem sido encontrados no solo e nos corretivos, não houve prejuízo à vida vegetativa das plantas e nem danos ao solo nas dosagens utilizadas (1 e 2 vezes a necessidade de calagem).

2.4 Escórias de siderurgia como corretivos de solo

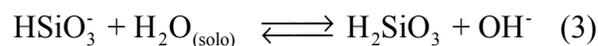
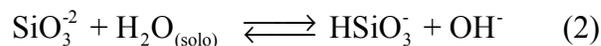
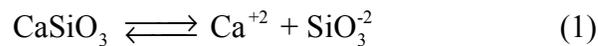
A maioria dos solos cultivados das regiões tropicais do Brasil apresenta baixo pH e níveis tóxicos de Al e Mn, promovendo menor disponibilidade de

nutrientes, tais como Ca, Mg e P, proporcionando menor exploração do volume do solo pelas raízes e, assim, menores produtividades são obtidas quando não são realizadas as práticas de calagem.

Dentre os materiais mais utilizados na correção de solos, destacam-se os óxidos, hidróxidos, escórias de siderurgia (silicatos) e carbonatos de cálcio e magnésio (Malavolta, 1981).

As escórias de siderurgia podem ser utilizadas na agricultura basicamente com o objetivo de fornecer Ca, Mg e Si para as culturas ou como corretivo da acidez do solo. Entretanto, esses materiais, apesar de estarem disponíveis no mercado brasileiro, têm sido pouco comercializados para esse fim (Quaggio, 2000).

Com a aplicação da escória ocorre, normalmente, a correção da acidez do solo, tendo em vista a ação do silicato de Ca, devido à base química SiO_3^{-2} . Dessa forma, ocorrem algumas reações químicas no solo de maneira semelhante ao calcário, como aumento do pH e precipitação do Al e Mn tóxicos (Prado et al., 2001). Segundo Alcarde (1992), citado por Korndörfer et al. (2002), a reação neutralizante do silicato pode ser explicada de acordo com as seguintes equações:



Barbosa Filho et al. (2004), avaliando a influência da escória silicatada na acidez do solo, verificaram que sua aplicação promoveu uma ação corretiva, com conseqüente aumento da saturação por bases (V%) e da disponibilidade de Si, P e Ca trocável.

As escórias de siderurgia têm se mostrado menos eficientes na correção do solo quando comparadas ao calcário, apresentando maior efeito residual e capacidade de neutralização da acidez da ordem de 86% em relação ao carbonato de Ca (CaCO_3) puro, conforme a Tabela 1. Entretanto, diversos autores têm relatado a ocorrência de ação semelhante entre os dois corretivos, tanto na neutralização da acidez, elevação da V% e neutralização de elementos tóxicos, quanto nas respostas das culturas avaliadas.

TABELA 1. Valor neutralizante equivalente ao CaCO_3 (E_{CaCO_3}) de vários corretivos

Corretivo	Composição	E_{CaCO_3}
Calcita (carbonato de cálcio)	CaCO_3	100
Magnesita (carbonato de magnésio)	MgCO_3	119
Dolomita	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	109
Cal hidratada	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	136
Óxido de cálcio	CaO	179
Óxido de magnésio	MgO	250
Silicato de cálcio	CaSiO_3	86
Silicato de magnésio	MgSiO_3	100

Fonte: Siqueira (1986).

Prado (2000), avaliando os efeitos da aplicação de escória silicatada e calcário como corretivos de solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)

em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argiloso, verificou que a escória corrigiu a acidez do solo, sendo o comportamento semelhante ao calcário, tanto na correção quanto na elevação da V%.

Piau (1995) estudou a viabilidade de uma escória de aciaria, uma escória de alto-forno e um calcário dolomítico como corretivos e fertilizantes na cultura do milho cultivado em vasos, utilizando um solo franco-arenoso e um argiloso, que foram incubados com esses corretivos nas dosagens de uma e duas vezes a necessidade de calagem. Este autor concluiu que as escórias, além de serem um bom corretivo de solo, podem fornecer macro e micronutrientes às plantas ou aumentar a absorção de P, K e S pelos vegetais, pois, em todos os tratamentos, o pH do solo elevou-se, reduzindo consideravelmente os teores de Al trocável.

A reatividade de um corretivo depende, fundamentalmente, de sua granulometria, a qual permite estimar a eficiência relativa (ER) (CFSEMG, 1999). O custo de moagem da escória (moinho de martelo) pode ser relativamente mais alto, em relação ao calcário, devido à maior abrasão da sílica contida na mesma (Prado et al., 2001), conferindo-lhe um maior tamanho de partícula. Nessas condições, as escórias de siderurgia, normalmente, apresentam reatividade mais lenta no solo, proporcionando um efeito residual mais prolongado.

Fortes (1993) avaliou os efeitos de duas escórias de alto-forno de fabricação de ferro-gusa de diferentes granulometrias, provenientes de duas siderúrgicas do estado do Maranhão, na correção da acidez de dois Latossolos Vermelho-Amarelos de diferentes texturas e em 2, 11, 30, 45, 60 e 90 dias de incubação. Este autor constatou que as escórias funcionaram como corretivo da acidez dos solos, observando que as melhores condições foram nas granulometrias mais finas, em 90 dias de incubação e nas maiores doses. O autor

ressalta, ainda, que as taxas de reatividade adotadas pela legislação para os calcários não podem ser aplicadas às escórias.

Prado et al. (2003) avaliaram diferentes níveis de saturação por bases (V%), utilizando uma escória de siderurgia como corretivo de solo, acompanhada com calcário calcítico nas alterações dos atributos químicos do solo e resposta da soqueira de cana-de-açúcar, observaram que ambos os corretivos promoveram efeito residual benéfico, após 48 meses da aplicação, na correção da acidez e na elevação da saturação por bases. Em trabalho mais recente, Prado et al. (2004) estudaram a reatividade de uma escória de aciaria, em diferentes frações granulométricas, aplicada em uma amostra de Latossolo Vermelho distrófico. Os autores observaram que as frações granulométricas da escória influenciaram diferentemente na acidez do solo, de forma que a fração retida entre as peneiras ABNT 5-10 mostrou-se ineficiente, enquanto a fração que passa pela peneira ABNT 50 foi a que conferiu o maior efeito na neutralização da acidez. A reatividade das partículas da escória retidas nas peneiras intermediárias, ABNT 10-20 e 20-50, foi proporcional aos valores vigentes na legislação brasileira para calcários. Portanto, a taxa de reatividade obtida para a escória foi de: ABNT n^o 5-10 = 0%; 10-20 = 22%; 20-50 = 58% e > 50 = 100%.

2.5 Os efeitos de escórias de siderurgia em algumas culturas

São muitos os efeitos benéficos proporcionados pelo uso de escórias de siderurgia como corretivos de solo e fornecedores de Ca, Mg e Si para as plantas, principalmente em monocotiledôneas. Resultados experimentais pioneiros sobre o assunto provêm da literatura estrangeira, basicamente dos Estados Unidos (Prado et al., 2001). No Brasil, são poucos os trabalhos que tratam de respostas das culturas ao uso das escórias. No entanto, o interesse por

essa pesquisa no país vem crescendo significativamente, nos últimos anos. Piau (1995) estudou o efeito de uma escória de aciaria, uma escória de alto-forno e um calcário dolomítico no rendimento da cultura do milho. Este autor observou que a aplicação das escórias promoveu acréscimos de Ca e Mg na planta e que a escória de alto-forno também aumentou os teores de K na parte aérea do milho, elevando também as concentrações de Fe, Mo, Zn e Mn.

Prado (2000), avaliando a resposta da cana-de-açúcar à aplicação de escória silicatada como corretivo de acidez do solo, observou que o perfilhamento da cana-de-açúcar foi influenciado positivamente pela aplicação da escória de siderurgia, na cana-planta e cana-soca, alcançando as produções de 100 e 75 t ha⁻¹, respectivamente, em comparação com as testemunhas (cana-planta = 89 e cana-soca = 58 t ha⁻¹).

Resultados positivos na cultura da cana-de-açúcar também foram relatados por Prado & Fernandez (2001), em um experimento conduzido em condições de campo, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Neste trabalho, uma escória de aciaria foi comparada a um calcário calcítico acrescido com micronutrientes, equilibrando-se com o da escória, ambos aplicados em doses equivalentes a CaCO₃ iguais a 1,3; 3,6 e 7,5 t ha⁻¹. Essas doses tinham por objetivo elevar a saturação por bases do solo a 50; 75 e 100%. Para a produção de colmos e para o perfilhamento, a resposta da cana-de-açúcar (média de dois cortes) foi quadrática e linear, em função da aplicação do calcário e da escória, respectivamente. Portanto, a maior taxa de perfilhamento pela aplicação da escória de siderurgia contribuiu para a maior produção final de colmos da cana-de-açúcar.

Anderson (1991) estudou a aplicação da escória de siderurgia nas doses de 0; 2,5; 5,0; 10 e 20 t ha⁻¹, com granulometria de 100%, passando em peneira de 40 mesh, em dois locais da região de Everglades (Flórida, USA). Os solos

apresentavam, no local 1: pH de 6,0 a 6,4 e no local 2: pH de 5,8 a 6,4. Pelos resultados, a escória de siderurgia elevou a concentração de Si foliar (folha+1, com nervura) aos 5 meses da emergência dos brotos e incrementou significativamente a produção de cana-de-açúcar.

Estudos sobre o uso de silicatos em pastagens de gramíneas tropicais ainda são bastante escassos, porém, os poucos trabalhos existentes com essas espécies já demonstram o alto potencial de resposta à aplicação das escórias silicatadas.

Van Soest (1994) sugeriu que o Si, fazendo parte da parede celular das gramíneas, poderia inibir a digestão e diminuir o consumo, em função da aspereza das bordas foliares. O teor de Si, contudo, não afetou a preferência ou o consumo de forragem de diferentes gramíneas por ovinos (Shewmaker et al., 1989).

Várias gramíneas nativas do cerrado, amostradas na época do florescimento para melhor identificação das espécies, foram analisadas e classificadas como acumuladoras de Si (Korndörfer et al., 2001). Forrageiras introduzidas, como *B. decumbens* e *B. brizantha*, também foram consideradas acumuladoras (Melo et al., 2001). Estas duas forrageiras foram avaliadas em vasos para observar o efeito do Si sobre a produção de MS e resistência ao déficit hídrico, usando, como tratamentos, 0, 242, 484, 968 e 1452 kg ha⁻¹ de Si e duas tensões de água, 60 e 80% da capacidade de campo. O material resultante de três cortes da parte aérea, obtido a cada 28 dias de crescimento vegetativo, foi analisado para Si e sua degradabilidade ruminal foi avaliada *in vitro* pelo método de produção de gás. Os resultados mostraram que a degradabilidade não foi afetada nas duas espécies forrageiras estudadas, entre os tratamentos de Si e a testemunha e nas interações espécies x doses, não afetando o tempo de colonização do material originado da parte aérea das mesmas. Entretanto, houve

diferença no potencial de produção de gás entre as duas espécies. Woodward et al. (1989) estudaram a presença do Si em algumas gramíneas, abordando o elemento no nível estrutural da planta, na tentativa de justificar as diferenças encontradas entre suas digestibilidades, não constatando efeito do Si.

Sanches (2003), avaliando o efeito de quatro doses de silicato de Ca (0, 2, 4 e 6 t ha⁻¹) e quatro ofertas de forragem (5, 10, 15 e 20%, em kg de MS por 100 kg de peso vivo animal por dia) nos atributos químicos do solo e na produção de MS e composição bromatológica do braquiário, constatou incrementos positivos na composição química da parte aérea da gramínea em relação à testemunha. O autor observou aumento nos teores de Si no solo e na planta, refletindo no aumento da produção de MS. A composição bromatológica foi influenciada apenas pelos níveis de oferta, não havendo efeito das doses de silicato.

Por sua vez, Melo (2005), avaliando a alteração na disponibilidade de P por meio da aplicação de fosfato e silicato (wollastonita) para o estabelecimento do Marandu, obteve resultados que permitiram concluir que as combinações das doses de P e silicato são favoráveis à produção de MS, ao perfilhamento e à área foliar total. As aplicações de doses medianas de P (170 a 250 mg dm⁻³) combinadas com altas doses de Si (375 a 450 mg dm⁻³) resultaram nas respostas produtivas mais expressivas do Marandu, promovendo sensíveis variações nos acúmulos desses elementos na parte aérea e expressiva deposição de sílica na epiderme das folhas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização dos experimentos

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo (DCS), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, nas coordenadas geográficas de 21°14' de latitude Sul, 45°00' de longitude Oeste de Greenwich e 918 m de altitude, no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os ensaios considerados Experimento 1 (E1) e Experimento 2 (E2) foram diferenciados apenas pelo tipo de solo, Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo) e Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf), respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 2x5, sendo duas espécies e cinco níveis de saturação por bases do solo (V%), perfazendo 10 tratamentos. Foram utilizados 4 blocos, totalizando 40 unidades experimentais, tendo cada unidade experimental sido constituída por um vaso de plástico, sem furos, com capacidade para 4,0 dm³ de solo cada.

Em cada experimento foram estudados os seguintes fatores: cinco níveis de V% (V% original, 40, 60, 80 e 100%), obtido por meio da aplicação de doses crescentes de silicato de Ca e Mg, e duas espécies forrageiras tropicais, Marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu] e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1).

As doses do corretivo foram calculadas com base na análise dos solos (Tabela 2), por meio do método de elevação da V%, descrito pela CFSEMG (1999), adaptado da seguinte maneira:

$$\mathbf{NS = T(Ve-Va)/PRNT}$$

sendo:

NS – necessidade de silicatagem (em t ha⁻¹) para uma profundidade de 0-20 cm;

T – CTC a pH 7,0; **Ve** – saturação esperada; **Va** – saturação atual do solo;

PRNT – poder relativo de neutralização total, em %.

As características químicas do corretivo são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 2. Atributos dos solos antes da aplicação dos tratamentos

Atributo	RQo	LVdf
pH H ₂ O	5,5	4,9
P (mg dm ⁻³)	5,5	1,2
K ⁺ (mg dm ⁻³)	23,0	33,0
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,7	0,5
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	0,2
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,9	1,3
H+Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,9	7,9
SB (cmol _c dm ⁻³)	1,0	0,8
t (cmol _c dm ⁻³)	1,9	2,1
T (cmol _c dm ⁻³)	3,9	8,7
m%	48	63
V%	24,9	9,0
B (mg dm ⁻³)	0,3	0,3
Zn (mg dm ⁻³)	0,7	0,9
Cu (mg dm ⁻³)	0,8	1,7
Mn (mg dm ⁻³)	1,1	6,7
Fe (mg dm ⁻³)	154,2	118,9
S (mg dm ⁻³)	6,6	8,4
MO (dag kg ⁻¹)	1,6	4,6
P-rem (mg L ⁻¹)	30,3	7,0
Si (mg dm ⁻³)	5,1	13,0
Areia%	90	21
Silte%	3	8
Argila%	7	71

Laboratório de Análise de Solo do DCS/UFLA, 2005.

TABELA 3. Características químicas do Silicato de Ca e Mg

Corretivo	CaO	MgO	SiO₂	PRNT
	%			
Silicato de Ca e Mg	43	11	43	70

3.3 Instalação e condução do experimento

Optou-se pela utilização dos solos RQo e LVdf, para o estudo, por serem contrastantes na textura e nos teores de Si disponível, conforme os resultados apresentados na Tabela 2.

O RQo foi coletado no município de Itutinga, MG, na Usina da CEMIG, e o LVdf no Campus da UFLA, após a floresta de eucalipto. Ambos foram coletados a uma profundidade de 0 a 20 cm e transportados ao local dos experimentos, onde foram destorroados, secos ao ar e peneirados em peneira de malha de 2 mm.

Foram acondicionados 4,0 dm³ de solo em cada vaso após a fertilização básica e aplicação das seguintes doses de silicato: 0; 1,68; 3,90; 6,14 e 8,37 g vaso⁻¹, no E1, e 0; 7,70; 12,68; 17,65 e 22,62 g vaso⁻¹, no E2. As doses do corretivo foram correspondentes, nessa ordem, a 0; 0,84; 1,95; 3,07 e 4,18 t ha⁻¹, para o E1, e 0; 3,85; 6,34; 8,82 e 11,31 t ha⁻¹, para o E2. A fertilização básica do E1 foi constituída de 100 mg dm⁻³ de N, 250 mg dm⁻³ de P, 100 mg dm⁻³ de K e 41 mg dm⁻³ de S, 4,0 mg dm⁻³ de Fe, 3,6 mg dm⁻³ de Mn, 1,5 mg dm⁻³ de Cu, 5,0 mg dm⁻³ de Zn, 0,8 mg dm⁻³ de B e 0,15 mg dm⁻³ de Mo. As quantidades de nutrientes aplicadas no E2 foram as mesmas do E1, com exceção do P, do qual, no E2, foram aplicados 400 mg dm⁻³, em virtude do alto teor de argila do LVdf. Fez-se a aplicação por meio de duas soluções nutritivas, nos volumes de 50 e 20 mL vaso⁻¹, para os macro e micronutrientes, respectivamente, utilizando-se os seguintes ácidos e sais puros para análise (PA): nitrato de amônio (NH₄NO₃), ácido fosfórico (H₃PO₄), sulfato de potássio (K₂SO₄), fosfato monoamônico (NH₄H₂PO₄), sulfato ferroso (FeSO₄.7H₂O), sulfato de manganês (MnSO₄.4H₂O), sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O), sulfato de zinco (ZnSO₄.H₂O), ácido bórico (H₃BO₃) e molibdato de amônio [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O].

Os vasos foram organizados sobre bancadas no interior da casa de vegetação, seguindo a ordem dos sorteios dentro dos blocos, onde permaneceram em incubação por 30 dias. A umidade dos solos foi mantida na capacidade de campo por meio de pesagem diária e adição de água destilada, quando necessário. Os vasos permaneceram cobertos com jornais, a fim de diminuir as perdas de água.

Transcorrido o período de incubação, foram retiradas amostras de solo de cada vaso e enviadas ao Laboratório de Análise de Solos, do DCS/UFLA, para análise química (Tabelas 4 e 5). Em seguida, foram semeadas 30 sementes por vaso, a uma profundidade média de 0,5 cm. Após duas semanas, fez-se um desbaste, deixando-se apenas as quatro plantas mais vigorosas por vaso.

Após cada corte, efetuou-se uma fertilização de manutenção com N e K da seguinte forma: após o primeiro corte, foram feitas duas aplicações de 50 mg dm^{-3} de N e 40 mg dm^{-3} de K, com intervalo de três semanas, por meio de uma solução constituída de cloreto de potássio (KCl) e sulfato de amônio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$; após o segundo corte, efetuaram-se cinco aplicações de 30 mg dm^{-3} de N e 25 mg dm^{-3} de K, em intervalos de uma semana, por meio de uma solução constituída de K_2SO_4 e NH_4NO_3 . Em cada fertilização, utilizaram-se 50 mL vaso^{-1} de solução nutritiva.

3.4 Cortes e variáveis estudadas

Durante o período de condução do experimento foram realizados três cortes na altura de 3 a 5 cm do solo, utilizando-se tesoura de poda. O primeiro foi efetuado sete semanas após a semeadura e os seguintes com intervalos de seis semanas. Após cada corte, os materiais vegetais de cada vaso foram acondicionados em sacos de papel, devidamente identificados e levados para o

Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia (DZO) da UFLA.

3.4.1 Altura e número de perfilhos

Antes de cada corte foram escolhidos, ao acaso, quatro perfilhos por vaso (um por touceira) e, com o auxílio de uma trena, mediu-se a distância entre o solo e a lígula da última folha completamente expandida. Em seguida, procedeu-se à contagem do número total de perfilhos por vaso.

3.4.2 Produção de MS e razão parte aérea/raiz

Após cada corte, os materiais vegetais (parte aérea) de cada vaso foram imediatamente pesados, para a obtenção das produções de massa verde. Em seguida, foram mantidos em estufa de ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas, obtendo-se a massa seca e, por meio de regra de três simples, foram estimadas as concentrações de MS de cada amostra.

As amostras secas foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 1,0 mm e utilizadas para as determinações da composição bromatológica, teores de minerais, MS definitiva (105°C) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS).

Após o último corte, as raízes foram recuperadas dos solos, lavadas e levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C, onde permaneceram durante 72 horas, para a determinação da MS de raízes e razão parte aérea/raiz.

3.4.3 Composição química da forragem

3.4.3.1 Proteína bruta (PB)

Os teores de PB das amostras foram determinados no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, pelo método semi-micro Kjeldahl, descrito por Silva (1998).

3.4.3.2 Teores de FDN e FDA

As análises de FDN e FDA foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, pelo método de Van Soest (1994).

3.4.3.3 Teores de minerais

Os teores de P, K, Ca, Mg e S foram determinados no Laboratório de Análise Foliar do DCS/UFLA, segundo o método de digestão nitro-perclórica, descrito por Zaroski & Bureau (1977). As leituras das concentrações de P foram obtidas por colorimetria; as de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Braga & Delfelipo (1974) e os teores de K, por fotometria de chama, segundo Malavolta et al. (1989).

Os teores de Si foram determinados no Laboratório de Análise de Fertilizantes (LAFER) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), segundo o método descrito por Korndörfer et al. (2004).

3.4.4 Determinação da DIVMS

A DIVMS das amostras foi determinada no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, pela técnica de duas fases, utilizando-se o método de Tilley & Terry (1963).

3.5 Análises estatísticas

Após a análise de variância dos dados, as médias foram submetidas ao estudo de regressão para o fator V% e comparação pelo teste F para o fator espécie, utilizando-se o programa computacional Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR) (Ferreira, 1999). Para as variáveis cujas interações foram significativas, procederam-se os seus desdobramentos. As análises estatísticas foram realizadas para cada corte e soma dos cortes.

3.5.1 Modelo estatístico

Os efeitos dos tratamentos sobre as variáveis estudadas foram testados de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + E_j + SE_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

no qual:

Y_{ijk} = refere-se ao valor observado no nível de saturação por bases i na espécie j no bloco k;

μ = média dos tratamentos;

S_i = efeito do nível i de saturação por bases, com i = 1, 2, 3, 4 e 5;

E_j = efeito da espécie forrageira j , com $j = 1$ e 2 ;

SE_{ij} = efeito da interação i de saturação por bases com a espécie j ;

B_k = efeito do bloco k , com $k = 1, 2, 3$ e 4 ;

e_{ijk} = erro experimental associado à observação y_{ijk} que, por hipótese, tem distribuição normal de média 0 e variância σ^2 , $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

3.5.2 Atributos químicos dos solos após a incubação

TABELA 4. Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico órtico (RQo), em função das doses de silicato de Ca e Mg após 30 dias de incubação (Exp. 1)

Atributo	Dose de silicato de Ca e Mg (g vaso ⁻¹)				
	0	1,68	3,90	6,14	8,36
pH	4,9	4,8	4,6	4,6	4,7
P (mg dm ⁻³)	232,1	225,0	246,8	254,3	254,3
K ⁺ (mg dm ⁻³)	119	111	126	131	125
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,4	0,8	1,2	1,7	2,1
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,2	0,2	0,4	0,6	1,1
S (mg dm ⁻³)	127,4	123,8	181,2	59,4	56,0
Si (mg dm ⁻³)	4,8	7,4	7,4	8,0	9,8
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
H+Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,4	3,6	3,2	3,2	2,9
SB (cmolc dm ⁻³)	0,9	1,3	1,9	2,6	3,5
(t) (cmolc dm ⁻³)	1,5	1,8	2,3	2,9	3,7
(T) (cmolc dm ⁻³)	4,9	4,9	5,1	5,8	6,4
m%	40	28	17	10	5
V%	18,4	26,2	37,5	45,2	54,8

Laboratório de Análise de Solo do DCS/UFLA, 2005.

TABELA 5. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf), em função das doses de silicato de Ca e Mg, após 30 dias de incubação (Exp. 2)

Atributo	Dose de silicato de Ca e Mg (g vaso ⁻¹)				
	0	7,70	12,68	17,64	22,62
pH	5,1	5,0	4,8	4,8	5,1
P (mg dm ⁻³)	60,2	51,1	45,9	48,4	47,1
K ⁺ (mg dm ⁻³)	128,0	117,0	111,0	108,0	106,0
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,4	1,7	2,5	3,2	3,5
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,1	0,9	0,9	1,2	1,5
S (mg dm ⁻³)	44,8	40,3	47,3	43,7	32,6
Si (mg dm ⁻³)	11,4	20,7	31,2	34,9	33,2
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2
H+Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	9,8	7,0	7,0	6,3	5,0
SB (cmolc dm ⁻³)	0,8	2,9	3,7	4,7	5,3
(t) (cmolc dm ⁻³)	1,6	3,3	4,0	4,0	5,5
(T) (cmolc dm ⁻³)	10,6	9,9	10,7	11,0	10,3
m%	49	12	8	4	4
V%	7,8	29,3	34,5	42,6	51,3

Laboratório de Análise de Solo do DCS/UFLA, 2005.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1 – Neossolo Quartzarênico órtico (RQo)

4.1.1 Produção de MS por corte (PMS) e total (PTMS)

Para a PMS, observou-se efeito significativo das gramíneas no primeiro ($P < 0,05$) e segundo ($P < 0,01$) cortes e das saturações por bases ($P < 0,01$), no segundo e terceiro cortes (Tabela 1A).

Observa-se, por meio da Tabela 4, que houve um aumento, embora discreto, da saturação por bases do solo em função das doses de silicato de Ca e Mg. No entanto, nota-se que não houve variação nos valores de pH, fato que pode ser atribuído a um possível erro de análise, uma vez que há uma relação direta entre saturação por bases e pH do solo.

As baixas saturações por bases alcançadas após período de incubação são atribuídas à baixa reatividade do silicato, em decorrência de sua granulometria mais grosseira e sua base química, o SiO_2 , possuir baixa eficiência relativa, refletindo, assim, em um baixo PRNT (Tabela 3). Nesse sentido, levando-se em conta o alto efeito residual do silicato, a incubação do solo deve ser realizada por período mais longo do que o utilizado no presente estudo.

Após o experimento, houve uma pequena redução das saturações por bases em relação aos registrados após a incubação (semeadura). Esses resultados indicam que houve extração de bases pelas plantas, ao mesmo tempo em que o corretivo reagiu ao decorrer do experimento.

TABELA 6. Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico órtico (RQo), em função de gramíneas e doses de silicato de Ca e Mg, após o terceiro corte (Exp. 1)

Atributo	Gramínea									
	Marandu					Tanzânia				
	Dose de silicato de Ca e Mg (g vaso ⁻¹)									
	0	1,68	3,90	6,14	8,36	0	1,68	3,90	6,14	8,36
pH	4,5	4,8	4,9	5,3	5,5	4,6	4,6	5,0	5,3	5,5
P	117,1	124,4	117,1	120,4	120,4	120,4	130,8	117,1	105,1	123,8
K ⁺	23,0	16,0	16,0	14,0	14,0	25,0	25,0	27,0	25,0	28,0
Ca ²⁺	0,4	0,5	0,8	1,2	1,6	0,4	0,4	0,7	1,0	1,5
Mg ²⁺	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2
Si	2,9	3,0	4,1	4,4	5,5	3,2	3,3	3,9	3,9	4,9
Al ³⁺	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	1,3	1,0	0,7	0,5	0,3
H+Al ³⁺	3,2	2,6	2,9	2,3	2,1	3,2	3,2	2,9	2,6	2,3
SB	0,7	0,7	1,0	1,4	1,8	0,6	0,6	1,0	1,4	1,8
(t)	1,7	1,6	1,7	1,9	2,1	1,9	1,6	1,7	1,9	2,1
(T)	3,9	3,3	3,9	3,7	3,9	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1
M%	60,0	55,0	40,0	26,0	14,0	70,0	64,0	42,0	27,0	14,0
V%	17,1	22,2	26,4	38,5	46,7	14,9	14,9	25,1	34,3	43,5

P = mg dm⁻³; K⁺ = mg dm⁻³; Ca²⁺ = cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = cmol_c dm⁻³; Si = mg dm⁻³; Al³⁺ = cmol_c dm⁻³; H+Al³⁺ = cmol_c dm⁻³; SB = cmol_c dm⁻³; (t) = cmol_c dm⁻³; (T) = cmol_c dm⁻³.

Laboratório de Análise de Solo do DCS/UFLA, 2005.

Neste estudo, o Tanzânia apresentou maior PMS em relação ao Marandu. A superioridade observada para o Tanzânia no primeiro e segundo cortes foi de 18,5 e 16,1%, respectivamente (Tabela 7). Essa diferença pode ser atribuída a fatores genéticos, uma vez que as gramíneas diferem entre si quanto ao potencial de PMS, que é de 8 a 10 t ha⁻¹ ano⁻¹ para a cultivar Marandu (Alcântara & Bufarah, 1985) e chegando a 26 t ha⁻¹ ano⁻¹ na cultivar Tanzânia-1 (Corsi & Santos, 1995).

TABELA 7. Produções de MS (PMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por base de um solo RQo, nos três cortes e total (PTMS)

Gramínea	PMS (g vaso ⁻¹)			Média	PTMS (g vaso ⁻¹)
	1º corte	2º corte	3º corte		
Marandu	21,00b	15,47b	13,98a	18,23	50,45b
Tanzânia	24,88a	17,96a	14,77a	21,42	57,61a
Média	22,94	16,71	14,37	14,38	54,03

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste F (P>0,05).

Nota-se que a maior PMS do Tanzânia também foi acompanhada por uma maior emissão de perfilhos, ao mesmo tempo em que não houve diferença entre as alturas de perfilhos das espécies. Nesse sentido, essa diferença de PMS possivelmente, está mais relacionada ao perfilhamento do que aos incrementos nas alturas de perfilhos.

A CFSEMG (1999), 5ª aproximação, recomenda, para o estabelecimento dessas gramíneas, a elevação da saturação por bases para 45-50% para o Tanzânia e 45% para o Marandu. Já no estado de São Paulo, a recomendação é de 60% para o estabelecimento e 50% para a manutenção dessas cultivares (Werner et al., 1997, citados por Luz et al., 2004).

Premazzi (1991), estudando níveis de saturação por bases como critério de recomendação de calagem em cinco gramíneas forrageiras tropicais, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, observou efeito dos tratamentos na produção de MS, com ajuste quadrático para as cultivares Marandu e Colômbio, com produções máximas obtidas nas saturações de 43 a 47% para a cultivar Marandu e de 47% para o Colômbio.

Por sua vez, Mitidieri (1995) testou níveis crescentes de calagem em cinco gramíneas forrageiras cultivadas num Latossolo Vermelho-Escuro. O autor observou que, independentemente do nível de calagem, houve maior resposta da cultivar Colônia IZ-1, a qual foi significativamente superior às cultivares Vencedor, Centenário e Marandu, não havendo diferenças significativas entre as produções dessas três últimas.

As PMS das gramíneas nos dois últimos cortes aumentaram linearmente em função dos níveis de saturação por bases (Figuras 1 e 2). No segundo corte houve um incremento de 0,10 g de MS para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo, enquanto, no terceiro, esse aumento foi de 0,12 g.

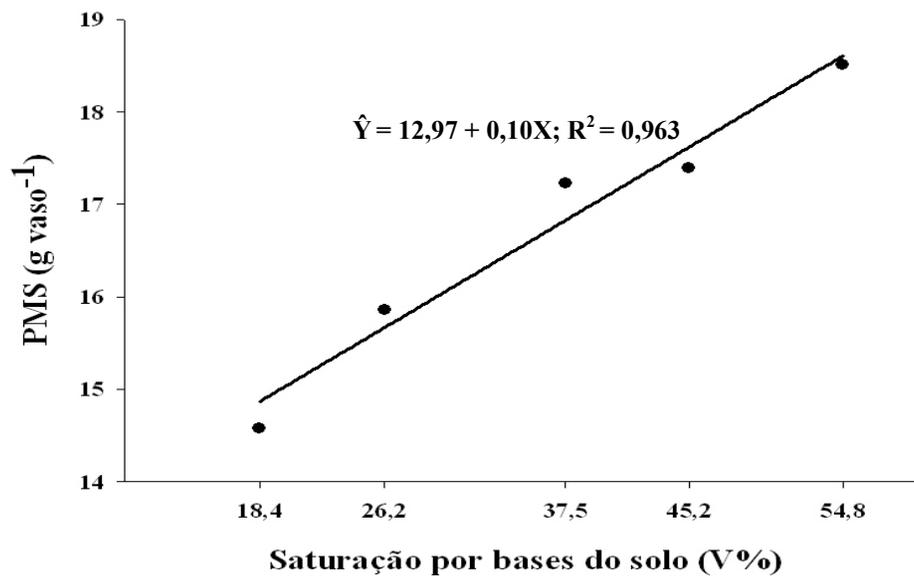


FIGURA 1. Produções de MS (PMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no segundo corte.

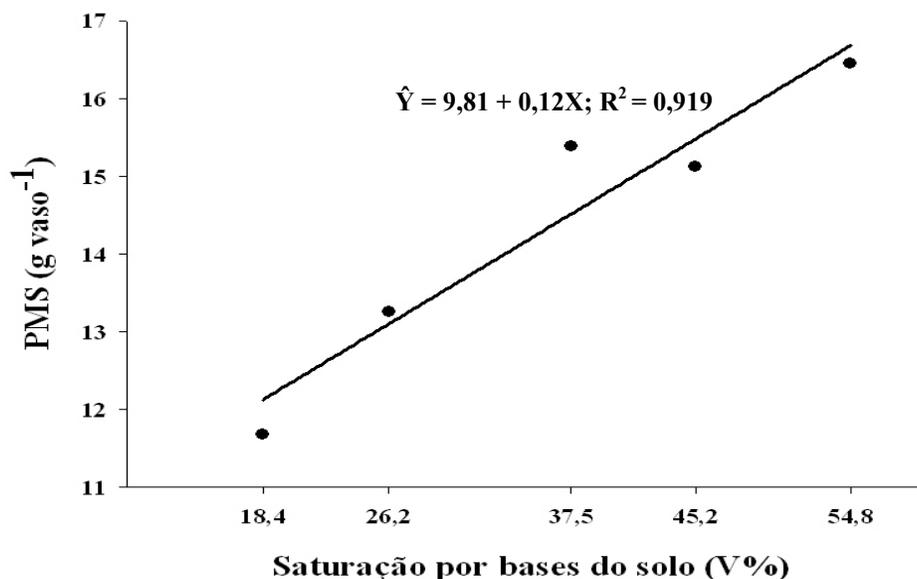


FIGURA 2. Produções de MS (PMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

Os ajustes lineares para as PMS obtidas no presente estudo sugerem que as recomendações de elevação da saturação por bases do estado de Minas Gerais estariam subestimadas para as condições desse experimento. Isso porque a maior saturação obtida (54,8%) não foi suficiente para proporcionar as máximas PMS das gramíneas.

Quanto à PTMS, observou-se influência significativa ($P < 0,01$) das gramíneas e dos níveis de saturação por bases (Tabela 2A). O Tanzânia proporcionou PTMS 14,21% superior ao Marandu, os quais apresentaram médias de 57,61 e 50,45 g vaso⁻¹, respectivamente.

Semelhantemente ao observado para a PMS, o estudo de regressão revelou ajuste linear para os valores da PTMS, estimando-se um incremento de

0,33 g vaso⁻¹ para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo (Figura 3).

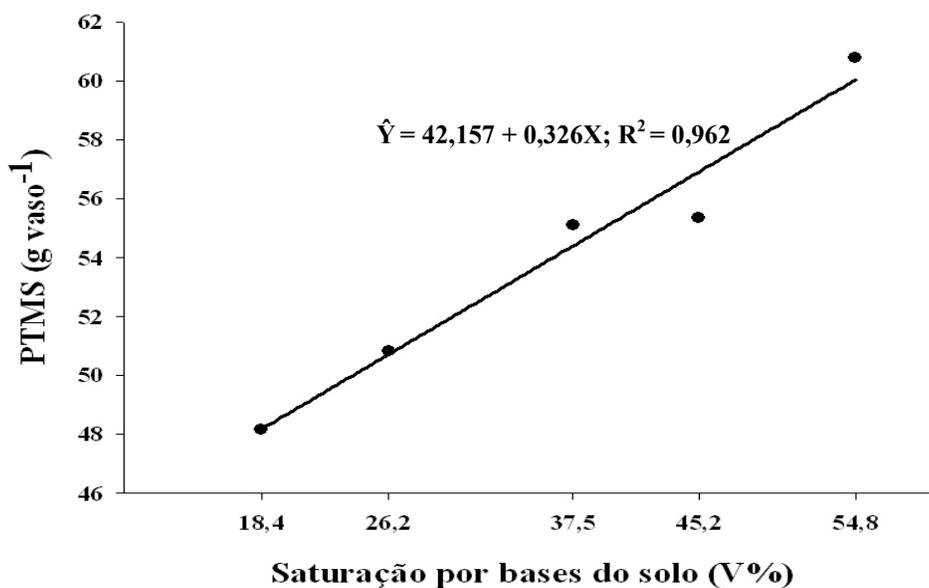


FIGURA 3. Produção total de MS (PTMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo.

Os incrementos na PTMS foram acompanhados por aumentos lineares nas alturas de perfilhos, ao contrário do observado para a diferença entre as espécies, que foi determinada pela diferença no número de perfilhos.

O efeito positivo observado para a PTMS pode ser atribuído, principalmente, à elevação do pH, com uma conseqüente neutralização do Al trocável e do fornecimento de Ca, Mg e Si. Apesar de, após a incubação, não ter sido observada elevação no pH do solo pelas doses de silicato (Tabela 4), durante a condução do experimento esse aumento ocorreu de modo progressivo,

de sorte que, após o terceiro corte, foram obtidos valores de pH de 4,5 no tratamento controle e 5,5 na dose mais alta do corretivo (Tabela 6).

De acordo com Raij (1991), os principais benefícios do uso de corretivos de solo decorrem da neutralização do Al e Mn trocáveis, do fornecimento de Ca e Mg ao solo, da elevação da disponibilidade de P e do aumento da nitrificação da matéria orgânica.

No geral, as gramíneas apresentaram maior PMS no primeiro corte, havendo redução nos cortes subseqüentes. Essa queda, provavelmente, está relacionada à redução das temperaturas e fotoperíodos (dados não apresentados), uma vez que o experimento foi conduzido durante o outono e início do inverno.

Vilela et al. (s.d.), trabalhando com níveis de silicato de Ca em capim-elefante 'Paraíso' (*Pennisetum purpureum* x *P. glaucum*), obtiveram uma produção de 11,75 t ha⁻¹ de MS para a dose de 500 kg ha⁻¹ de silicato de Ca, sendo superior em 15,19% ao tratamento controle. Os autores não observaram aumento significativo da produção de MS quando a dose do corretivo foi aumentada para 1.000 kg ha⁻¹.

Korndörfer et al. (2001) verificaram um aumento de 17% na produção de MS de *B. decumbens* após a aplicação superficial de 2.000 kg ha⁻¹ de silicato de Ca, em experimento de campo conduzido na região do Triângulo Mineiro.

Prado (2000) estudou a resposta da cana-de-açúcar à aplicação de escória silicatada, como corretivo de acidez do solo, obtendo um aumento quadrático na produção de colmos em função das doses do corretivo. Ao correlacionar essa resposta com o perfilhamento e altura de plantas, o autor verificou incremento linear dos valores de produção de colmos na cana-planta.

4.1.2 Altura de perfilhos

Os valores das alturas de perfilhos das gramíneas foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) somente pelos níveis de saturação por bases no segundo e terceiro cortes (Tabela 3A).

No estudo de regressão verificou-se aumento linear para altura de perfilhos de ambas as forrageiras, em função dos níveis de saturação por bases do solo, no segundo e terceiro cortes (Figuras 4 e 5). Assim, estimou-se aumento de 0,13 cm no segundo e 0,22 cm no terceiro cortes, para cada 1% de elevação na saturação por bases. Esses resultados mostram que as gramíneas foram altamente responsivas à correção do solo com silicato de Ca e Mg. A magnitude dessa resposta sugere que maiores alturas de perfilhos podem ser alcançadas em níveis mais elevados de saturação por bases, nas condições do presente estudo.

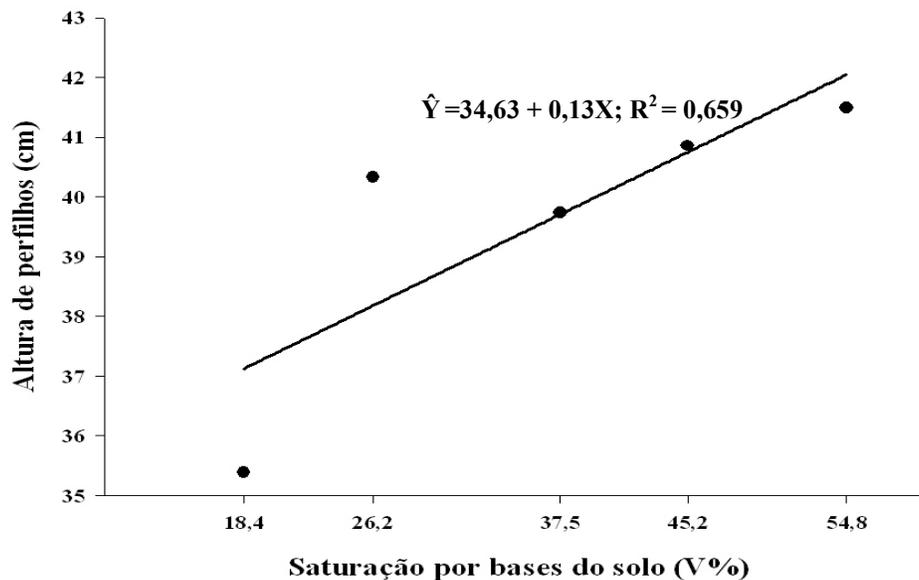


FIGURA 4. Alturas de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no segundo corte.

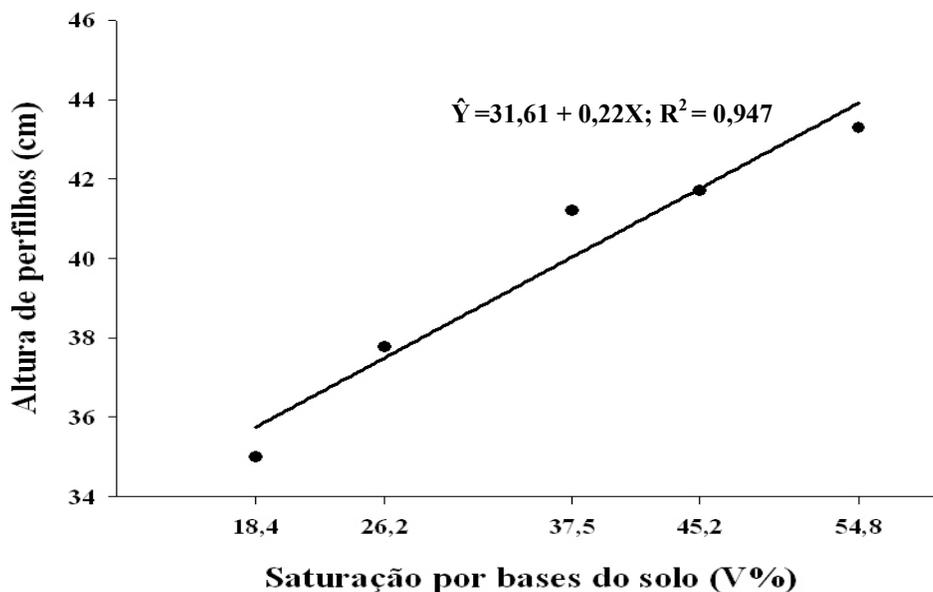


FIGURA 5. Alturas de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

A resposta das gramíneas quanto à altura de perfilhos encontrada nesse estudo discorda da obtida por Mitidieri (1995), o qual não observou efeito de doses de calcário aplicadas em Latossolo Vermelho-Escuro na altura da haste principal das cultivares Colonião, Vencedor, Centenário e Marandu. Entretanto, o autor detectou diferença entre as cultivares, tendo a Centenário apresentado menor altura do que as outras três gramíneas. Esses resultados sugerem que o efeito positivo do silicato nas alturas de perfilhos neste estudo pode estar relacionado aos efeitos benéficos do Si.

Souza (2004), estudando doses, formas de aplicação e granulometrias de calcário dolomítico na produção e qualidade da forragem do Tanzânia, em condições de campo, não observou diferença significativa para altura de perfilhos em função dos tratamentos aplicados. Alturas encontradas pelo autor

variaram entre 29,64 e 30,20 cm, sendo inferiores à média geral obtida no presente estudo, que foi de 44,86 cm.

4.1.3 Número de perfilhos

Observou-se influência significativa ($P < 0,01$) das gramíneas no primeiro e terceiro cortes e da interação gramínea x saturação por bases ($P < 0,05$), no terceiro corte (Tabela 4A).

No primeiro corte, o número médio de perfilhos por vaso foi de 84,4% superior para o Tanzânia em relação ao Marandu (Tabela 8).

TABELA 8. Número de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por base de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	Número de perfilhos			Média
	1º corte	2º corte	3º corte	
Marandu	20,05b	39,45a	58,30b	39,26
Tanzânia	37,15a	41,50a	75,35a	51,33
Média	28,60	40,47	66,82	45,29

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste F ($P > 0,05$).

No terceiro corte, observou-se que houve redução linear do número de perfilhos por vaso do Tanzânia, em função do aumento dos níveis de saturação por bases do solo, não havendo ajuste de equação de regressão para o Marandu (Figura 6). Observa-se, para o Tanzânia, uma redução de 0,45 perfilhos por vaso para cada 1% de elevação na saturação por bases. Já para o Marandu, a falta de

ajuste mostrou que não houve influência da elevação dos níveis de saturação por bases do solo no perfilamento da forrageira.

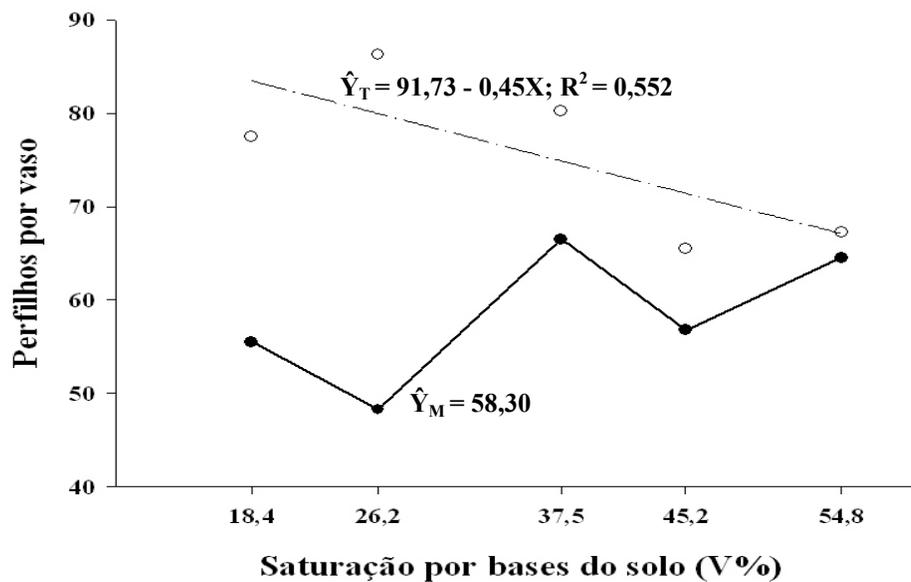


FIGURA 6. Número de perfílios das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

Com os aumentos observados para PMS e altura de perfílios no terceiro corte, supõe-se que tenha ocorrido aumento no peso de perfílios do Tanzânia. Assim, pode ter havido uma compensação entre peso e número de perfílios, uma vez que essas variáveis normalmente exibem correlação inversa.

Luz et al. (2000), estudando os efeitos de tipos, doses e incorporação de calcário no Tobiatã (*P. maximum* cv. Tobiatã), constataram que o número e o peso médio de perfílios apresentaram comportamento inversamente proporcional ($r = -0,59$), bem como as correlações entre produção de MS e

número de perfilhos ($r = -0,52$). Por outro lado, os autores afirmam que a correlação entre a produção e o peso médio de perfilhos foi positiva e significativa ($r = +0,98$), indicando que o peso de perfilhos é determinante para a produção de MS de uma pastagem.

4.1.4 Composição química da forragem

4.1.4.1 Proteína bruta (PB)

Para os teores de PB, observou-se influência significativa ($P < 0,01$) das gramíneas nos três cortes e dos níveis de saturação por bases no terceiro corte (Tabela 5A).

Foram observados maiores teores de PB para o Marandu, nos três cortes efetuados (Tabela 9). Esse resultado, provavelmente, está associado ao fato do Tanzânia ter alcançado estágio mais avançado de desenvolvimento em relação ao Marandu, na ocasião do corte. Mitidieri (1995), trabalhando com calagem em cinco gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, observou diferenças significativas entre as gramíneas quanto à quantidade total de N na parte aérea.

TABELA 9. Teores de proteína bruta (PB) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por base de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	PB (% na MS)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	9,50a	11,81a	16,40a	12,57
Tanzânia	7,36b	9,73b	14,70b	10,59
Média	8,43	10,77	15,55	11,58

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

No terceiro corte, observou-se uma redução linear dos teores de PB em função do aumento dos níveis de saturação por bases do solo (Figura 7). Esse comportamento pode ser explicado pelo efeito de diluição do N, em decorrência do aumento da PMS (Figura 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães (2000), que também observou redução dos teores de PB em *Brachiaria mutica* (Forks.) Stapf, ao avaliar quatro forrageiras tropicais em dois solos da Ilha de Marajó, PA, submetidos a crescentes saturações por bases.

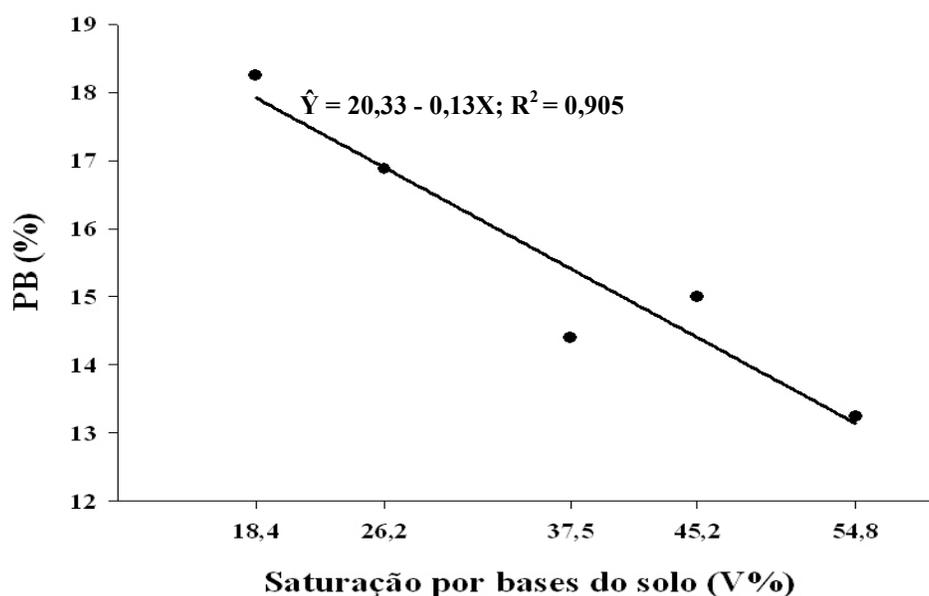


FIGURA 7. Teores de proteína bruta (PB) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

Entretanto, no segundo corte, mesmo tendo havido um incremento linear de PMS, não houve variação nos teores de PB entre os diferentes níveis de saturação por bases. Tal fato pode ter ocorrido devido à deficiência severa de N

nas plantas, observada entre o primeiro e o segundo cortes, as quais apresentaram sintomas visuais típicos. Assim, os teores de PB das gramíneas poderiam ter sido bastante inferiores aos alcançados, não fosse a aplicação de N e K em cobertura uma semana antes da realização do corte. No entanto, devido à aplicação ter sido realizada muito próximo ao corte, não houve efeito na PMS, justificando o teor médio satisfatório de PB (10,7%) apresentado pelas forrageiras. Segundo Martha Júnior et al. (2004), a deficiência de N determina a redução da produção e do valor nutritivo da forragem, ao passo que o aumento na sua disponibilidade interfere positivamente sobre os fatores morfofisiológicos da planta, estimulando seu crescimento e, conseqüentemente, concorrendo para o aumento da produtividade.

Premazzi (1991), estudando o efeito de níveis de saturação por bases na produção de MS de cinco forrageiras tropicais, em casa de vegetação, observou diferença significativa entre os tratamentos quanto à concentração de N na parte aérea, no primeiro e no segundo cortes. No primeiro corte, houve uma redução inicial, até o nível de 39% de saturação por bases, elevando-se em seguida. Já no segundo corte, os teores de N reduziram significativamente em função dos tratamentos. O autor atribuiu tais resultados ao efeito de diluição do N na MS, ao constatar uma tendência contrária em relação à produção de MS.

De modo geral, as gramíneas apresentaram expressivo aumento nos teores de PB na MS, no decorrer do experimento. Esses incrementos estão associados, principalmente, ao efeito de concentração do N nas forrageiras, uma vez que ocorreu uma redução da PMS (Tabela 7) de um corte para outro, ocasionada pelas quedas na temperatura e luminosidade, principalmente no terço final do período experimental.

4.1.4.2 Cálcio (Ca)

Para os teores de Ca na MS das forrageiras, observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) das espécies apenas no terceiro corte e dos níveis de saturação por bases nos três cortes (Tabela 6A).

Por meio do estudo de regressão, observaram-se aumentos lineares dos teores de Ca na MS das gramíneas, em função da elevação da saturação por bases do solo nos três cortes (Figuras 8, 9 e 10). Assim, a elevação de cada 1% na saturação por bases do solo promoveu incrementos de 0,09; 0,96 e 0,15 g kg⁻¹ do elemento na MS das gramíneas no primeiro, segundo e terceiro cortes, respectivamente. Esses incrementos são naturalmente esperados, pois, o silicato de Ca e Mg possui consideráveis quantidades de CaO, conforme se verifica na Tabela 3.

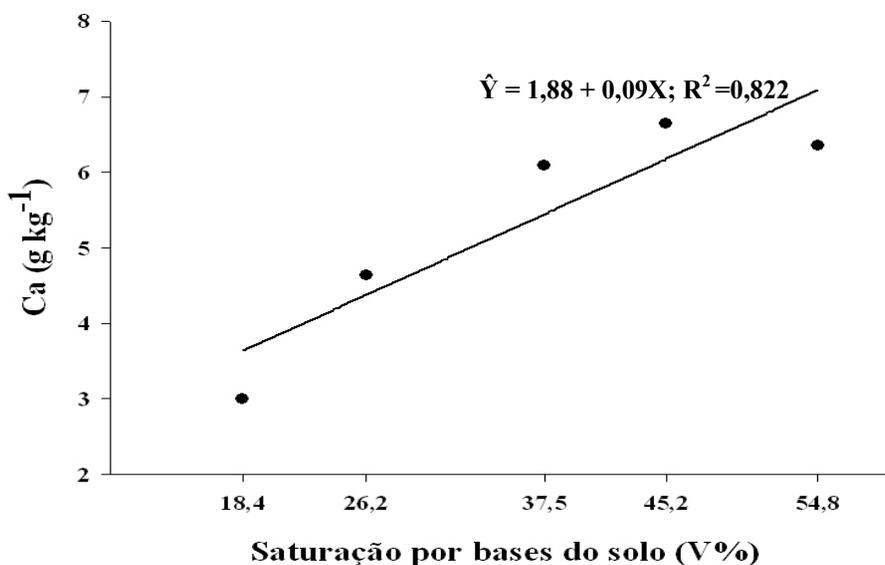


FIGURA 8. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no primeiro corte.

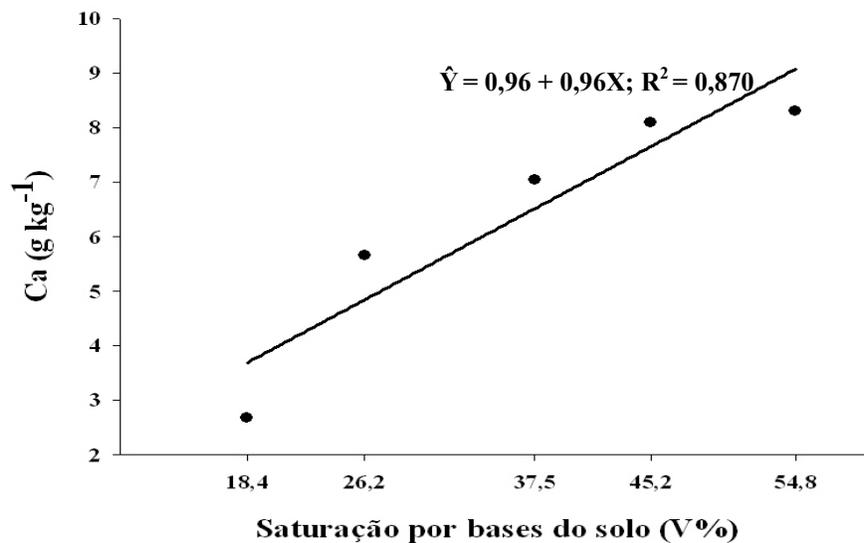


FIGURA 9. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no segundo corte.

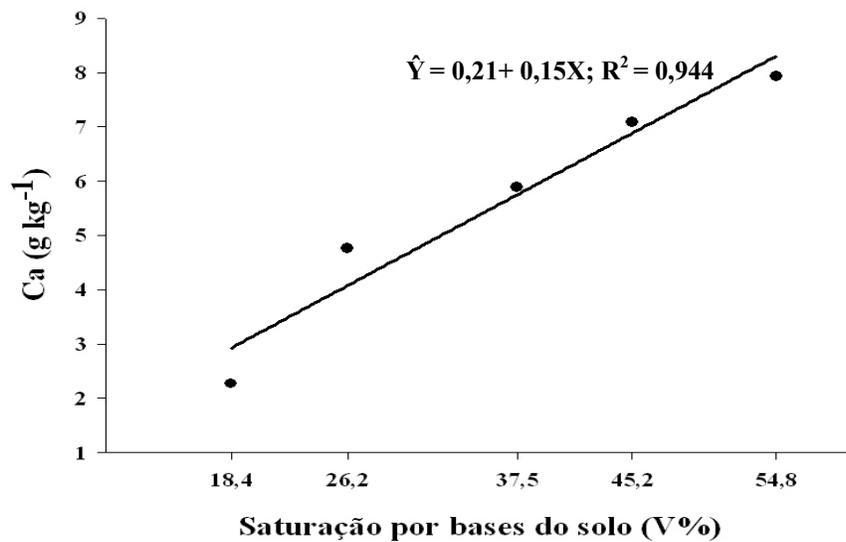


FIGURA 10. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

Vilela et al. (s.d.), estudaram o efeito de três doses de silicato de Ca e Mg como corretivo de solo e três doses de N sobre a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da forragem do capim-elefante Paraíso, em um Latossolo Vermelho, fase cerrado. Estes autores observaram aumentos consideráveis nos teores de Ca na MS da forrageira, de 0,40% na dose 0 kg ha⁻¹ para 0,58 e 0,78% nas doses 500 e 1000 kg ha⁻¹. Resultados semelhantes foram obtidos por Guimarães (2000) e Mitidieri (1995), Premazzi (1991), trabalhando com calcário. Esses autores observaram aumentos significativos nos teores de Ca na MS de diferentes espécies de gramíneas forrageiras tropicais, na medida em que se elevaram as saturações por bases do solo.

Resultados diferentes foram observados por Melo (2005), ao estudar os efeitos de doses de Si, na forma de wollastonita (silicato de Ca) e de P no estabelecimento do Marandu, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. O autor verificou que a concentração de Ca na parte aérea da forrageira declinou linearmente, tendo, na dose mais baixa de Si (150 mg dm⁻³), alcançado a mais elevada concentração de Ca (2,91 g kg⁻¹), enquanto que na dose de Si de 450 mg dm⁻³, foi observada a mais baixa concentração de Ca (1,68 g kg⁻³). No entanto, o autor justifica que uma possível causa para esses resultados seria o fator de diluição dentro da planta, pois a produção de MS foi incrementada pelas doses de Si e P.

No terceiro corte, observou-se maior teor de Ca para o Tanzânia, sendo 31,3% mais elevado que o Marandu (Tabela 10). A eficiência na absorção e utilização de Ca varia tanto entre como dentro de espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais (CIAT, 1981). Rao et al. (1995) avaliaram a quantidade de Ca absorvido e a eficiência de absorção e de uso na produção da parte aérea por gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em Latossolo argiloso com baixa capacidade de suprimento de nutrientes. Estes autores constataram que *B. decumbens*, *B. brizantha* e *P. maximum*, em ordem crescente quanto ao

potencial produtivo e qualidade de forragem, não diferem muito em relação à quantidade de Ca absorvido. Entretanto, essas gramíneas diferem quanto à eficiência de utilização do Ca absorvido.

TABELA 10. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	Ca (g kg ⁻¹)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	5,57a	6,51a	4,83b	5,63
Tanzânia	5,11a	6,18a	6,34a	5,87
Média	5,34	6,35	5,58	5,75

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste F (P>0,05).

4.1.4.3 Magnésio (Mg)

A análise de variância para os teores de Mg revelou que houve influência significativa (P<0,01) das espécies no primeiro e segundo cortes e dos níveis de saturação por bases nos três cortes (Tabela 7A).

De forma semelhante ao ocorrido com os teores de Ca, as maiores concentrações de Mg na MS também foram proporcionadas pelo Marandu (Tabela 11). Resultados semelhantes foram encontrados por Mitidieri (1995), que observou maiores percentagens de Mg na MS do Marandu, em relação às cultivares de *P. maximum*, Colômbio IZ-1 e Centenário.

TABELA 11. Teores de magnésio (Mg) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	Mg (g kg ⁻¹)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	2,68a	1,69a	1,15a	1,84
Tanzânia	2,25b	1,29b	1,25a	1,59
Média	2,46	1,50	1,20	1,72

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste F (P>0,05).

Os níveis de saturação por bases do solo influenciaram de forma linear os teores de Mg na MS das gramíneas, nos três cortes efetuados (Figuras 11, 12 e 13). Dessa forma, foram observados incrementos de 0,07; 0,04 e 0,02 g kg⁻¹ para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo, no primeiro, segundo e terceiro cortes, respectivamente. Esses resultados são naturalmente esperados, uma vez que o corretivo utilizado contém Mg em sua formulação (Tabela 3). É importante destacar também que as gramíneas tropicais (como as dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*) têm mostrado eficiência em aumentar expressivamente a concentração de Mg (que chega a ultrapassar a concentração de Ca) na parte aérea, quando recebe corretivo de solo contendo apreciável proporção desse nutriente (Monteiro, 2004).

De modo geral, os teores de Mg tiveram comportamento estatístico bastante semelhante ao ocorrido com o Ca, tendo seus valores acrescidos pela aplicação do corretivo. Resultados semelhantes são amplamente relatados na literatura (Carvalho et al., 1992; Faquin et al., 1997; Guimarães, 2000; Mitidieri, 1995; Premazzi, 1991; Rodrigues, 2002; Santos Júnior, 2005).

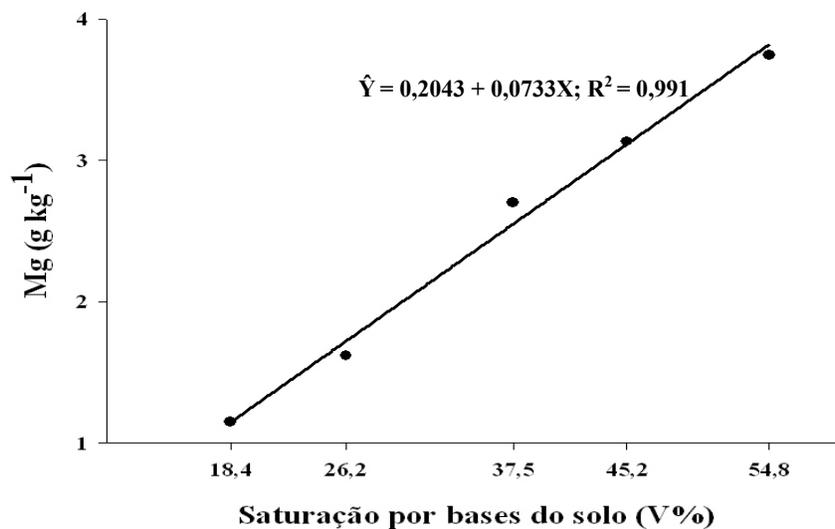


FIGURA 11. Teores de magnésio (Mg) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no primeiro corte.

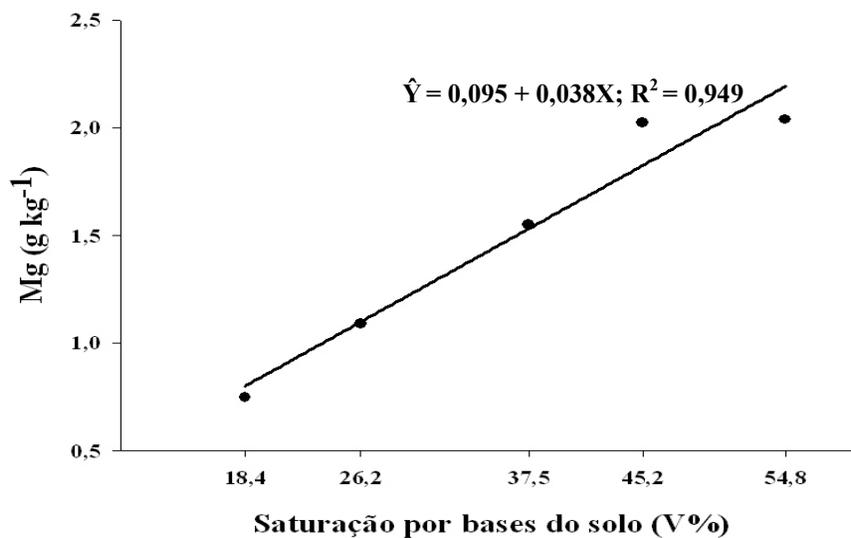


FIGURA 12. Teores de magnésio (Mg) das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no segundo corte.

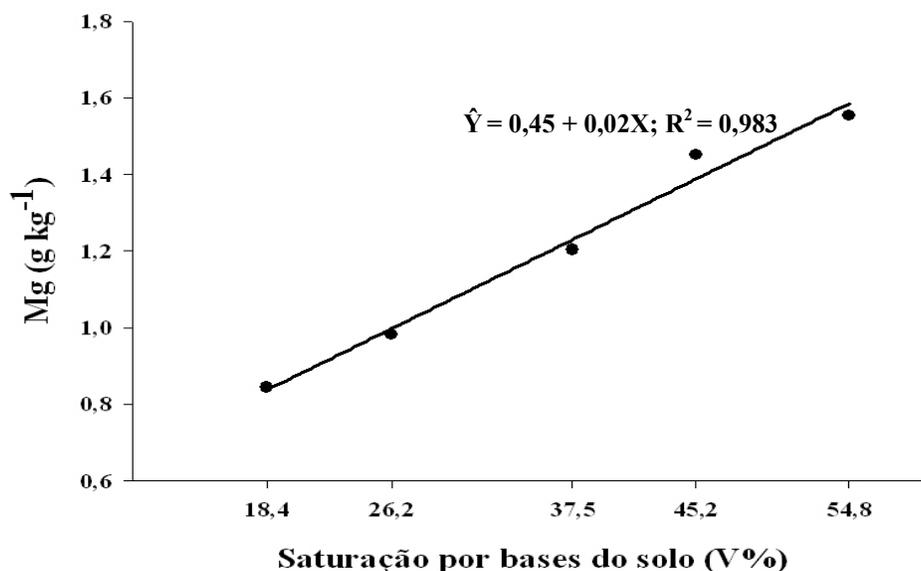


FIGURA 13. Teores de magnésio (Mg) das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

4.1.4.4 Fósforo (P)

Para os teores de P, a análise de variância revelou influência significativa ($P < 0,01$) das gramíneas nos três cortes e dos níveis de saturação por bases apenas no terceiro corte (Tabela 8A).

Nos três cortes realizados, o Marandu apresentou teores de P na MS superiores ao Tanzânia (Tabela 12), em média de 20,1%. A média geral nesse experimento foi de $4,06 \text{ g kg}^{-1}$, considerada adequada para atender às exigências de bovinos de corte em pastejo, que é de $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ (National Research Council, 1976).

TABELA 12. Teores de fósforo (P) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	P (g kg ⁻¹)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	5,68a	4,25a	3,40a	4,44
Tanzânia	4,69b	3,39b	2,95b	3,67
Média	5,19	3,81	3,17	4,06

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,05).

No terceiro corte, observou-se um decréscimo linear dos teores de P na MS das forrageiras estudadas, em função do aumento dos níveis de saturação por bases do solo (Figura 14). Estima-se, portanto, uma redução de 0,026 g kg⁻¹ do elemento para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo. Assim como observado para outros elementos, essa redução pode ser atribuída ao efeito de diluição, uma vez que houve resposta das forrageiras aos tratamentos, em termos de PMS (Figura 2).

Analisando-se os atributos químicos do solo ao final do experimento (Tabela 6), nota-se que houve um incremento efetivo na disponibilidade de P com o aumento das doses de silicato por vaso. Além do efeito da neutralização da acidez, Prado et al. (2001) relatam a existência de duas teorias que explicam esse efeito: a primeira considera que seria o incremento de ânions silicatos que competem com o P pelos mesmos sítios de adsorção, de forma que o Si iria “saturar” o solo, reduzindo o seu poder de adsorção de P; a segunda, embora menos provável, considera que o Si também poderia deslocar o P previamente adsorvido para a solução do solo.

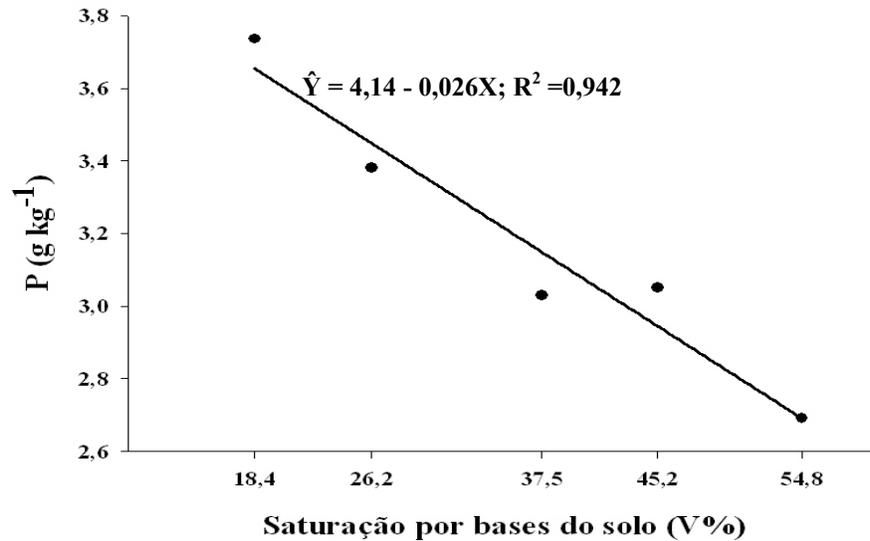


FIGURA 14. Teores de fósforo (P) das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

Prado & Fernandes (2001) avaliaram o P disponível em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob aplicação de calcário calcítico e escória de siderurgia (silicato de Ca), objetivando elevar a sua saturação por bases para 50, 75 e 100%. Os autores observaram um efeito linear da escória de siderurgia no P disponível e ausência de efeito ao ser aplicado o calcário, sugerindo que a influência da escória estaria mais relacionada à saturação dos sítios de adsorção de P do que ao efeito da elevação do pH do solo.

Prado et al. (2002), trabalhando com calcário e escória de siderurgia, não observaram diferença entre os teores de P no tecido foliar da cana-planta. Segundo esses autores, duas hipóteses podem explicar o ocorrido: a primeira é o efeito de diluição com o maior crescimento da planta e a segunda, o tipo inadequado de folha amostrada no experimento.

4.1.4.5 Potássio (K)

Para os teores de K na MS das gramíneas, observou-se influência significativa ($P < 0,01$) apenas das gramíneas no primeiro corte (Tabela 9A).

No primeiro corte, os teores de K foram mais elevados para o Marandu, que apresentou uma superioridade da ordem de 29,4% em relação ao Tanzânia (Tabela 13). Ao comparar as produções das gramíneas no primeiro corte, nota-se que houve uma relação inversa entre os teores de K e a produção de MS das forrageiras, sugerindo um possível efeito de diluição. Assim, calculando-se o total de K acumulado por vaso, observa-se que as gramíneas apresentaram valores bastante próximos, sendo $0,24 \text{ g vaso}^{-1}$ para o Marandu e $0,22 \text{ g vaso}^{-1}$ para o Tanzânia. As médias dos teores de K na MS dos três cortes foram 12,42 e $11,59 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, para o Marandu e o Tanzânia.

TABELA 13. Teores de potássio (K) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	K (g kg^{-1})			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	11,63a	12,07a	13,58a	12,42
Tanzânia	8,99b	12,02a	13,76a	11,59
Média	10,31	12,05	13,68	12,00

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F ($P > 0,05$).

Mitidieri (1995), trabalhando com níveis crescentes de saturação por bases, observou aumento dos teores de K na MS das cultivares Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, a partir da saturação de 57,03%. O autor

relata, ainda, que as cultivares Vencedor e Centenário apresentaram teores de K na MS mais elevados que as cultivares Colônia IZ-1 e Marandu, podendo ter ocorrido efeito de “concentração” devido à diminuição da produção de MS nos níveis mais elevados de saturação por bases.

Melo (2005), avaliando o efeito de doses de Si (na forma de wollastonita) e P no estabelecimento do Marandu em vasos, não detectou interação significativa das doses de Si e P na concentração média de K na parte aérea da forrageira. Entretanto, o autor detectou significância para as doses de P, com ajuste quadrático de regressão, em que se verificou uma variação de 34,02 a 40,01 g kg⁻¹ de K, respectivamente, para a maior e a menor dose de P.

4.1.4.6 Enxofre (S)

Para os teores de S, observou-se influência significativa ($P < 0,01$) das gramíneas no segundo e terceiro cortes, dos níveis de saturação por bases ($P < 0,01$) e da interação gramínea x saturação por bases ($P < 0,05$), no segundo corte (Tabela 10A).

No segundo corte, o estudo de regressão revelou que os teores de S na MS do Marandu foram melhor explicados pelo ajuste de uma equação linear, enquanto que, para o Tanzânia, não houve ajuste de equação de regressão (Figura 15). Assim, para o Marandu observou-se uma redução estimada em 0,021 g kg⁻¹ do elemento para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo. Resultados contrários foram relatados por Mitidieri (1995). Já a falta de ajuste apresentada pelo Tanzânia indica que a variação dos teores de S na MS dessa forrageira não sofreu influência dos níveis de saturação por bases do solo, sendo, nesse caso, apresentada apenas a média proporcionada pela gramínea, no corte, que foi de 1,87 g kg⁻¹.

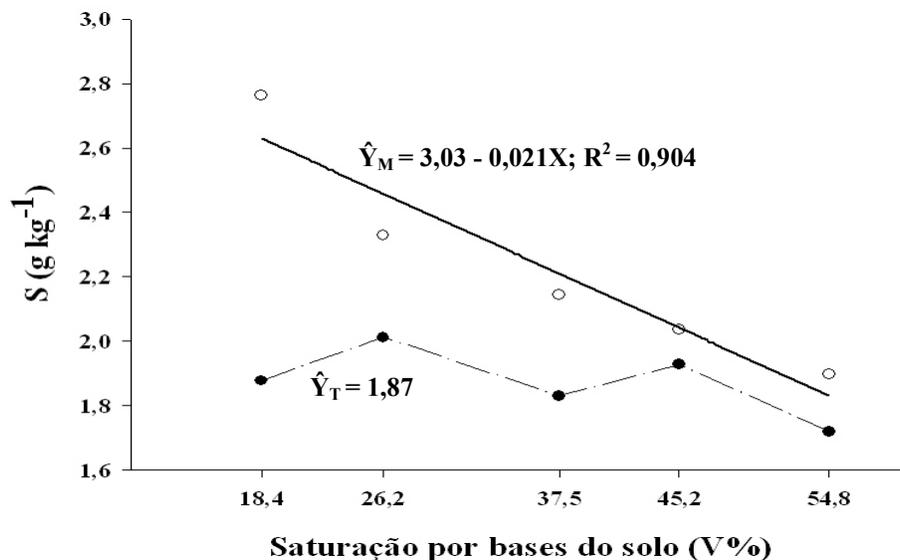


FIGURA 15. Teores de enxofre (S) das gramíneas Marandu (—○) e Tanzânia (—●), em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no segundo corte.

No geral, os teores de S das forrageiras no terceiro corte foram mais elevados do que nos cortes anteriores, tendo os menores valores sido observados no segundo corte. Três hipóteses podem ser formuladas para explicar o ocorrido. A primeira seria o efeito de concentração do elemento na MS, tendo em vista o desenvolvimento reduzido das plantas em função de baixas temperaturas e radiação solar, observadas durante o terço final do experimento. A segunda seria o aumento na disponibilidade de S no solo pela elevação do pH, promovendo a liberação de sulfatos ligados ao Fe e Al e favorecendo a mineralização da matéria orgânica do solo (Defelipo, 1990). A terceira, e mais provável, seria uma maior absorção e aproveitamento do S devido ao aumento na disponibilidade de N no solo, uma vez que, no segundo corte, houve deficiência severa de N nas plantas, sendo esta posteriormente corrigida por meio do parcelamento semanal

e aumento da quantidade de N aplicada em cobertura. O relacionamento entre o S e o N tem sido bem documentado para as gramíneas do gênero *Brachiaria* e *Panicum* (Batista, 2002; Silveira & Monteiro, 2003; Vendermiatti & Monteiro, 2002 citados por Monteiro & Euclides, 2005).

Notou-se, no terceiro corte, uma inversão entre as gramíneas quanto aos teores de S na MS, quando o Tanzânia superou o Marandu em 33,9% (Tabela 14). Relacionando-se os teores de S com a PMS das gramíneas (Tabela 7), observa-se que essa diferença não esteve relacionada ao efeito de diluição, como foi verificado para outros elementos, uma vez que o Tanzânia produziu mais que o Marandu. Diante disso, sugere-se que o Tanzânia foi mais eficiente que o Marandu na absorção do S disponível no solo.

TABELA 14. Teores de enxofre (S) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	S (g kg ⁻¹)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	2,54a	2,23a	4,22b	2,99
Tanzânia	2,36a	1,87b	5,65a	3,29
Média	2,45	2,05	4,94	3,14

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,05).

Melo (2005), estudando doses de Si (na forma de wollastonita) e P no estabelecimento do Marandu, em vasos, observou efeito da interação entre as doses de P e de Si, com ajuste de regressão polinomial para os teores de S na MS. Os valores mais altos do total de S na parte aérea foram verificados nas combinações das doses medianas de P (170 e 250 mg dm⁻³) e altas de Si (375 e

450 mg dm⁻³), tendo os valores mais baixos sido obtidos na combinação de 10 mg dm⁻³ de P com 150 mg dm⁻³ de Si.

4.1.4.7 Silício (Si)

Em decorrência da escassez de amostra, não foi realizada análise dos teores de Si das forrageiras no segundo corte.

Os teores de Si foram influenciados significativamente ($P < 0,05$) apenas pelos fatores gramínea e nível de saturação por bases no primeiro corte (Tabela 11A).

No primeiro corte observou-se maior teor de Si para o Marandu, em relação ao Tanzânia, sendo observadas médias de 7,37 e 6,86 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 15). Esses valores estão abaixo dos 10,0 g kg⁻¹ estabelecidos por Ma et al. (2001) como sendo a concentração mínima de Si para uma planta ser considerada acumuladora desse elemento. Entretanto, vale ressaltar que os teores tomados como referência por esse autor são apenas foliares e os apresentados no presente estudo são provenientes da parte aérea das plantas, incluindo lâminas foliares, bainhas, colmos, etc. Assim, considerando-se que, segundo Korndörfer et al. (2005), o Si se acumula principalmente nas áreas de máxima transpiração, na forma de sílica amorfa, acredita-se que, se fosse realizada a análise apenas das folhas das gramíneas, neste estudo, poderiam ser obtidos valores mais elevados.

Nota-se, pelo gráfico da Figura 16, que não houve ajuste de equação de regressão para os teores de Si na MS das forrageiras. Esse resultado revela que não houve influência dos níveis de saturação por bases, sendo apresentada apenas a média das gramíneas, que foi de 7,12 g kg⁻¹. Resultados contrários foram observados por Korndörfer et al. (2001) e Melo (2005), que constataram

efeito da aplicação de silicato de Ca em *B. decumbens* e *B. brizantha*, respectivamente, com teores do elemento variando entre 8,0 e 15,2 g kg⁻¹.

TABELA 15. Teores de silício (Si) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, no primeiro e terceiro cortes

Gramínea	Si (g kg ⁻¹)		Média
	1° Corte	3° Corte	
Marandu	7,37a	7,87a	7,62
Tanzânia	6,86b	7,69a	7,27
Média	7,12	7,78	7,45

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,05).

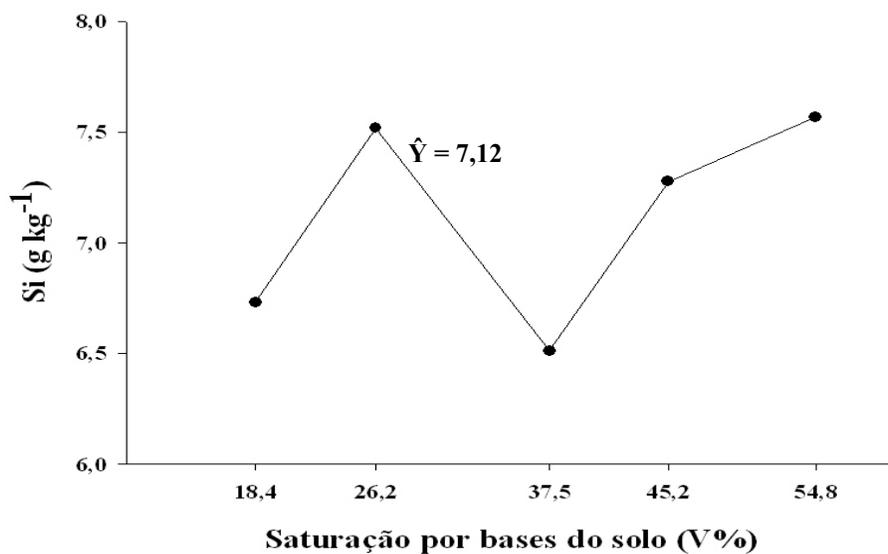


FIGURA 16. Teores de silício (Si) das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no primeiro corte.

O Si não é considerado um nutriente para as plantas. No entanto, alguns efeitos benéficos têm sido relatados, principalmente em relação ao aumento da resistência ao ataque de pragas, nematóides e doenças, diminuição da taxa transpiratória e aumento da eficiência fotossintética (Korndörfer et al., 2005).

4.1.4.8 Fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA)

Para os teores de FDN, houve influência significativa ($P < 0,01$) das gramíneas nos três cortes efetuados e dos níveis de saturação por bases no segundo corte (Tabela 12A).

Observaram-se valores de FDN mais elevados para o Tanzânia em relação ao Marandu, nos três cortes (Tabela 16). Essa diferença entre as gramíneas pode ser explicada pelo maior desenvolvimento do Tanzânia, conferindo um provável aumento da participação de parede celular. Por outro lado, o Marandu devido ao seu desenvolvimento visivelmente menos acentuado, permaneceu mais tenro, apresentando uma menor participação de fibras na MS em relação ao Tanzânia. Diferença entre espécies de gramíneas forrageiras tropicais quanto aos teores de FDN na MS também foi relatada por Santos (2004).

TABELA 16. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	FDN (% na MS)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	69,73b	73,68b	61,19b	68,20
Tanzânia	77,24a	79,26a	73,95a	76,81
Média	73,49	76,47	67,57	72,50

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F ($P > 0,05$).

No segundo corte, observou-se ajuste quadrático para os teores de FDN na MS das forrageiras, quando o menor teor foi obtido na saturação de 41,9%, na qual se estima um teor de FDN de 74,95% de FDN (Figura 17). Apesar dos teores de FDN terem sido ajustados ao modelo quadrático, é pouco provável que os valores tenham sido influenciados pelas saturações por bases do solo. Justifica-se esse fato pela ocorrência de florescimento em algumas parcelas do experimento. Esse florescimento foi observado somente no segundo corte, sendo justamente o único que mostrou variação dos teores de FDN, em função das saturações por bases do solo. Esse fato reforça a hipótese da ocorrência do florescimento ter sido a causa mais provável da variação dos teores de FDN das forrageiras. De acordo com Santos (2002), em gramíneas forrageiras, a alongação dos colmos ocorre durante o pré-florescimento, havendo queda no valor nutritivo da forragem pela mobilização de assimilados para as partes reprodutivas e pelo decréscimo da relação folha/colmo, pois, as folhas cessam o crescimento após o lançamento da inflorescência.

As médias do experimento de 68,20 e 76,81% de FDN na MS do Marandu e Tanzânia, respectivamente, foram próximas das obtidas por Gerdes et al. (2000) para essas espécies no período da primavera, que foi de 67,01% para o Marandu e 74,78% para o Tanzânia.

Segundo Van Soest (1965), o conteúdo de FDN constitui o componente bromatológico da forragem que possui correlação mais estreita com o consumo, sendo que valores acima de 55 a 60% correlacionam-se negativamente com o consumo da forragem. Nesse sentido, a média geral dos teores de FDN obtida neste estudo, de 72,50%, estaria muito acima do ideal preconizado. Entretanto, esse valor se enquadra na média normalmente registrada para gramíneas forrageiras tropicais que, em decorrência do seu desenvolvimento em ambiente de altas temperaturas e precipitações, têm seus constituintes de parede celular rapidamente elevados (Van Soest, 1994).

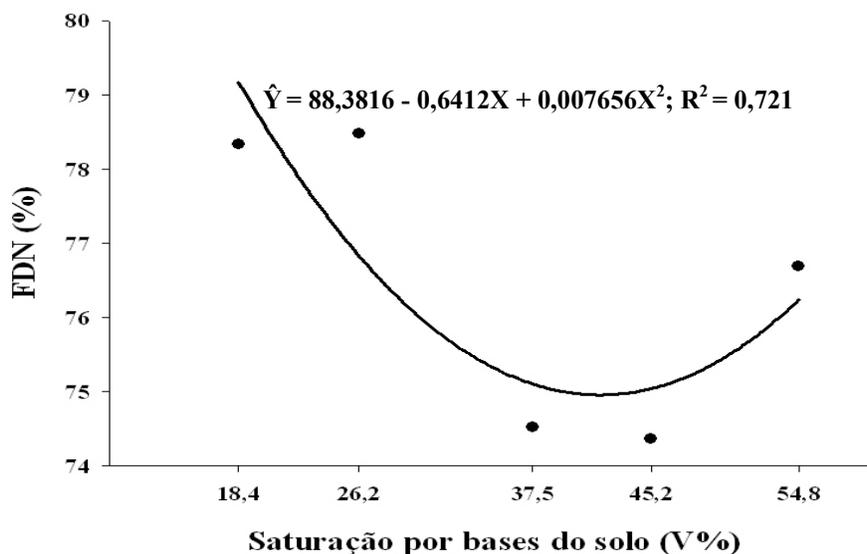


FIGURA 17. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no segundo corte.

Para os teores de FDA, observou-se influência significativa ($P < 0,01$) apenas das gramíneas no segundo e terceiro cortes (Tabela 13A).

Foram observados maiores teores de FDA na MS do Tanzânia, em relação ao Marandu, no segundo e terceiro cortes (Tabela 17). A mesma explicação dada à diferença entre os teores de FDN pode ser atribuída aos teores de FDA. Assim, é provável que, com o maior desenvolvimento do Tanzânia, tenha havido maior lignificação dos componentes da parte aérea e redução da relação folha/colmo.

A média geral dos teores de FDA das gramíneas no experimento foi de 34,32%, sendo muito próxima da encontrada por Herling et al. (2001), trabalhando com tipos e doses de calcário dolomítico em Tobiata, que foi de 34,70%.

TABELA 17. Teores de fibra em detergente ácido (FDA) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	FDA (% na MS)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	37,45a	34,68b	25,46b	32,53
Tanzânia	37,67a	38,62a	32,07a	36,12
Média	37,56	36,65	28,77	34,32

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F ($P > 0,05$).

4.1.5 Digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS)

Para os valores da DIVMS, observou-se influência significativa das gramíneas no primeiro ($P < 0,01$) e no segundo ($P < 0,05$) cortes, dos níveis de saturação por bases ($P < 0,01$) no terceiro corte e da interação gramínea x saturação por bases ($P < 0,05$) apenas no primeiro corte (Tabela 14A).

No primeiro corte, observou-se que o Tanzânia foi influenciado linear e positivamente pelos níveis de saturação por bases do solo, enquanto não houve ajuste de equação de regressão para o Marandu (Figura 18). O ajuste linear apresentado pelo Tanzânia permite estimar um incremento de 0,13% na DIVMS para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo. Já para o Marandu, a falta de ajuste de equação mostra que os coeficientes de DIVMS da gramínea não foram influenciados pelos níveis de saturação por bases do solo, sendo apresentada apenas a média da forrageira no corte, que foi de 49,14%.

O aumento dos coeficientes de DIVMS do Tanzânia pode estar associado a uma possível diminuição da proporção de lignina na FDA, pois, apesar de não ter sido realizada a determinação dos teores de lignina nas plantas,

essa seria a explicação mais coerente para tal resultado, uma vez que os teores de FDN e FDA não variaram com o aumento da saturação por bases do solo no primeiro corte. Aumentos nos coeficientes de DIVMS também foram encontrados por Herling et al. (2001), trabalhando com tipos e doses de calcário em Tobiata.

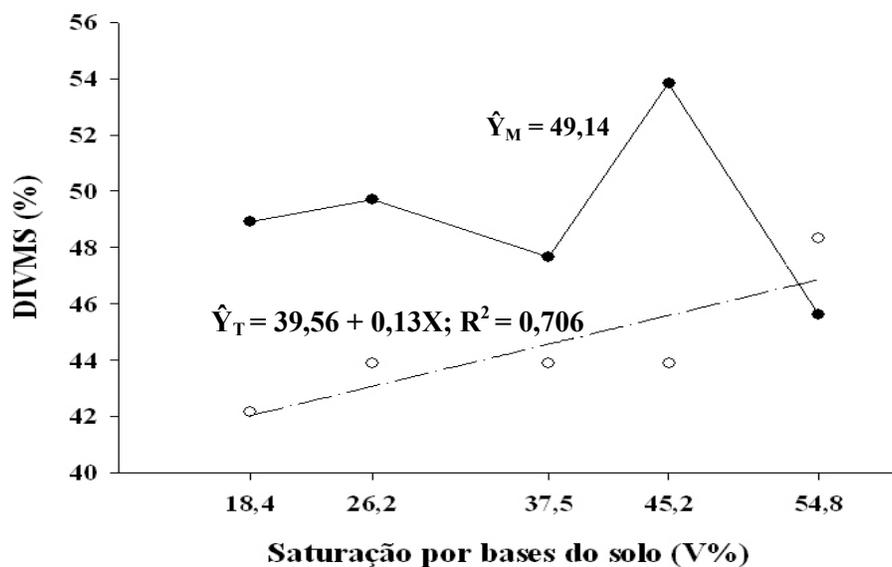


FIGURA 18. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Marandu (—●—) e Tanzânia (—○—), em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no primeiro corte.

De modo geral, observou-se um aumento dos valores de DIVMS no decorrer do experimento (Tabela 18). Essa elevação foi acompanhada por diminuição dos teores de FDN e FDA, indicando haver uma estreita relação entre essas variáveis e os coeficientes de DIVMS, evidenciada nos dois

primeiros cortes, nos quais houve uma inversão nas diferenças entre as gramíneas quanto á DIVMS e FDN.

TABELA 18. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo RQo, nos três cortes

Gramínea	DIVMS (%)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	49,14a	57,00b	63,09a	56,41
Tanzânia	44,41b	59,47a	61,30a	55,06
Média	46,78	58,23	62,20	55,74

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F ($P>0,05$).

No terceiro corte, os valores de DIVMS foram influenciados de forma quadrática pelos níveis de saturação por bases do solo (Figura 19). A mais alta digestibilidade foi estimada para o nível de V% de 30,4%, no qual as gramíneas apresentaram DIVMS de 64,44%.

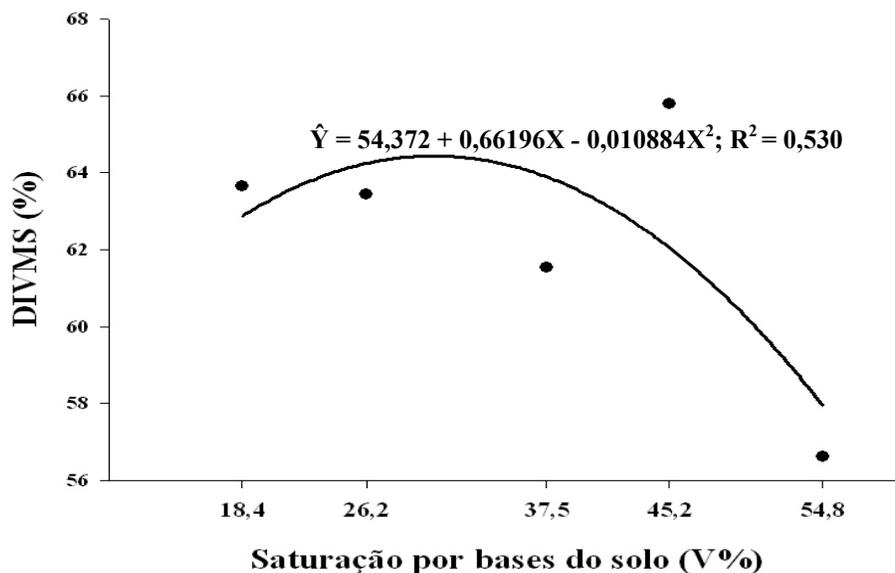


FIGURA 19. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo, no terceiro corte.

4.1.6 Razão parte aérea/raiz

Observou-se influência significativa ($P < 0,05$) somente dos níveis de saturação por bases do solo nos valores da razão parte aérea/raiz das gramíneas estudadas (Tabela 15A).

De acordo com a Figura 20, as forrageiras exibiram uma redução linear das razões parte aérea/raiz em resposta ao aumento de V%, havendo um decréscimo estimado em 0,002 para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo. Esse comportamento é explicado pelo maior desenvolvimento de raízes observado em razão da adição de Ca, neutralização do Al tóxico e disponibilização de P. Assim, dentre os efeitos da calagem em culturas, Raij

(1991) destaca a obtenção de sistemas radiculares mais extensos, favorecendo um melhor aproveitamento de água e nutrientes existentes no solo.

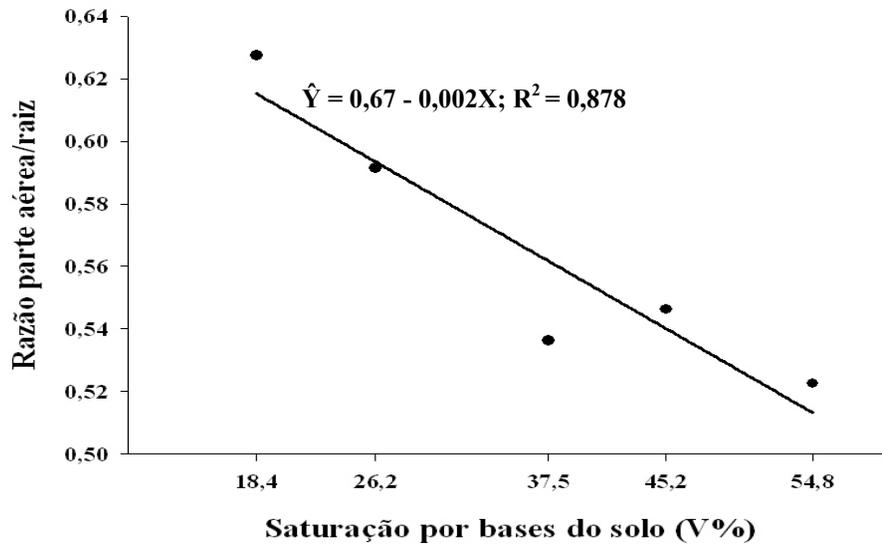


FIGURA 20. Razão parte aérea/raiz das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo RQo.

Guimarães (2000), trabalhando com níveis crescentes de saturação por bases para gramíneas forrageiras tropicais, observou um aumento linear na produção de raízes de *Brachiaria mutica*, em função da elevação da saturação por bases do solo.

4.2 Experimento 2 – Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf)

4.2.1 Produção de MS por corte (PMS) e total (PTMS)

Houve efeito significativo das gramíneas no primeiro ($P<0,05$), segundo e terceiro cortes ($P<0,01$) e das saturações por bases e interação gramínea x saturação por bases ($P<0,01$) no segundo e terceiro cortes (Tabela 16A).

Observa-se, por meio da Tabela 5, que houve um aumento, embora discreto, da saturação por bases do solo, em função das doses de silicato de Ca e Mg. No entanto, nota-se que não houve variação nos valores de pH, fato que pode ser atribuído a um possível erro de análise, uma vez que há uma relação direta entre saturação por bases e pH do solo.

As baixas saturações por bases alcançadas após período de incubação são atribuídas à baixa reatividade do silicato, em decorrência de sua granulometria mais grosseira e sua base química (SiO_2) possuir baixa eficiência relativa, refletindo, assim, em um baixo PRNT (Tabela 4). Nesse sentido, levando-se em conta o alto efeito residual do silicato, a incubação do solo deve ser realizada por período mais longo do que o utilizado no presente estudo.

Observou-se, após o experimento, que, mesmo havendo remoção de bases pelas plantas, o solo apresentou valores de saturação por bases bastante elevados (Tabela 5). Esses dados indicam que o corretivo reagiu ao longo do experimento e, devido à alta quantidade de corretivo aplicado e ao alto poder tampão do solo LVdf, os valores da saturação por bases foram bastante altos em relação aos registrados após a incubação (semeadura), aproximando-se dos valores calculados. Esses resultados mostram que um maior tempo de incubação seria necessário para a completa reação do corretivo no solo.

TABELA 19. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf), em função de gramíneas e doses de silicato de Ca e Mg, após o terceiro corte (Exp. 2)

Atributo	Gramínea									
	Marandu					Tanzânia				
	Dose de silicato de Ca e Mg (g vaso ⁻¹)									
	0	7,70	12,68	17,64	22,62	0	7,70	12,68	17,64	22,62
pH	5,2	6,4	6,6	6,9	6,9	5,7	6,9	6,9	6,7	7,1
P	13,2	12,4	23,6	18,4	21,1	13,2	9,3	16,4	19,4	22,5
K ⁺	36,0	20,0	36,0	16,0	51,0	45,0	31,0	27,0	34,0	34,0
Ca ²⁺	0,7	1,9	2,6	3,2	3,9	0,4	1,9	2,7	3,0	3,7
Mg ²⁺	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5
Si	12,3	10,8	14,4	14,7	14,0	9,3	10,3	11,1	12,1	11,8
Al ³⁺	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H+Al ³⁺	2,1	1,5	1,2	1,1	1,0	2,3	1,7	1,3	1,2	1,0
SB	1,0	2,3	3,0	3,4	4,3	0,7	2,2	3,1	3,6	4,3
(t)	1,0	2,3	3,0	3,4	4,3	0,7	2,2	3,1	3,6	4,3
(T)	3,1	3,8	4,2	4,5	5,3	3,0	3,9	4,4	4,8	5,3
m%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V%	32,0	60,0	71,4	75,8	81,2	23,8	56,2	70,3	74,9	81,1

P = mg dm⁻³; K⁺ = mg dm⁻³; Ca²⁺ = cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = cmol_c dm⁻³; Si = mg dm⁻³; Al³⁺ = cmol_c dm⁻³; H+Al³⁺ = cmol_c dm⁻³; SB = cmol_c dm⁻³; (t) = cmol_c dm⁻³; (T) = cmol_c dm⁻³.

Laboratório de Análise de Solo do DCS/UFLA, 2005.

O Tanzânia proporcionou maior PMS nos três cortes efetuados, apresentando uma superioridade de 24,5% em relação ao Marandu, na média dos três cortes (Tabela 20). Esse resultado pode estar relacionado a fatores genéticos, considerando que o potencial de PMS do Marandu é de 8 a 10 t ha⁻¹ ano⁻¹ (Alcântara & Bufarah, 1985), enquanto o Tanzânia produz em torno de 26 t ha⁻¹ ano⁻¹ (Corsi & Santos, 1995).

TABELA 20. Produções de MS (PMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	PMS (g vaso ⁻¹)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	12,56b	12,65b	11,94b	12,38
Tanzânia	15,70a	15,85a	14,72a	15,42
Média	14,13	14,25	13,33	13,90

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F (P>0,01).

A superioridade do Tanzânia ocorreu em função tanto do perfilhamento mais intenso como da obtenção de maior altura de perfilhos em relação ao Marandu (Tabelas 21 e 22). Resultados semelhantes em relação à produção de MS e altura de perfilhos foram relatados por Gerdes et al. (2000), que observaram maiores valores de produção de MS e altura do relvado para o Tanzânia em relação ao Marandu, nas quatro estações do ano, com exceção da produção de MS na primavera, quando o Marandu superou o Tanzânia em 13,9%.

TABELA 21. Altura de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	Altura de perfilhos (cm)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	38,14a	33,91b	32,39b	34,81
Tanzânia	41,94a	36,96a	40,67a	39,85
Média	40,04	35,43	36,53	37,33

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F (P>0,01).

No segundo corte, a elevação das saturações por bases do solo proporcionou ajuste quadrático para os valores das PMS de ambas as gramíneas, observando-se maior produção do Tanzânia em todos os níveis de saturação (Figura 21). A PMS máxima estimada do Tanzânia foi de 16,67 g vaso⁻¹ na saturação de 38,0%, enquanto a do Marandu foi de 13,96 g vaso⁻¹ na saturação de 24,3%. Esses valores de saturação estão abaixo dos recomendados pela 5ª aproximação da CFSEMG (1999) para o estabelecimento dessas gramíneas, que é de 45-50% para o Tanzânia e 45% para o Marandu. Entretanto, vale ressaltar que os valores de saturação por bases tomados como referência nesse experimento foram os observados antes da semeadura das gramíneas. Portanto, pode ter havido um aumento desses valores até a ocasião do segundo corte, em virtude da baixa reatividade do silicato de Ca e Mg e ao alto poder tampão do solo LVdf.

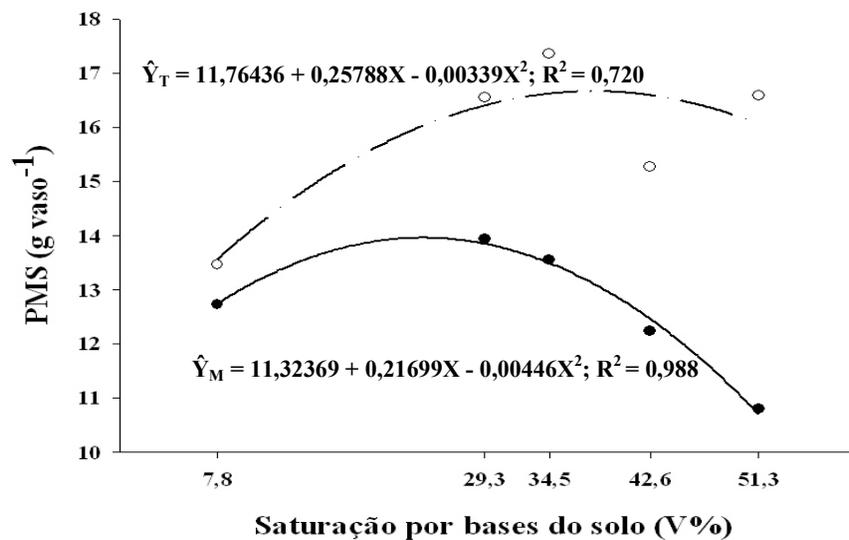


FIGURA 21. Produções de MS (PMS) das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

Apesar de não ter sido realizada análise química do solo após o segundo corte, os resultados da análise após o terceiro corte indicam que o corretivo reagiu de forma progressiva até o final do experimento, fato evidenciado principalmente, pelos altos valores de pH e saturação por bases observados para a dose mais alta do corretivo (Tabela 19).

No terceiro corte, analisando-se o efeito dos níveis de saturação por bases do solo, observou-se que o Tanzânia exibiu um aumento linear das PMS, enquanto o Marandu apresentou ajuste quadrático (Figura 22). A superioridade do Tanzânia ocorreu em todas as saturações alcançadas, exceto na de 29,3%, no qual não foi verificada diferença estatística entre as forrageiras. Os ajustes permitiram estimar que, para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo, há um incremento de 0,08 g vaso⁻¹ de MS do Tanzânia, enquanto que para o Marandu, esse aumento ocorre até um pico de 14,45 g vaso⁻¹, na saturação de 29,4%, reduzindo a partir daí até alcançar, na saturação mais elevada (51,3%), valores muito próximos aos obtidos na saturação original (7,8%).

Os níveis de saturação por bases tomados como referência foram registrados ao final do período de incubação do solo. Assim, a reação gradativa do corretivo durante o experimento proporcionou valores de saturação por bases e pH bastante elevados ao final do experimento. Nessas condições, pode ter ocorrido diminuição da disponibilidade de alguns micronutrientes no solo, resultando na queda da PMS nas doses mais altas de silicato.

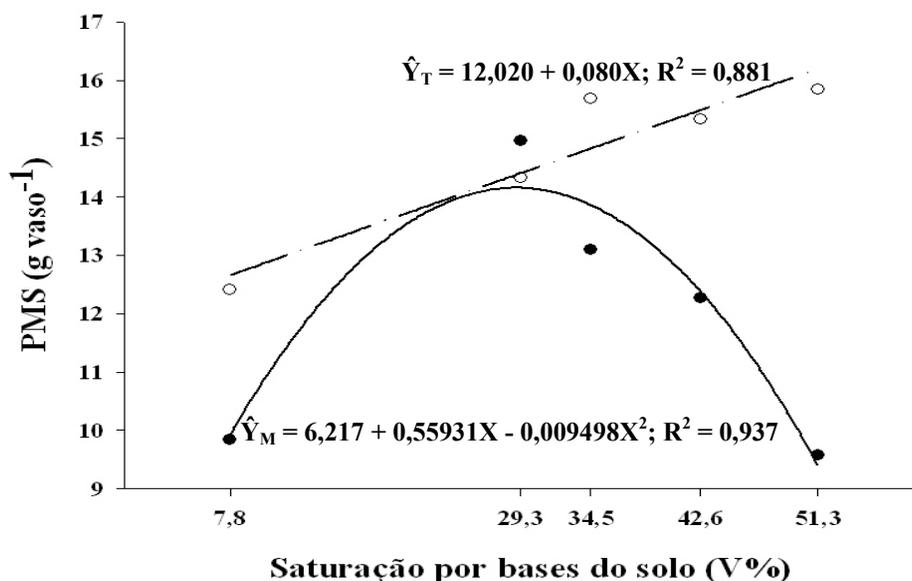


FIGURA 22. Produções de MS (PMS) das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

O fato de ter havido resposta linear para as PMS do Tanzânia em contraste com o ajuste quadrático do Marandu no terceiro corte, demonstra a menor resposta deste último à elevação da saturação por bases, em virtude, principalmente, de sua maior adaptação a solos ácidos. Estudos demonstram que o caráter de tolerância à acidez do solo varia tanto entre espécies como entre ecótipos (Cantarutti et al., 2004). Essas diferenças levam a recomendações diferenciadas de calagem para cada espécie forrageira. Monteiro & Euclides (2005) recomendam para as cultivares Marandu e Tanzânia-1 a elevação da saturação por bases do solo para 45 e 55%, respectivamente. Por outro lado, Werner et al. (1997), citados por Luz et al. (2004), recomendam elevar a

saturação para 60% no estabelecimento e 50% na manutenção de pastagens formadas por ambas as cultivares.

Quanto a PTMS, houve efeito significativo ($P < 0,01$) apenas de gramínea e da interação gramínea x saturação por bases (Tabela 17A).

Na Figura 23 fica evidente a maior resposta do Tanzânia à elevação da saturação por bases do solo. Observou-se um comportamento bastante semelhante ao que ocorreu no terceiro corte, havendo superioridade do Tanzânia em todas as saturações. Do mesmo modo, as equações de regressão foram lineares para o Tanzânia e quadrática para o Marandu, indicando que houve prejuízo ao desenvolvimento do Marandu nas doses mais elevadas de silicato, as quais proporcionaram valores de pH e saturação por bases muito altos (Tabela 19). O incremento estimado para o Tanzânia foi de $0,23 \text{ g vaso}^{-1}$ de MS para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo e uma PTMS máxima estimada para o Marandu de $40,39 \text{ g vaso}^{-1}$ até a saturação de 28,5%.

Mitidieri (1995) avaliou a resposta de cinco gramíneas forrageiras a níveis crescentes de calagem em um Latossolo Vermelho-Escuro. O autor observou que, independentemente do nível de calagem, houve maior resposta da cultivar Colônia IZ-1, a qual foi significativamente superior às cultivares Vencedor, Centenário e Marandu, não havendo diferenças significativas entre as produções dessas três últimas.

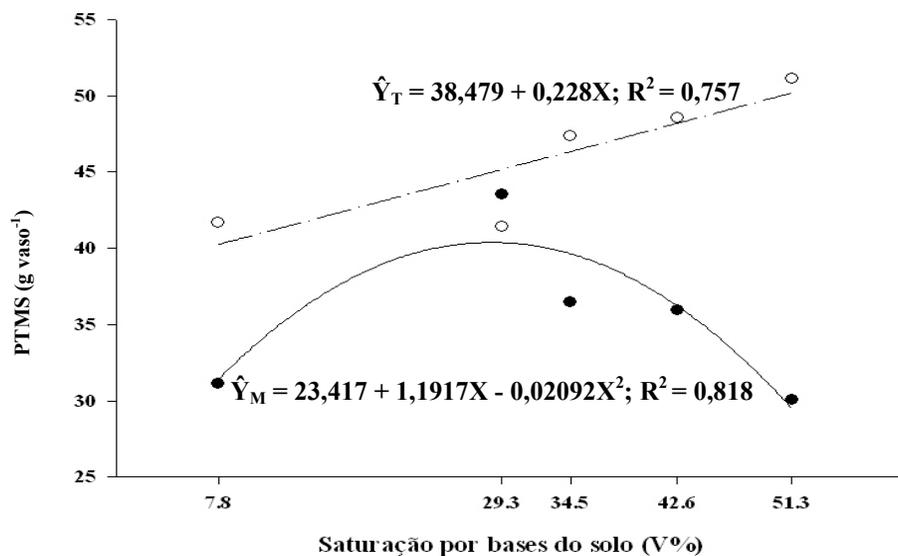


FIGURA 23. Produções totais de MS (PTMS) das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função dos níveis de saturação por bases de um solo LVdf.

4.2.2 Altura de perfilhos

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) para altura de perfilhos dos fatores gramínea no segundo e terceiro cortes, saturação por bases e da interação gramínea x saturação por bases no segundo corte (Tabela 18A).

No segundo corte, observou-se que as gramíneas apresentaram ajustes quadrático e linear para as alturas de perfilho do Marandu e Tanzânia, respectivamente, em função do aumento das saturações por bases do solo (Figura 24). As gramíneas não diferiram entre si até a saturação de 26,8%, em que o Marandu alcançou o ponto de máxima altura de perfilhos, sendo de 36,54 cm. Já para o Tanzânia, observou-se um aumento de 0,07 cm para cada 1% de elevação da saturação por bases do solo.

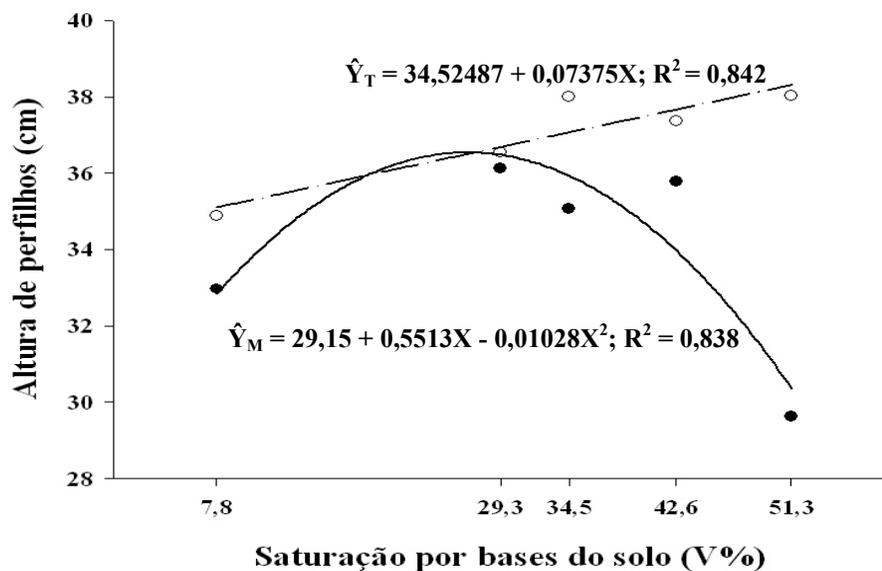


FIGURA 24. Altura de perfilhos das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

De modo geral, os ajustes apresentados pelas gramíneas se assemelharam bastante aos observados para a PMS, indicando uma complementaridade entre essas duas variáveis. O ajuste linear proporcionado pelo Tanzânia sugere que maiores alturas de perfilhos poderiam ser alcançadas em níveis mais elevados de saturação por bases, nas condições do presente estudo.

Mitidieri (1995) não observou efeito de doses de calcário, em um Latossolo Vermelho-Escuro, na altura da haste principal das cultivares Colônia, Vencedor, Centenário e Marandu. Entretanto, o autor detectou diferença entre as cultivares, tendo a Centenário apresentado menor altura do que as outras três gramíneas.

Por sua vez, Souza (2004) estudou doses, formas de aplicação e granulometrias de calcário dolomítico na produção e na qualidade da forragem do Tanzânia, em condições de campo, não observando diferenças significativas para as alturas de perfilhos em função dos tratamentos aplicados.

No terceiro corte, o Tanzânia continuou apresentando as maiores alturas de perfilho, constituindo uma superioridade de 25,6% em relação ao Marandu (Tabela 21). As médias dos três cortes apresentadas pelas gramíneas no experimento foram de 34,81 cm para o Marandu e 39,85 cm para o Tanzânia (Tabela 21), sendo esta última superior às alturas observadas por Souza (2004), estudando calagem em capim-tanzânia, sob condições de campo, que variaram entre 29,64 e 30,20 cm.

4.2.3 Número de perfilhos

Para o número de perfilhos por vaso, observou-se influência significativa ($P<0,01$) das gramíneas no primeiro e terceiro cortes e da interação gramínea x saturação por bases ($P<0,05$) no terceiro corte (Tabela 19A).

No primeiro corte, o Tanzânia superou o Marandu em 70% no número de perfilhos por vaso (Tabela 22). Já no segundo corte, as gramíneas não diferiram entre si, provavelmente em decorrência das deficiências de N e K apresentadas pelo Tanzânia, fato que para o Marandu não foi tão evidente. Assim, houve uma menor emissão de perfilhos pelo Tanzânia, em relação ao Marandu, após a eliminação do meristema apical no primeiro corte, fazendo com que as espécies apresentassem números próximos de perfilhos por ocasião do segundo corte.

TABELA 22. Número de perfílos por vaso das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três corte

Gramínea	Número de perfílos por vaso			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	14,50b	25,20a	40,25b	26,65
Tanzânia	24,65a	27,60a	49,45a	33,90
Média	19,57	26,40	44,89	30,27

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($P>0,01$).

No terceiro corte, observou-se que o número de perfílos do Marandu, em função dos níveis de saturação por bases do solo, apresentou ajuste de equação quadrática, ao passo que para o Tanzânia não houve ajuste de equação de regressão (Figura 25). O ponto de máximo número de perfílos observado para o Marandu foi de 48,16 na saturação de 28,0%. Já para o Tanzânia, a falta de ajuste demonstra que não houve influência dos níveis de saturação por bases do solo no perfilhamento, sendo apresentada apenas a média obtida pela forrageira no corte, que foi de 49,45 perfílos por vaso.

As gramíneas apresentaram médias de perfílos por vaso dos três cortes, de 26,65 para o Marandu e 33,90 para o Tanzânia (Tabela 22).

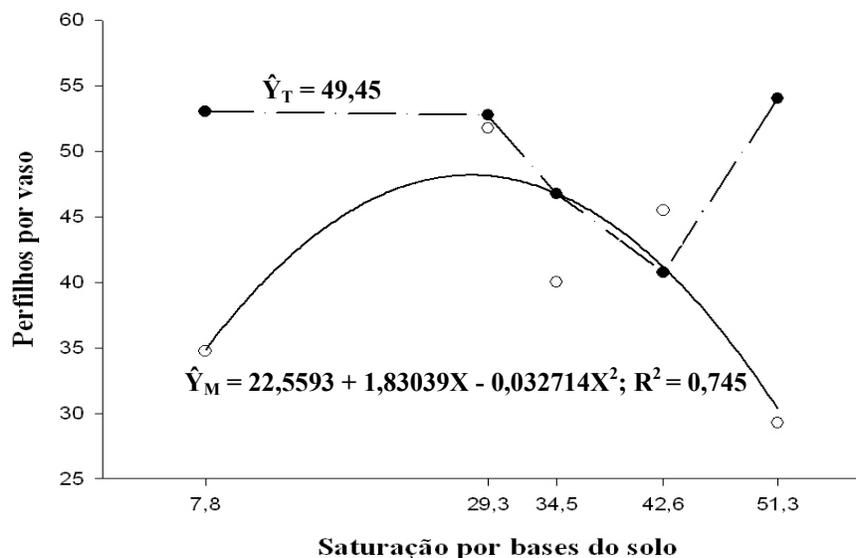


FIGURA 25. Número de perfis por vaso das gramíneas Marandu (—○) e Tanzânia (—●), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

4.2.4 Composição química da forragem

4.2.4.1 Proteína bruta (PB)

Por meio de análise de variância, observou-se influência significativa ($P < 0,01$) dos fatores gramínea e saturação por bases nos três cortes e da interação gramínea x saturação por bases no primeiro corte (Tabela 20A).

No primeiro corte, os níveis de saturação por bases do solo influenciaram de forma quadrática e linear os teores de PB na MS do Marandu e Tanzânia, respectivamente (Figura 26). Para o Marandu foi estimado o ponto de mínima concentração de PB (10,61%) na saturação de 25,4%, enquanto o Tanzânia apresentou uma redução de 0,04% de PB para cada 1% de elevação na

saturação por bases do solo. Apesar de, no primeiro corte, não ter havido diferença estatística entre os níveis de saturação por bases quanto às produções de MS das gramíneas, as diferenças numéricas podem ter contribuído para os comportamentos apresentados pelas forrageiras quanto aos teores de PB, caracterizando um efeito de concentração de N na MS das plantas que proporcionaram as menores produções. Esse comportamento também foi observado por Guimarães (2000), que detectou maiores concentrações de PB em *B. mutica*, quando registrou menores produções de MS, ao avaliar quatro forrageiras tropicais em dois solos da Ilha de Marajó, PA, submetidos a crescentes saturações por bases.

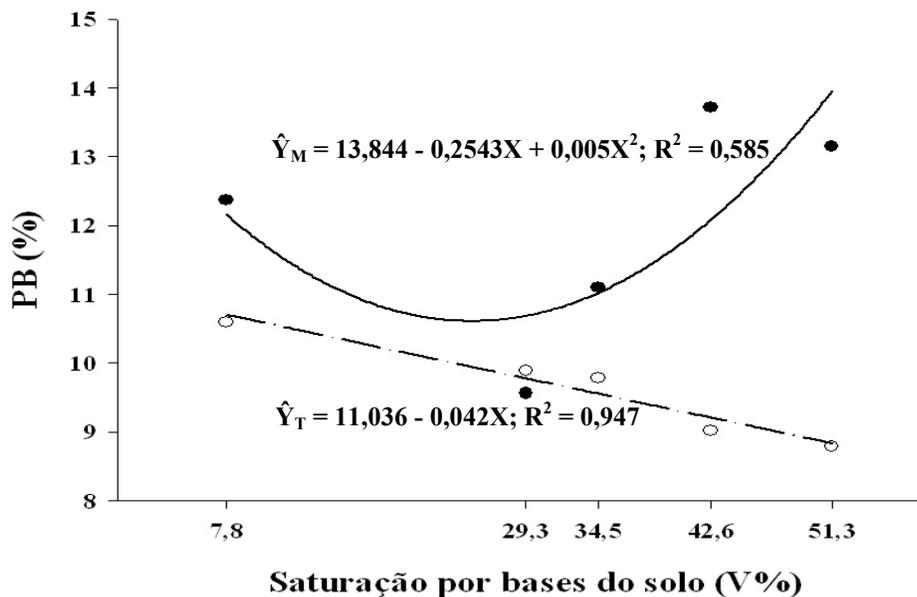


FIGURA 26. Teores de proteína bruta (PB) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

No segundo corte, o Marandu continuou apresentando maiores concentrações de PB na MS em relação ao Tanzânia, com as médias de 11,88 e 9,54%, respectivamente (Tabela 23). É importante mencionar que ocorreram sintomas visuais de deficiência de N e K cerca de duas semanas após o primeiro corte, em virtude das quantidades insuficientes desses nutrientes aplicados em cobertura após o primeiro corte (50 mg dm^{-3} de N e 30 mg dm^{-3} de K_2O). Dado o estado nutricional das plantas na ocasião, teores menores do que esses poderiam ter sido obtidos, porém, a realização de uma segunda fertilização de cobertura, cerca de uma semana antes do segundo corte, contribuiu para garantir a rebrota e elevar os teores de N na planta.

TABELA 23. Teores de proteína bruta (PB) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	PB (% na MS)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	11,98a	11,88a	17,35a	13,73
Tanzânia	9,61b	9,54b	14,35b	11,16
Média	10,79	10,71	15,85	12,45

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F ($P>0,01$).

A elevação dos níveis de saturação por bases, no segundo corte, proporcionou decréscimo linear dos teores de PB na MS de ambas as forrageiras (Figura 27). O ajuste de regressão revelou uma diminuição do teor de PB de 0,037% para cada 1% de elevação da saturação por bases do solo. Esse comportamento também segue o mesmo raciocínio dos cortes anteriores, em que os teores de PB são diluídos com o aumento da produção de MS por vaso.

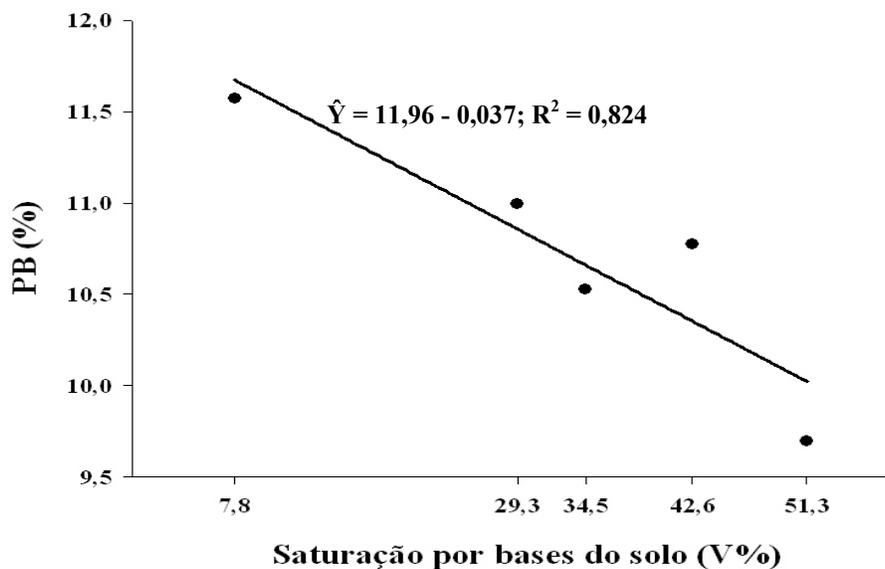


FIGURA 27. Teores de proteína bruta (PB) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

No terceiro corte, o Marandu também apresentou teores de PB mais elevados que o Tanzânia, com médias de 17,35 e 14,35%, respectivamente (Tabela 23). Essa diferença pode estar relacionada à idade de corte, de maneira que o Tanzânia pode ter alcançado estágio mais avançado de desenvolvimento em relação ao Marandu.

Os níveis de saturação por bases influenciaram os teores de PB na MS das gramíneas, ajustando-se ao modelo de regressão quadrático (Figura 28). O ajuste mostrou uma redução dos teores de PB até um mínimo de 14,79% na saturação 31,3%, elevando-se a partir daí até alcançar 17,30% na saturação mais alta (51,3%). Novamente, as concentrações de PB estão correlacionadas com as produções de MS, conforme observado na Figura 22.

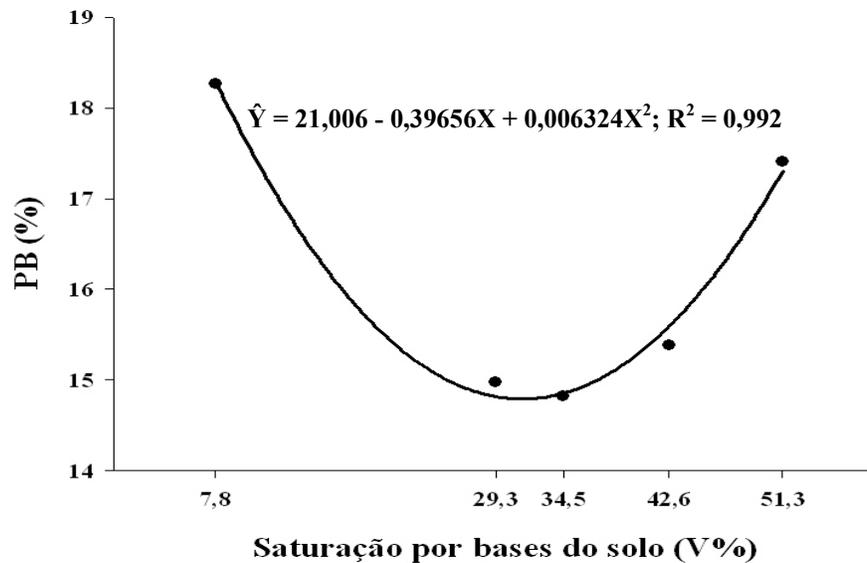


FIGURA 28. Teores de proteína bruta (PB) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

De modo geral, os teores de PB na MS das gramíneas no terceiro corte foram superiores aos obtidos nos cortes anteriores (Tabela 22). Dois fatores podem ter contribuído para isso: as baixas temperaturas ocorridas no terço final do período experimental (meados de maio), associadas às condições de fotoperíodo, limitaram o desenvolvimento das plantas, que permaneceram tenras e com alta relação folha/colmo e o parcelamento semanal da fertilização de manutenção com N e K conferiu uma maior eficiência na absorção e aproveitamento do N.

Premazzi (1991), estudando o efeito de níveis e saturação por bases na produção de MS de cinco forrageiras tropicais, em casa de vegetação, observou diferença significativa entre os tratamentos quanto à concentração de N na parte aérea, no primeiro e segundo cortes. No primeiro corte, houve uma redução

inicial, até o nível de 39% de saturação por bases, elevando-se em seguida. Já no segundo corte, os teores de N reduziram significativamente em função dos tratamentos. O autor atribuiu tais resultados ao efeito de diluição do N na MS, ao constatar uma tendência contrária em relação à produção de MS.

4.2.4.2 Cálcio (Ca)

Os teores de Ca na MS das gramíneas foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) pelas gramíneas no segundo e terceiro cortes, pelos níveis de saturação por bases nos três cortes e pela interação gramínea x saturação por bases no terceiro corte (Tabela 21A).

No primeiro e segundo cortes observou-se um aumento linear dos teores de Ca na MS das gramíneas estudadas, com incrementos de 0,055 e 0,04 g kg⁻¹ do elemento na MS das gramíneas, respectivamente, para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo (Figuras 29 e 30). Esses incrementos são naturalmente esperados, pois, o silicato de Ca e Mg possui consideráveis quantidades de CaO, conforme a Tabela 3.

No segundo corte, o Marandu apresentou maiores teores de Ca na MS do que o Tanzânia, havendo uma inversão no terceiro corte, no qual o Tanzânia passou a apresentar teor mais elevado, conforme se observa na Tabela 24.

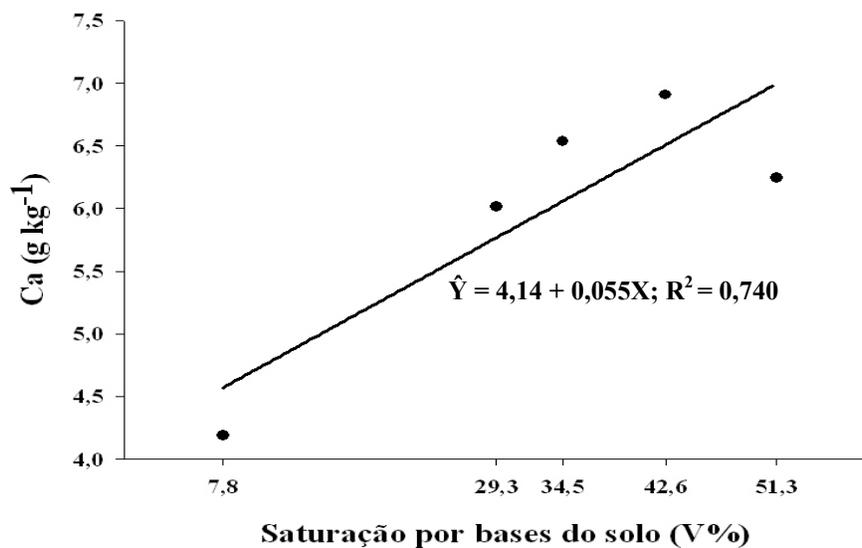


FIGURA 29. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

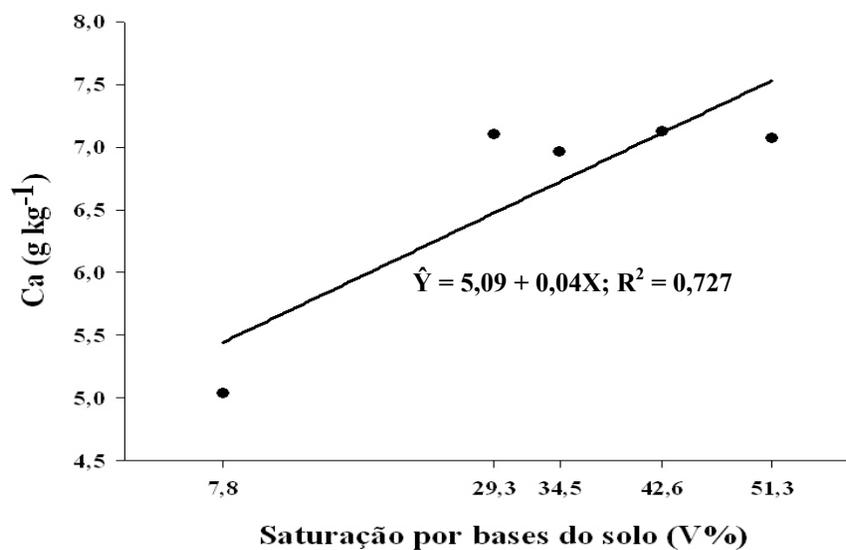


FIGURA 30. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

TABELA 24. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	Ca (g kg ⁻¹)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	5,76	7,00a	6,93b	6,56
Tanzânia	6,19	6,24b	8,03a	6,82
Média	5,97	6,62	7,48	6,69

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,01).

No terceiro corte, os níveis de saturação por bases do solo também influenciaram linearmente os teores de Ca na MS de ambas as forrageiras, obtendo-se um incremento de 0,10 g kg⁻¹ para o Tanzânia e 0,06 g kg⁻¹ para o Marandu, para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo (Figura 31). As eficiências na absorção e utilização de Ca variam tanto entre como dentro de espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais (CIAT, 1981). Rao et al. (1995) avaliaram a quantidade de Ca absorvido e a eficiência de sua absorção e uso na produção da parte aérea por gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em Latossolo argiloso com baixa capacidade de suprimento de nutrientes. Estes autores constataram que *B. decumbens*, *B. brizantha* e *P. maximum*, em ordem crescente quanto ao potencial produtivo e qualidade da forragem, não diferem muito quanto à quantidade de Ca absorvido, porém, diferem quanto à eficiência de sua utilização.

Vilela et al. (s.d.), estudando o efeito de três doses de silicato de Ca e Mg como corretivo de solo e três doses de N sobre a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da forragem do capim-elefante Paraíso, em um Latossolo Vermelho, fase cerrado, observaram aumentos consideráveis nos teores de Ca na

MS da forrageira de 0,40% na dose 0 kg ha⁻¹ para 0,58 e 0,78% nas doses de 500 e 1000 kg ha⁻¹. Resultados semelhantes foram relatados por Guimarães (2000), Mitidieri (1995) e Premazzi (1991), trabalhando com calcário. Esses autores observaram aumentos significativos nos teores de Ca na MS de diferentes espécies de gramíneas forrageiras tropicais, à medida que elevaram-se as saturações por bases do solo.

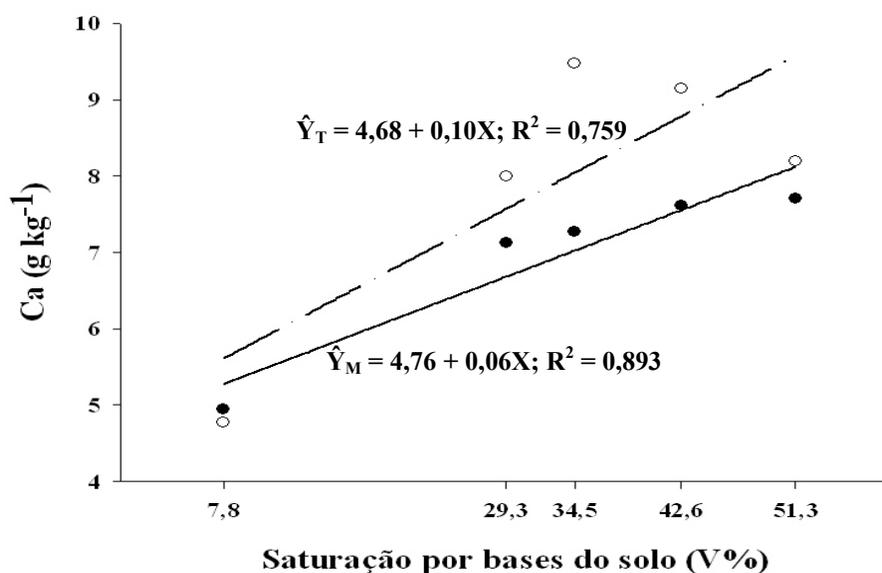


FIGURA 31. Teores de cálcio (Ca) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

4.2.4.3 Magnésio (Mg)

Para os teores de Mg, houve influência significativa ($P < 0,01$) dos fatores gramínea no primeiro e segundo cortes, níveis de saturação por bases nos três

cortes e da interação gramínea x saturação por bases no primeiro corte (Tabela 22A).

No primeiro corte, nota-se que as gramíneas não diferiram entre si apenas na saturação original do solo (7,8%), apresentando um aumento quadrático dos teores de Mg na MS para ambas as forrageiras (Figura 32). Foram observados incrementos mais acentuados para o Marandu, cujo ponto de máxima concentração do elemento (5,16 g kg⁻¹) ocorreu na saturação de 44,0%, enquanto que, para o Tanzânia, esse ponto foi registrado na saturação de 39,7%, correspondendo a 3,68 g kg⁻¹ de Mg. As médias observadas para as gramíneas no primeiro corte foram de 4,14 e 3,04 g kg⁻¹, respectivamente, para o Marandu e Tanzânia, conferindo uma superioridade de 36,2% para a primeira forrageira (Tabela 25).

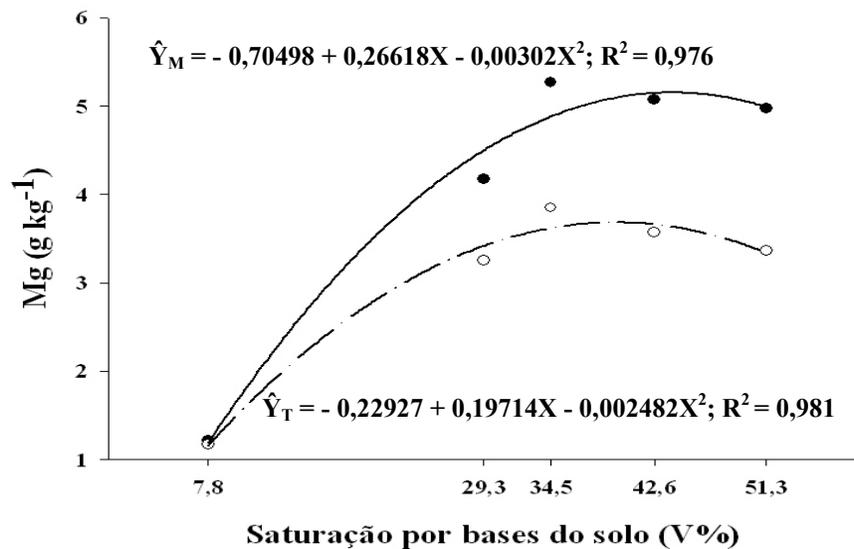


FIGURA 32. Teores de magnésio (Mg) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

Uma hipótese plausível para a maior acumulação de Mg pelo Marandu seria o efeito de concentração, já que foram observadas maiores produções de MS pelo Tanzânia (Tabela 25). Resultados semelhantes foram encontrados por Mitidieri (1995), que observou maiores concentrações de Mg na MS do Marandu em relação às cultivares de *Panicum maximum*, Colonião IZ-1 e Centenário.

TABELA 25. Teores de magnésio (Mg) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	Mg (g kg ⁻¹)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	4,14a	4,27a	3,06a	3,82
Tanzânia	3,04b	3,19b	3,18a	3,14
Média	3,59	3,73	3,12	3,48

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,01).

No segundo corte, o Marandu continuou apresentando maiores teores de Mg na MS em relação ao Tanzânia, cujas médias foram 4,27 e 3,19 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 25). Esses dados revelam uma superioridade de 33,8% para o Marandu em relação ao Tanzânia.

Os níveis de saturação por bases do solo, no segundo corte, proporcionaram aumentos lineares nos valores de Mg na MS das forrageiras estudadas (Figura 33). O ajuste de regressão revelou que, para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo, há um incremento de 0,085 g kg⁻¹ do elemento na MS das gramíneas.

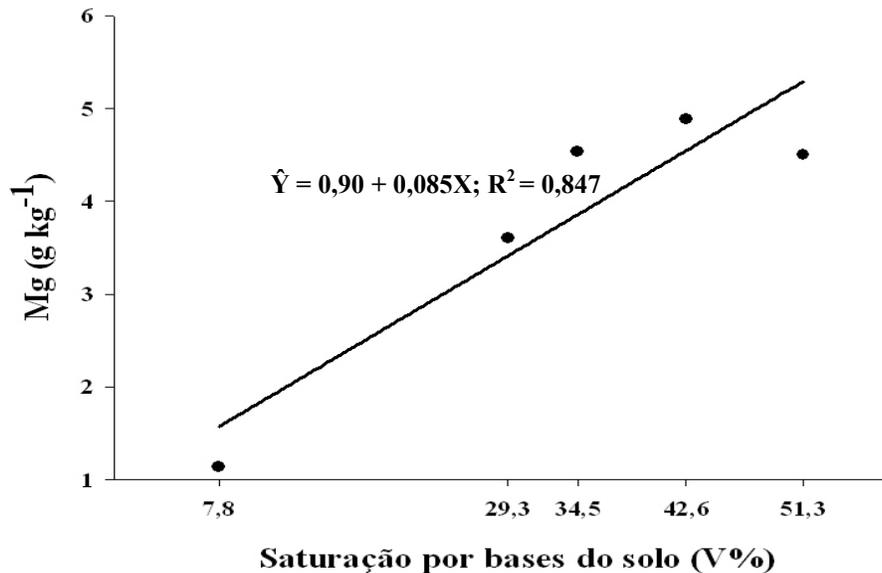


FIGURA 33. Teores de magnésio (Mg) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

De forma semelhante ao segundo corte, os níveis de saturação por bases do solo, no terceiro corte, proporcionaram incrementos lineares dos teores de Mg na MS das forrageiras (Figura 34). Nesse caso, registrou-se um aumento de $0,08 \text{ g kg}^{-1}$ do elemento para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo. Esse aumento é naturalmente esperado, uma vez que o corretivo utilizado contém Mg em sua formulação (Tabela 3). É importante destacar, também, que as gramíneas tropicais (como as dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*) têm mostrado eficiência em aumentar expressivamente a concentração de Mg (que chega a ultrapassar a concentração de Ca) na parte aérea, quando recebe corretivo de solo contendo apreciável proporção desse nutriente (Monteiro, 2004).

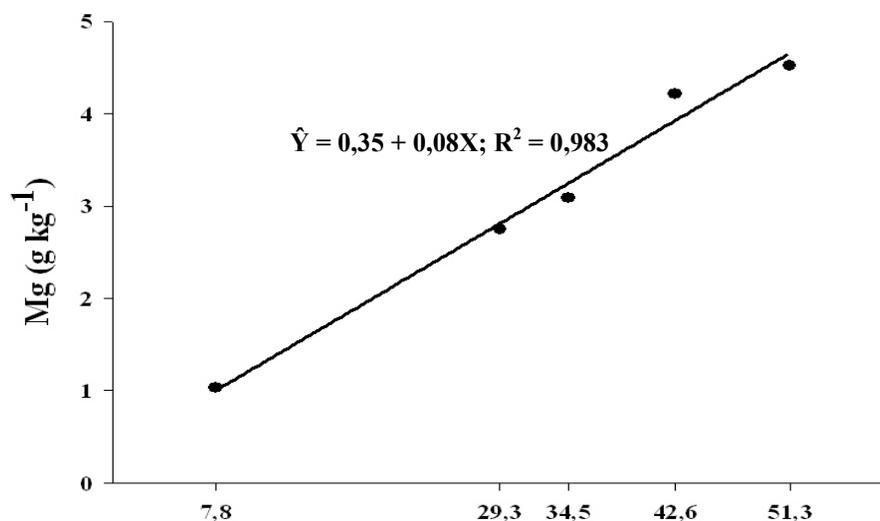


FIGURA 34. Teores de magnésio (Mg) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

4.2.4.4 Fósforo (P)

Para os teores de P na MS das forrageiras, por meio da análise de variância, observou-se influência significativa ($P < 0,01$) do fator gramínea e da interação gramínea x saturação por bases, nos três cortes e dos níveis de saturação por bases no segundo ($P < 0,01$) e terceiro ($P < 0,05$) cortes (Tabela 23A).

No primeiro corte, o estudo de regressão revelou ajuste de equações quadrática para o Marandu e linear para o Tanzânia dos teores de P das forrageiras, em função dos níveis de saturação por bases do solo (Figura 35). Somente não houve diferença entre as gramíneas na saturação por bases de 7,8%, quando não foi aplicado o silicato de Ca e Mg (controle), sendo o Marandu superior nas demais saturações. O ponto de máximo acúmulo de P na

MS do Marandu ($3,93 \text{ g kg}^{-1}$) ocorreu na saturação de 33,8%. Já para o Tanzânia observou-se um decréscimo dos teores do elemento de $0,03 \text{ g kg}^{-1}$ para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo. Esse resultado refletiu nas médias do corte, sendo de $3,49 \text{ g kg}^{-1}$ para o Marandu e $2,38 \text{ g kg}^{-1}$ para o Tanzânia (Tabela 26), consideradas adequadas para atender às exigências de bovinos de corte em pastejo, que são de $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ (National Research Council, 1976).

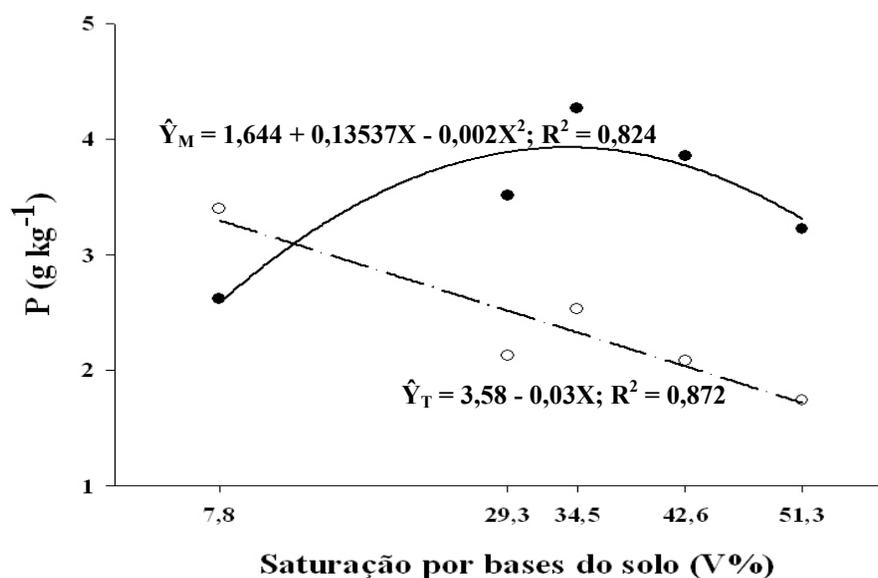


FIGURA 35. Teores de fósforo (P) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

TABELA 26. Teores de fósforo (P) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	P (g kg ⁻¹)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	3,49a	1,37a	2,10a	2,32
Tanzânia	2,38b	1,25b	1,56b	1,73
Média	2,93	1,31	1,83	2,02

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,01).

Observou-se, no segundo corte, que as saturações por bases do solo proporcionaram um ajuste de equações de regressão quadráticas para os teores de P acumulados na MS de ambas as gramíneas (Figura 36). Nota-se, no entanto, que as forrageiras apresentaram teores de P muito próximos nos níveis extremos de saturação por bases do solo (7,8 e 51,3%), ocorrendo uma resposta mais acentuada para o Marandu nas saturações intermediárias. Essa diferença ficou evidente nos teores máximos do elemento proporcionados pelas gramíneas, que foram de 1,58 e 1,36 g kg⁻¹, para o Marandu e Tanzânia, respectivamente, os quais foram registrados na mesma saturação por bases, de 27,7%.

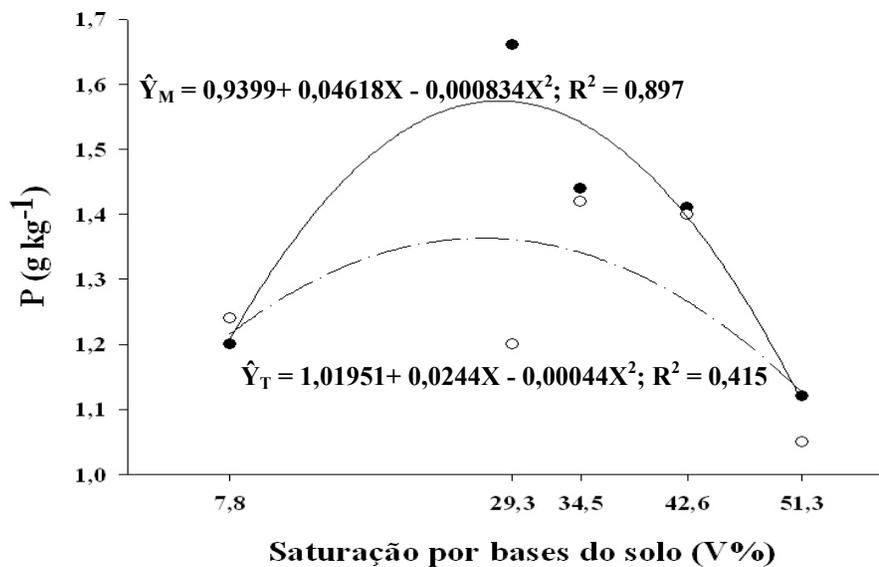


FIGURA 36. Teores de fósforo (P) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

No terceiro corte, os níveis de saturação por bases do solo possibilitaram ajuste de equações quadrática para os teores de P na MS do Marandu e linear para o Tanzânia (Figura 37). Nota-se que as gramíneas apresentaram teores de P semelhantes nas saturações mais baixas, surgindo diferenças a partir da saturação de 34,5%, quando o Marandu exibiu aumentos dos teores do elemento, ao passo que continuou havendo decréscimos de P na forragem do Tanzânia. Esse comportamento é resultante, provavelmente, do efeito de concentração, uma vez que o Marandu proporcionou produção de MS bastante inferior ao Tanzânia nesses níveis de saturação. O ponto de mínima concentração do elemento no Marandu foi registrado na saturação de 22,7%, correspondendo a 1,62 g kg⁻¹. Já para o Tanzânia, ocorreu diminuição de 0,017 g kg⁻¹ do elemento para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo.

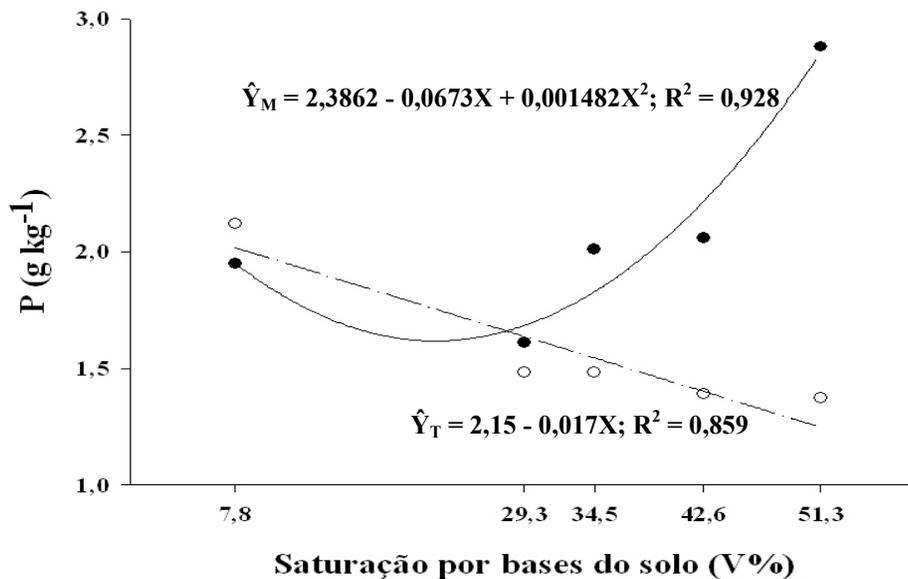


FIGURA 37. Teores de fósforo (P) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

Mitidieri (1995) observou redução do teor de P na MS das gramíneas Colômbio IZ-1, Vencedor, Centenário e Marandu, em função da elevação da saturação por bases do solo. O autor atribuiu esse efeito à diluição do nutriente na planta, já que houve aumento da produção de MS das forrageiras em função da elevação das saturações por bases. Comparando as cultivares, o autor relata que não houve diferença estatística entre as mesmas, exceto para o Marandu, que apresentou os maiores teores do nutriente.

Prado et al. (2002), trabalhando com calcário e escória de siderurgia, não observaram diferença entre os teores de P no tecido foliar da cana-de-açúcar (cana-planta). Segundo esses autores, duas hipóteses podem explicar o ocorrido.

A primeira seria o efeito de diluição com o maior crescimento da planta, e a segunda estaria relacionada ao tipo inadequado de folha amostrada.

4.2.4.5 Potássio (K)

Para os teores de K, observou-se influência significativa dos fatores gramínea no primeiro ($P < 0,05$) e no segundo ($P < 0,01$) cortes, saturação por bases ($P < 0,01$) no segundo corte e da interação gramínea x saturação por bases ($P < 0,01$) no primeiro e no segundo cortes (Tabela 24A).

Houve ajuste quadrático para os teores de K na MS de ambas as gramíneas no primeiro corte (Figura 38). As concentrações do elemento na MS apresentaram comportamento inverso entre as gramíneas, tendo o Marandu alcançado o ponto de mínima concentração ($11,16 \text{ g kg}^{-1}$) na saturação de 20,4%. A partir desse ponto, houve um aumento bastante pronunciado, atingindo uma diferença bastante acentuada no nível mais alto de saturação por bases do solo (51,3%). O Tanzânia, de maneira oposta, atingiu um ponto de máxima concentração ($12,36 \text{ g kg}^{-1}$) na saturação de 27,4%. Esse comportamento pode estar associado à maior absorção de Ca pelo Tanzânia, que apresentou maiores concentrações desse elemento. Segundo Malavolta (1980), há uma relação entre Ca e K, acarretando uma inibição competitiva de absorção na membrana plasmática.

Melo (2005), avaliando o efeito de doses de Si (na forma de wollastonita) e P para o estabelecimento do Marandu em vasos, não detectou efeito da interação Si x P na concentração média de K na parte aérea do Marandu. O autor observou, entretanto, significância para as doses de P, com ajuste quadrático de regressão, cujos teores variaram de 34,02 a 40,01 g kg^{-1} , respectivamente, para a maior e menor dose de P.

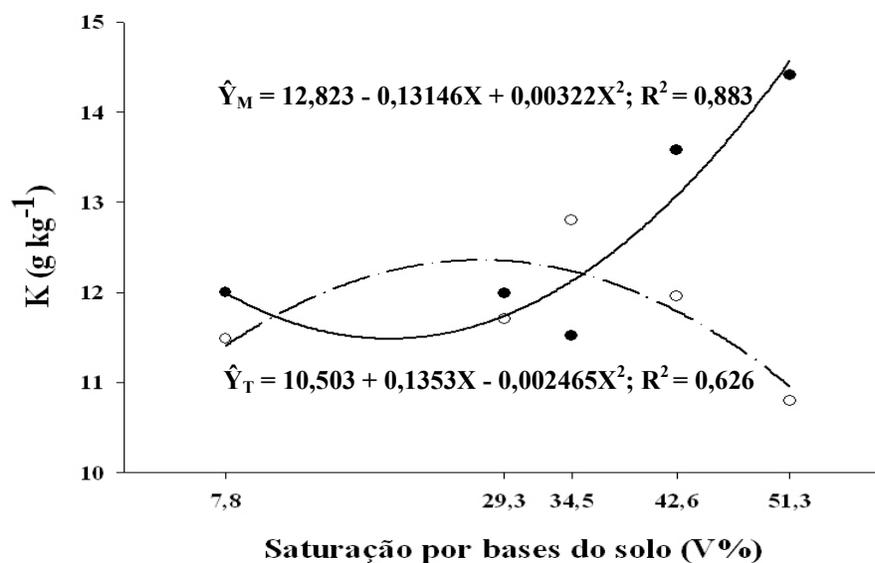


FIGURA 38. Teores de potássio (K) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

No segundo corte, não houve ajuste de equação de regressão para o Marandu, sendo apresentada apenas a média do teor do elemento na MS da mesma, que foi de 12,67 g kg⁻¹. Já os teores de K do Tanzânia possibilitaram ajuste quadrático, com ponto de máxima concentração (13,13 g kg⁻¹) na saturação de 30,1% (Figura 39).

Os maiores teores de K observados no Marandu podem ter ocorrido em virtude da menor produção de MS em relação ao Tanzânia, caracterizando um efeito de concentração do nutriente, assim como observado para outros elementos, como N e P. Esse efeito também foi encontrado por Mitidieri (1995), trabalhando com níveis crescentes de saturação por bases, que observaram que as cultivares Vencedor e Centenário apresentaram teores de K na MS mais

elevados que as cultivares Colônia IZ-1 e Marandu, em consequência das diferenças de produção na MS.

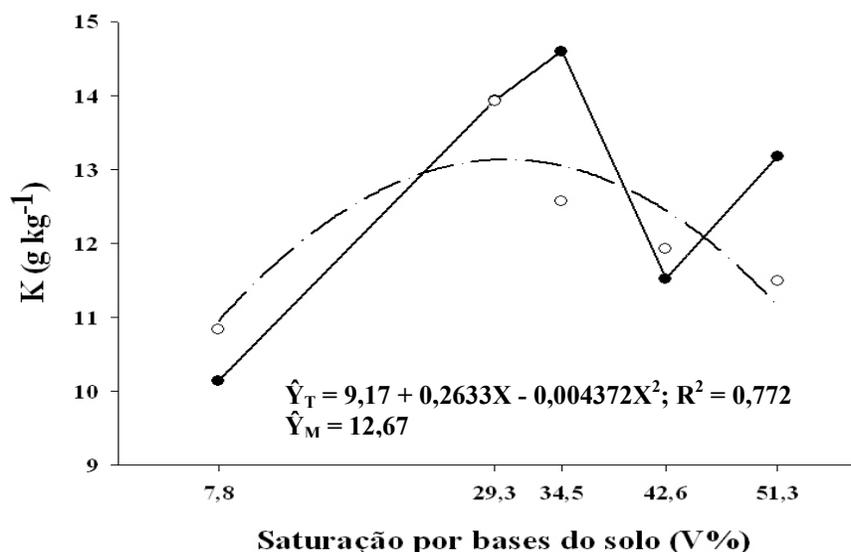


FIGURA 39. Teores de potássio (K) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

4.2.4.6 Enxofre (S)

Para os teores de S, constatou-se efeito significativo ($P < 0,01$) apenas dos fatores gramínea, saturação por bases e da interação gramínea x saturação por bases no primeiro corte (Tabela 25A).

No primeiro corte, observa-se que as forrageiras apresentaram ajuste de equação linear para os teores de S na MS (Figura 40). Observou-se, pelos ajustes, que as gramíneas apresentaram teores de S bastante próximos na saturação mais baixa (controle) e, na medida em que as saturações por bases

foram elevadas, o Marandu tendeu a apresentar maiores teores do elemento, refletindo em superioridade, sendo de $2,06 \text{ g kg}^{-1}$ para o Marandu e $1,55 \text{ g kg}^{-1}$ para o Tanzânia. Essas concentrações estão acima do nível crítico do elemento para essas espécies que, segundo Smith & Siregar (1983), citados por Monteiro et al. (2004), situam-se no intervalo entre $0,7$ e $1,1 \text{ g kg}^{-1}$ para *P. maximum* cv. Colonião e, de acordo com Santos (1997), entre $0,8$ e $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ para *B. decumbens*.

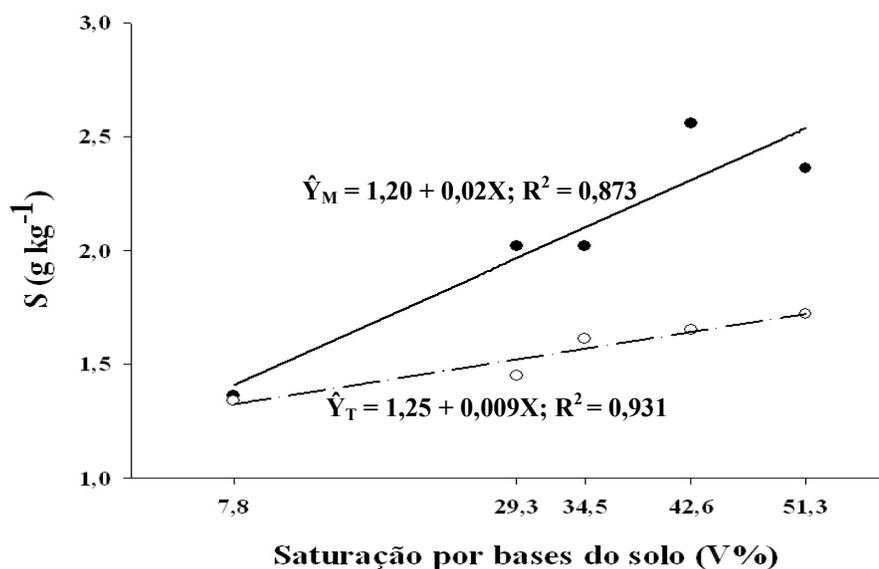


FIGURA 40. Teores de enxofre (S) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

Os ajustes lineares proporcionados pelas gramíneas permitiram estimar que, para cada 1% de elevação na saturação por bases têm-se incrementos de $0,02 \text{ g kg}^{-1}$ para o Marandu e $0,009 \text{ g kg}^{-1}$ para o Tanzânia. Essa elevação de S,

provavelmente, está associada ao aumento da mineralização da matéria orgânica do solo, em virtude do aumento da atividade microbiana proporcionada pela silicatagem, além da liberação do S adsorvido aos óxidos de Fe e Al. Rajj (1991) relata que o S é absorvido pelas plantas na forma do ânion SO_4^{2-} e que, em solos nos quais predominam óxidos de Fe e Al, pode haver adsorção específica de SO_4^{2-} , sendo o pH um fator importante. De forma que quanto maior o pH, menor será a adsorção de S.

Mitidieri (1995), trabalhando com níveis de calagem, observou aumentos lineares dos teores de S na MS das cultivares Vencedor e Centenário, não sendo detectado efeito dos níveis de calagem sobre as cultivares Colônia IZ-1 e Marandu. Ao comparar as cultivares, o autor constatou maiores teores do elemento na MS do Vencedor em relação às demais, não sendo encontrada diferença estatística entre Colônia IZ-1 e Marandu.

4.2.4.7 Silício (Si)

Observou-se, pela análise de variância, que os teores de Si das forrageiras foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) pelos níveis de saturação por bases nos três cortes, pelas gramíneas ($P < 0,01$) no terceiro corte e pela interação gramínea x saturação por bases no primeiro ($P < 0,01$) e terceiro ($P < 0,05$) cortes (Tabela 26A).

No primeiro corte, o estudo de regressão não permitiu ajuste de equações para as gramíneas estudadas (Figura 41), indicando que os teores de Si na MS das mesmas não foram influenciados pelos níveis de saturação por bases do solo. Foram apresentadas apenas as médias das forrageiras obtidas no corte: 10,51 g kg^{-1} para o Marandu e 10,19 g kg^{-1} para o Tanzânia. A falta de ajuste de equações no primeiro corte pode estar associada ao desenvolvimento desigual apresentado por algumas parcelas, em consequência do estabelecimento

desuniforme das plantas e à reatividade lenta do silicato, uma vez que o tempo de incubação do solo foi curto (30 dias).

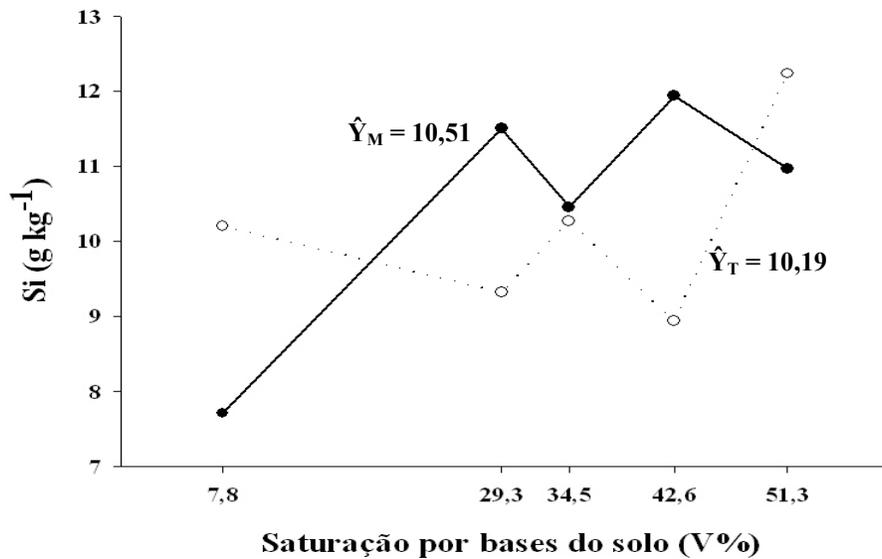


FIGURA 41. Teores de silício (Si) na MS das gramíneas Marandu (—●—) e Tanzânia (—○—), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

No segundo corte, as gramíneas apresentaram aumento linear dos teores de Si na MS, com um incremento estimado em 0,079 g kg⁻¹ para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo (Figura 42). O silicato de Ca e Mg utilizado neste estudo possui elevada quantidade de SiO₂, sendo proporcional à quantidade de CaO (Tabela 3). Assim, nota-se que a concentração de Si na MS das gramíneas mostrou comportamento semelhante ao observado para os teores de Ca no mesmo corte, como se observa na Figura 30.

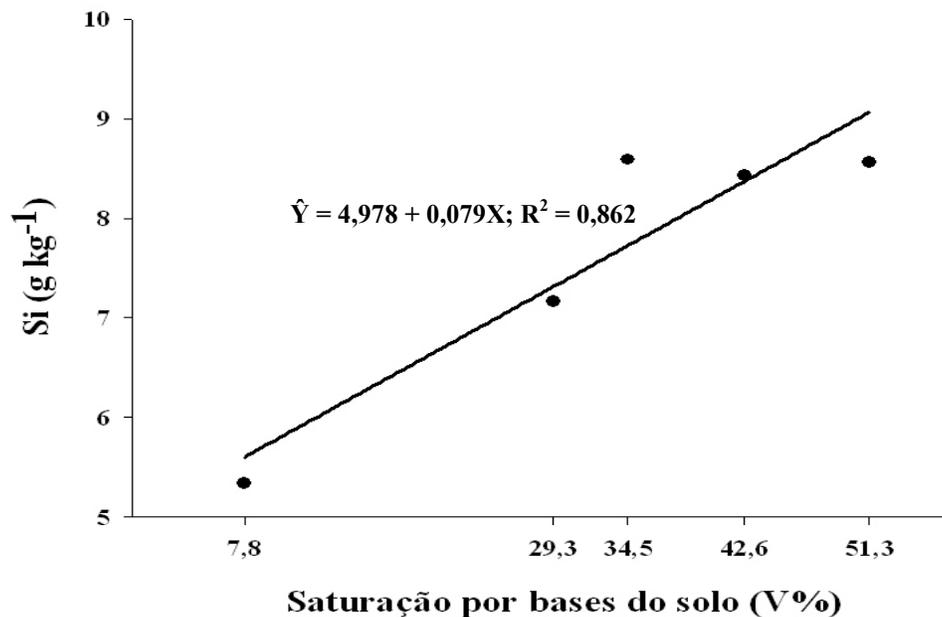


FIGURA 42. Teores de silício (Si) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no segundo corte.

No terceiro corte, o estudo de regressão revelou aumentos lineares nos teores de Si das forrageiras (Figura 43). Ocorreu um incremento mais acentuado deste elemento na MS do Marandu em relação ao Tanzânia, à medida que se elevou a saturação por bases do solo. Assim, os ajustes permitiram estimar aumentos de 0,115 g kg⁻¹ para o Marandu e 0,064 g kg⁻¹ para o Tanzânia, para cada 1% de aumento na saturação por bases do solo.

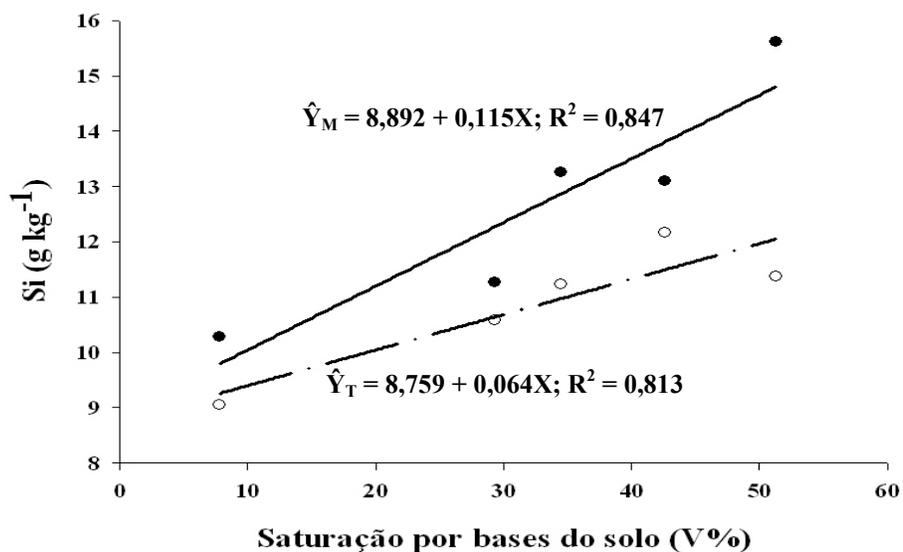


FIGURA 43. Teores de silício (Si) na MS das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

As médias, dos três cortes, da concentração de Si na MS das gramíneas foram de 10,22 e 9,61 g kg⁻¹ para o Marandu e Tanzânia, respectivamente (Tabela 27). Assim, elas podem ser consideradas acumuladoras de Si. De acordo com Ma et al. (2001), são consideradas plantas acumuladoras desse elemento as que possuem teor foliar acima de 10,0 g kg⁻¹. Vale ressaltar, ainda, que os teores tomados como referência por esse autor são apenas foliares e os apresentados no presente estudo são provenientes de toda a parte aérea das plantas. Assim, considerando-se que, segundo Korndörfer et al. (2005), o Si se acumula principalmente nas áreas de máxima transpiração, na forma de sílica amorfa, acredita-se que, se fosse realizada a análise apenas das folhas das gramíneas neste estudo, poderiam ser obtidos valores mais elevados.

TABELA 27. Teores de silício (Si) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	Si (g kg ⁻¹)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	10,51a	7,47a	12,70a	10,22
Tanzânia	10,19a	7,75a	10,88b	9,61
Média	10,35	7,61	11,79	9,91

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,01).

Korndörfer et al. (2001) estudaram o efeito da aplicação superficial de silicato de Ca em uma pastagem degradada de *B. decumbens* em área de cerrado, constatando elevação dos teores de Si de 8,0 para 15,2 g kg⁻¹ nas doses de 0 e 6,0 t ha⁻¹ de silicato de Ca.

Melo (2005), estudando doses de Si e P em Marandu, observou aumento linear da concentração de Si na parte aérea da gramínea oscilando entre 9,9 e 15,1 g kg⁻¹, dentro das doses estudadas.

O Si não é considerado um nutriente para as plantas. No entanto, alguns efeitos benéficos têm sido relatados, principalmente em relação ao aumento da resistência ao ataque de pragas, nematóides e doenças, diminuição da taxa transpiratória e aumento da eficiência fotossintética (Korndörfer et al., 2005).

4.2.4.8 Fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA)

Para os teores de FDN, a análise de variância revelou efeito significativo (P<0,01) do fator gramínea nos três cortes (Tabela 27A).

Nos três cortes estudados, o Tanzânia apresentou os maiores teores de FDN (Tabela 28). No geral, as gramíneas apresentaram médias, dos três cortes, de 66,14 e 73,99% de FDN na MS, respectivamente, para Marandu e Tanzânia. Esses valores são próximos aos obtidos por Gerdes et al. (2000) para essas espécies no período da primavera, que foram de 67,01% para o Marandu e 74,78% para o Tanzânia.

TABELA 28. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	FDN (% na MS)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	65,37b	71,63b	61,43b	66,14
Tanzânia	73,51a	76,46a	72,01a	73,99
Média	69,44	74,04	66,72	70,06

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ($P>0,01$).

Essa diferença entre as gramíneas pode ser explicada pelo maior desenvolvimento do Tanzânia, conferindo um provável aumento da participação de parede celular. Por outro lado, o Marandu, em virtude do seu desenvolvimento visivelmente menos acentuado, permaneceu mais tenro, apresentando uma menor participação de fibras na MS em relação ao Tanzânia. Diferença entre espécies de gramíneas forrageiras tropicais quanto aos teores de FDN na MS também foi relatada por Santos (2004). De acordo com esse autor, em gramíneas forrageiras, a alongação dos colmos normalmente ocorre no pré-florescimento, havendo queda no valor nutritivo da forragem pela mobilização de assimilados para as partes reprodutivas e pelo decréscimo da relação

folha/colmo, pois as folhas cessam o crescimento após o lançamento da inflorescência.

Segundo Van Soest (1965), a FDN constitui o componente bromatológico da forragem que possui correlação mais estreita com o consumo, sendo que valores acima de 55 a 60% correlacionam-se negativamente com o consumo da forragem. Nesse sentido, a média geral dos teores de FDN obtida nesse estudo, de 70,06% estaria muito acima do ideal preconizado. Entretanto, esse valor se enquadra na média normalmente registrada para gramíneas forrageiras tropicais que, em decorrência do seu desenvolvimento em ambiente de altas temperaturas e precipitações, tem seus constituintes de parede celular rapidamente elevados (Van Soest, 1994).

Os teores de FDA foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) apenas pelo fator gramínea, nos três cortes e saturação por bases, no terceiro corte (Tabela 28A).

Assim como observado para os teores de FDN, os valores de FDA também foram superiores na MS do Tanzânia em relação ao Marandu nos três cortes (Tabela 29). Os valores médios de FDA obtidos dos três cortes foram de 33,15 e 35,51%, respectivamente, para o Marandu e Tanzânia, sendo próximos do encontrado por Herling (2001), igual a 34,70%, trabalhando com tipos e doses de calcário dolomítico em Tobiata. A mesma explicação dada à diferença entre os teores de FDN pode ser atribuída aos teores de FDA, sendo provável a ocorrência de uma maior lignificação dos componentes da parte aérea com o maior desenvolvimento do Tanzânia.

TABELA 29. Teores de fibra em detergente ácido (FDA) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	FDA (% na MS)			Média
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	
Marandu	35,11b	36,44b	27,92b	33,15
Tanzânia	37,39a	38,91a	30,24a	35,51
Média	36,25	37,67	29,08	34,33

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F ($P>0,01$).

No terceiro corte, os teores de FDA na MS das gramíneas apresentaram uma redução quadrática a partir do ponto de máxima concentração, estimada em 30,55%, registrado na saturação por bases de 18,9% (Figura 44). Essa diminuição pode ter ocorrido em virtude da resposta do Marandu em PMS, que apresentou, no terceiro corte, comportamento quadrático com acentuada redução a partir do ponto de máxima (Figura 22). Assim, apesar do Tanzânia ter aumentado a PMS linearmente, a queda brusca no desenvolvimento do Marandu pode ter contribuído para a redução da participação de colmos e, conseqüentemente, para uma menor lignificação da parte aérea das gramíneas.

Elyas (2002), estudando o desempenho do Pojuca (*Paspalum atratum* Swallen cv. Pojuca) cultivado em vasos sob doses de N e níveis crescentes de saturação por bases de um Latossolo Vermelho-Amarelo, observou uma redução linear dos teores de FDA, em função dos níveis de saturação por bases estimada em 0,03% para cada 1% de aumento no nível de saturação por bases do solo.

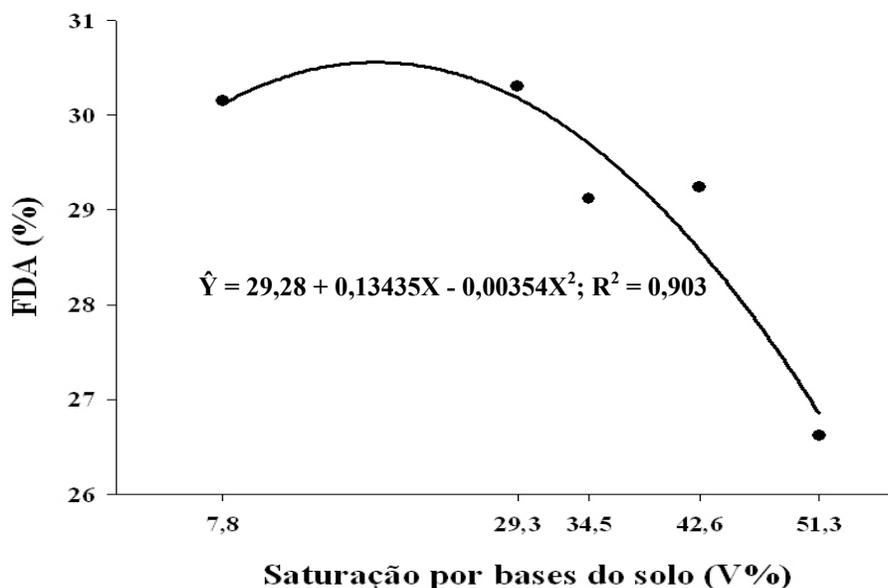


FIGURA 44. Teores de fibra em detergente ácido (FDA) na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

4.2.5 Digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS)

A DIVMS das gramíneas foi influenciada significativamente ($P < 0,01$) pelo fator gramínea, no primeiro e segundo cortes e saturação por bases a interação gramínea x saturação por bases, no primeiro e terceiro cortes (Tabela 29A).

No primeiro corte, observou-se ajuste de equação de regressão quadrática para os valores de DIVMS do Marandu, não havendo ajuste de equação para o Tanzânia (Figura 45). Assim, estimou-se, para o Marandu, o ponto de máxima DIVMS igual a 57,55% na saturação por bases de 49,1%. A falta de ajuste de equação de regressão para o Tanzânia mostra que não houve

influência das saturações por bases do solo, sendo apresentada apenas a média da forrageira no corte que foi de 49,65%.

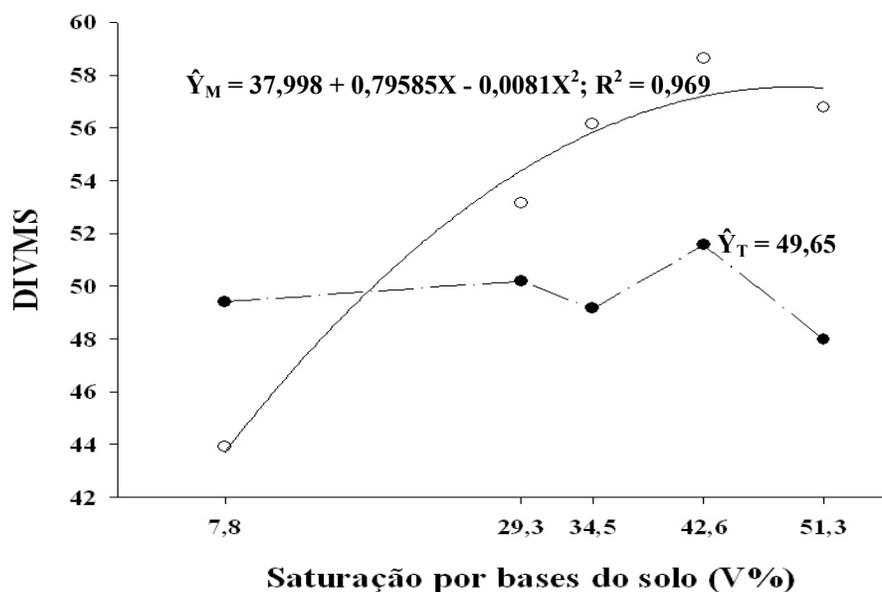


FIGURA 45. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Marandu (—○) e Tanzânia (—●), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no primeiro corte.

O aumento quadrático de DIVMS proporcionado pelo Marandu no primeiro corte pode estar associado a uma possível diminuição da proporção de lignina na FDA. Isso porque, apesar de não ter sido realizada a determinação dos seus teores, essa seria a explicação mais coerente para tal resultado, uma vez que os teores de FDN e FDA não variaram com o aumento da saturação por bases do solo nesse corte. Aumentos nos coeficientes de DIVMS também foram relatados por Herling et al. (2001), trabalhando com tipos e doses de calcário em Tobiatã.

Segundo Van Soest (1967), a lignina constitui o componente indigestível da parede celular, reduzindo a digestibilidade da forragem e, na maioria das vezes, o seu consumo pelos animais.

Em todas as saturações por bases, o Marandu apresentou maiores valores de DIVMS que o Tanzânia, exceto na saturação mais baixa (7,8%). Esses resultados provavelmente estão associados aos maiores teores de FDN e FDA apresentados pelo Tanzânia em decorrência do desenvolvimento mais vigoroso, em relação ao Marandu.

No segundo corte, observou-se uma inversão nas respostas das gramíneas, quando o Tanzânia passou a apresentar os maiores valores de DIVMS em relação ao Marandu (Tabela 30). Antecedendo o primeiro corte, houve dificuldade de estabelecimento do Marandu e alguns vasos tiveram de ser ressemeados. Assim, algumas parcelas (vasos) do Marandu apresentaram plantas mais jovens do que as do Tanzânia, contribuindo para um menor conteúdo de fibras na MS. Já no segundo corte, essa diferença foi minimizada pela realização do primeiro corte, conferindo maior uniformidade de desenvolvimento das espécies. No entanto, a ocorrência de deficiência de N e K no Tanzânia proporcionou um menor desenvolvimento das plantas, que permaneceram mais tenras e mais digestíveis em relação ao Marandu que, por sua vez, não apresentou sintomas de deficiência desses nutrientes tão evidentes quanto os observados para o Tanzânia.

No terceiro corte, o desdobramento da interação gramínea x saturação por bases revelou ajuste de equações de regressão linear para o Tanzânia e quadrática para o Marandu (Figura 46). Dessa forma, estima-se, para o Tanzânia, uma redução de 0,07% para cada 1% de elevação na saturação por bases do solo. Já para o Marandu, verificou-se um ponto de máxima na saturação de 34,4%, correspondente a um coeficiente de 66,37%.

TABELA 30. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Marandu e Tanzânia submetidas a níveis de saturação por bases de um solo LVdf, nos três cortes

Gramínea	DIVMS (% de MS)			Média
	1º Corte	2º Corte	3º Corte	
Marandu	53,72a	58,65b	64,22a	58,86
Tanzânia	49,66b	63,18a	63,97a	58,93
Média	51,69	60,91	64,10	58,90

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste F (P>0,01).

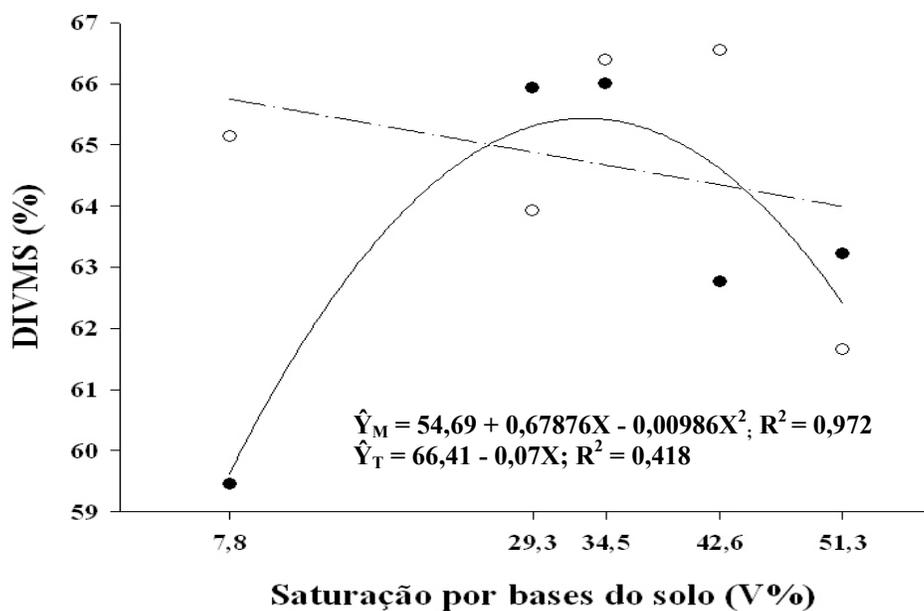


FIGURA 46. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das gramíneas Marandu (—●) e Tanzânia (—○), em função de níveis de saturação por bases de um solo LVdf, no terceiro corte.

No geral, as gramíneas apresentaram menores coeficientes de DIVMS no primeiro corte, havendo aumento nos cortes subseqüentes (Tabela 30). Esse aumento, provavelmente, está relacionado à diminuição do desenvolvimento das plantas em consequência da redução das temperaturas e fotoperíodos (dados não apresentados) e deficiências de N e K no segundo corte.

A média geral dos coeficientes de DIVMS proporcionada pelas forrageiras no experimento foi de 58,9% (Tabela 30), sendo bastante próxima da observada por Gerdes et al. (2000) na primavera, em Marandu, Setária e Tanzânia, que foi de 57,7%.

4.2.6 Razão parte aérea/raiz

Não houve influência significativa ($P>0,05$) de nenhum dos tratamentos sobre os valores da razão parte aérea/raiz, em nenhum dos três cortes realizados, sendo a média geral do experimento de 0,70 (Tabela 30A).

A falta de resposta das gramíneas aos níveis de saturação por bases do solo quanto aos valores da razão parte aérea/raiz mostra que o aumento do desenvolvimento das raízes ocorreu na mesma proporção dos incrementos da MS da parte aérea. Provavelmente, a reatividade lenta do silicato de Ca e Mg, aliada ao alto poder de adsorção de nutrientes proporcionada pelo solo LVdf, foi determinante para o desenvolvimento proporcional observado entre os componentes da parte aérea e do sistema radicular das forrageiras, uma vez que dentre os efeitos da calagem em culturas, Rajj (1991) destaca a obtenção de sistemas radiculares mais extensos, favorecendo um melhor aproveitamento de água e nutrientes existentes no solo.

Guimarães (2000), trabalhando com níveis crescentes de saturação por bases para gramíneas forrageiras tropicais, observou um aumento linear na

produção de raízes de *B. mutica*, em função da elevação da saturação por bases do solo.

5 CONCLUSÕES

Em ambos os experimentos, as gramíneas responderam de forma positiva à elevação dos níveis de saturação por bases do solo. A maior produção de MS foi observada para o Tanzânia.

No E1, os níveis de saturação por bases do solo não foram suficientes para proporcionar as máximas produções de MS de ambas as gramíneas. Já no E2, o Marandu proporcionou maior produção de MS na saturação por bases de 28,5%, enquanto o Tanzânia não exibiu sua máxima produção de MS.

Em ambos os experimentos houve melhoria da qualidade da forragem das gramíneas, tendo o Marandu sido a gramínea que proporcionou forragem de melhor qualidade.

Tanto no E1 quanto no E2 houve aumento nos teores de Si na MS, com reflexos positivos na produção e qualidade da forragem das gramíneas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cálculo das doses de silicato, como corretivo de solo, deve ser feito com cautela, em função do seu menor PRNT, com maior efeito residual e elevação gradual da saturação por bases. Esse efeito foi mais acentuado para o solo LVdf, no qual as quantidades calculadas foram maiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. de P. A. **Manejo da fertilidade do solo sob pastagem, calagem e adubação**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 120 p.

AGUIAR, A. de P. A. Uso de forrageiras do grupo *Panicum* em pastejo rotacionado para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidência, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p. 69-147.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1985. 162 p.

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo: ANDA, 1992. (Boletim Técnico, 6).

ANDERSON, D. L. Soil and leaf nutrient interactions following application of calcium silicate slag to sugarcane. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 30, n. 1, p. 9-18, Oct. 1991.

ARONOVICH, S. Capim colônião e outros cultivares de *Panicum maximum* Jacq. – introdução e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 1-20.

BARBOSA FILHO, M. P.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, O. F. da. Influência da escória silicatada na acidez do solo e na produtividade de grãos do arroz de terras altas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 325-333, mar./abr. 2004.

CANTARUTTI, R. B.; NOVAIS, R. F. de; SANTOS, H. Q. Calagem e adubação fosfatada de pastagens – Mitos e verdades. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 1-25.

CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; SIQUEIRA, C.; SARAIVA, O. F. Crescimento uma espécie de braquiária, na presença de calagem em cobertura e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.16, n. 1, p. 69-74, jan./abr. 1992.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL – CIAT. Programa de pastos tropicales. **Informe anual** 1980. Cali, 1981. 304 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CORSI, M.; SANTOS, P. M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 275-303.

DEFELIPO, B. V. Reação do solo / correção da acidez do solo. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SOL-370: Química e fertilidade do Solo**. Viçosa, 1990. p. 73-117.

ELYAS, A. C. W. **Saturação por bases e nitrogênio no desempenho do capim-pojuca cultivado em vasos**. 2002. 145 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande, 1985. 31 p. (Documento 21).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de solos do Brasil**. Coordenado e planejado por M. N. Camargo. 1981. Escala 1:5. 000. 000.

FAQUIN, V.; ROSSI, C.; CURTI, N.; EVANGELISTA, A. R. Nutrição mineral em fósforo, cálcio e magnésio do braquiário em amostra de Latossolo dos Campos das Vertentes sob influência de calagem e fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1074-1082, nov./dez. 1997.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45^ª REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45; 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP; UFSCar, Jun. 2000. p.255-258.

FORTES, J. L. O. **Eficiência de duas escórias de siderurgia do Estado do Maranhão na correção da acidez do solo.** 1993. 66 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 955-963, jul./ago. 2000.

GOMIDE, C. A. M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq.** 1997. 53 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GUIMARÃES, G. F. P. B. **Avaliação de quatro forrageiras tropicais cultivadas em dois solos da Ilha de Marajó – PA submetidos a crescentes saturações por bases.** 2000. 197 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HERLING, V. R.; SOBRINHO, E. O. M.; LUZ, P. H. de C.; SUDA, C. H.; BRAGA, G. J.; LIMA, C. G. de. Efeitos de tipos e doses de calcário na produção e valor nutritivo da matéria seca do capim-Tobiatã (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1243-1248, Oct. 2001.

JANK, L. Potencial do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1., 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1994. p. 25-31.

KORNDÖRFER, C. M.; KORNDÖRFER, G. H.; PEÇANHA, M. R.; CORREA, G. F.; JUNQUEIRA NETO, A. A. Correção da acidez do solo com silicato de cálcio e o papel do silício na recuperação de pastagem de *Brachiaria decumbens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p. 144-144.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. de. **Silicato de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2002. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim técnico ; 01).

KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A.; RAMOS, L. A. Available silicon tropical soils and crop yield. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005. p. 77-84.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim técnico: 02).

LUZ, P. H. de C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; OLIVEIRA, P. P. A. Uso da calagem na recuperação e manutenção da produtividade das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 63-100.

LUZ, P. H. de C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; VITTI, G. C.; LIMA, C. G. de. Efeitos de tipos, doses e incorporação de calcário sobre características agrônômicas e fisiológicas do capim-Tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 964-970, jul./ago. 2000.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 2., 2001, Amsterdam. **Anais...** Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 17-39.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUZA, D. M. G.; BARCELLOS, A. O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 155-215.

MELO, S. P. **Silício e fósforo para estabelecimento do capim-Marandu num Latossolo Vermelho-Amarelo**. 2005. 110 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MELO, S. P.; KORNDÖRFER, G. H.; KORNDÖRFER, C. M.; LANA, R. M. Q. Efeito do silício sobre a acumulação de matéria seca e resistência ao déficit hídrico de duas gramíneas, *Brachyaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p. 204-204.

MITIDIARI, F. J. **Resposta de cinco gramíneas forrageiras a níveis de calcário em um Latossolo Vermelho – Escuro**. 1995. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MME/SG/PROJETO RANDAM BRASIL. **Projeto RANDAM BRASIL: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: MME/SG, 1983. 856 p.

MONTEIRO, F. A. Concentração e distribuição de nutrientes em gramíneas e leguminosas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 71-108.

MONTEIRO, F. A.; COLOZZA, M. T.; WERNER, J. C. Enxofre e micronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 279-303.

MONTEIRO, F. A.; EUCLIDES, V. P. B. Adubação de plantas forrageiras na produção e qualidade forrageira. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1., 2005, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: Funep. 2005. p. 159-186.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of beef cattle.** Washington: National Academy of Science, 1976. 56 p.

NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. I. de O.; GOMES, D. T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu.** 2. ed. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 1985. 31p. (EMBRAPA CNPGC. Documentos, 21).

OLIVEIRA, J. B de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil.** Jaboticabal: Funep, 1992. 201 p.

PIAU, W. C. **Efeitos de escórias de siderurgia em atributos químicos de solos e na cultura do milho (*zea mays* L.).** 1995. 124 p. Tese (Doutorado em Ciências: Energia Nuclear na Agricultura) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIAU, W. C. **Viabilidade do uso das escórias como corretivo e fertilizante.** 1991. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências: Energia Nuclear na Agricultura) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PORZECANSKI, I.; GHISI, O. M. A. A.; GARDNER, A. L.; FRANÇA-DANTAS, M. S. **The adaptation of tropical pasture species to a cerrado environment.** Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1979. 3 p.

PRADO, R. M. **Resposta da cana-de-açúcar à aplicação de escória silicatada como corretivo de acidez do solo.** 2000. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Efeito da escória de siderurgia e calcário na disponibilidade de fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1199-1204, set. 2001.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 129-135, jan./mar. 2002.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 287-296, mar./abr. 2003.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. **Uso de escória de siderurgia no Brasil**: estudos na cultura da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67 p.

PRADO, R. M.; NATALE, W.; FERNANDES, F. M.; CORRÊA, M. C. M. Reatividade de uma escória de siderurgia em Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 197-205, jan./fev. 2004.

PREMAZZI, L. M. **Saturação por bases como critério para recomendação de calagem em cinco forrageiras tropicais**. 1991. 215 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343 p.

RAO, I. M.; AYARZA, M. A.; GARCIA, R. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils I. Differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C₄ grasses and C₃ legumes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 10, p. 2135-2155, 1995.

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

RODRIGUES, R. C. **Calcário, nitrogênio e enxofre para a recuperação do capim-braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada**. 2002. 141 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SANCHES, A. B. **Efeitos do silicato de calcário nos atributos químicos do solo e planta, produção e qualidade em capim-Braquiarião [*Brachiaria brizantha* (Hoeschst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu] sob intensidades de pastejo.** 2003. 122 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga.

SANTOS JUNIOR, J. D. G. **Fertilidade do solo no acúmulo de forragem e nutrição do capim-Tanzânia sob pastejo na região dos Cerrados.** 2005. 105 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SANTOS, A. R. **Diagnose nutricional e resposta do capim Braquiária submetido a doses de nitrogênio e enxofre.** 1997. 115 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SANTOS, I. P. A. **Morfofisiologia e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo.** 2004. 243 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio.** 2002. 98 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SHEWMAKER, G. E.; MAYLAND, H. F.; ROSENAU, R. C.; ASAY, K. H. Silicon in C-3 grasses: effects on forage intake and sheep preference. **Journal of Range Management**, Denver, v. 42, n. 2, p. 122-127, 1989.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 1998. 165 p.

SOUZA, R. M. **Formas de aplicação de calcário na produção e qualidade da forragem do capim-tanzânia.** 2004. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TILLEY, J. A. M.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the “in vitro” digester of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 18, p. 104-111, 1963.

VALLS, J. F. M.; SENDULSK, T. Descrição botânica. In: VALSS, J. F. M. **Carta, 6 de julho de 1984. Brasília, para Saladino G. Nunes.** Campo Grande, MS, 1984. p. 4-6.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 25, n. 1, p. 119-128, Feb. 1967.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 24, n. 3, p. 834-844, Aug. 1965.

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

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo: com ênfase aos solos tropicais.** 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464 p.

VILELA, H; VILELA, D; BARBOSA, F. A.; MELO, A. A.; BENEDETTI, E. Efeito de níveis de silicato sobre a produção de forragem, composição bromatológica e digestibilidade de gramínea tropical. **Agronomia: o portal do Agro-Negócio.** Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_silicato_ca_mg.htm>. Acesso em: 20 dez. 2005.

WOODWARD, J. H.; AKIN, D. E.; HOVELAND, C. S. Ultrastructural techniques to investigate cell wall degradation and antiquality factors in two bermudagrass cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 2, p. 440-447, Mar./Apr. 1989.

ZAROSKI, R. J.; BURAU, R. G. A. Rapid nitric perchloric acid digestion method of multi-elements tissue analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, n. 5, p. 425-436, 1977.

ANEXO

ANEXO A	Pag.
TABELA 1A. Resumo da análise de variância da produção de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	123
TABELA 2A. Resumo da análise de variância da produção total de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 1)	123
TABELA 3A. Resumo da análise de variância da altura de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	124
TABELA 4A. Resumo da análise de variância do número de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	124
TABELA 5A. Resumo da análise de variância do teor de PB na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	125
TABELA 6A. Resumo da análise de variância do teor de Ca na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	125
TABELA 7A. Resumo da análise de variância do teor de Mg na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	126
TABELA 8A. Resumo da análise de variância do teor de P na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	126
TABELA 9A. Resumo da análise de variância do teor de K na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	127
TABELA 10A. Resumo da análise de variância do teor de S na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	127
TABELA 11A. Resumo da análise de variância do teor de Si na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, no primeiro e terceiro cortes (Exp. 1)	128

TABELA 12A. Resumo da análise de variância do teor de FDN das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	128
TABELA 13A. Resumo da análise de variância do teor de FDA na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	129
TABELA 14A. Resumo da análise de variância dos coeficientes de DIVMS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)	129
TABELA 15A. Resumo da análise de variância da razão parte aérea/raiz das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 1)	130
TABELA 16A. Resumo da análise de variância da produção de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	130
TABELA 17A. Resumo da análise de variância da produção total de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 2)	131
TABELA 18A. Resumo da análise de variância da altura de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	131
TABELA 19A. Resumo da análise de variância do número de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	132
TABELA 20A. Resumo da análise de variância do teor de PB na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	132
TABELA 21A. Resumo da análise de variância do teor de Ca na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	133
TABELA 22A. Resumo da análise de variância do teor de Mg na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	133
TABELA 23A. Resumo da análise de variância do teor de P na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	134
TABELA 24A. Resumo da análise de variância do teor de K na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)	134

- TABELA 25A.** Resumo da análise de variância do teor de S na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2) **135**
- TABELA 26A.** Resumo da análise de variância do teor de Si na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2) **135**
- TABELA 27A.** Resumo da análise de variância do teor de FDN das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2) **136**
- TABELA 28A.** Resumo da análise de variância do teor de FDA na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2) **136**
- TABELA 29A.** Resumo da análise de variância dos coeficientes de DIVMS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2) **137**
- TABELA 30A.** Resumo da análise de variância da razão parte aérea/raiz das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 2) **137**

TABELA 1A. Resumo da análise de variância da produção de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	19,724 ^{ns}	1,826 ^{ns}	4,585 ^{ns}
Gramínea	1	150,544*	62,200**	6,328 ^{ns}
Nível de V%	4	22,434 ^{ns}	18,5317**	28,848**
Gramínea x Nível de V%	4	12,055 ^{ns}	2,401 ^{ns}	2,761 ^{ns}
Resíduo	27	22,822	1,407	2,282
Média Geral		22,94	16,71	14,38
CV%		20,82	7,10	10,51

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 2A. Resumo da análise de variância da produção total de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios
Bloco	3	7,9378 ^{ns}
Gramínea	1	513,8739**
Nível de V%	4	186,9271**
Gramínea x Nível de V%	4	13,2425 ^{ns}
Resíduo	27	17,0855
Média Geral		54,04
CV%		7,65

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 3A. Resumo da análise de variância da altura de perfis das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	145,9377 ^{ns}	14,4254 ^{ns}	18,6266 ^{ns}
Gramínea	1	180,5825 ^{ns}	28,9510 ^{ns}	43,0770 ^{ns}
Nível de V%	4	70,0339 ^{ns}	46,9254**	89,8010**
Gramínea x Nível de V%	4	64,5264 ^{ns}	19,1902 ^{ns}	20,2005 ^{ns}
Resíduo	27	99,8470	11,3458	10,6346
Média Geral		55,23	39,56	39,78
CV%		18,09	8,51	8,20

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 4A. Resumo da análise de variância do número de perfis das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	4,8666 ^{ns}	103,6250 ^{ns}	75,8250 ^{ns}
Gramínea	1	2924,1000**	42,0250 ^{ns}	2907,0250**
Nível de V%	4	56,2750 ^{ns}	31,9625 ^{ns}	153,1625 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	54,3500 ^{ns}	44,8375 ^{ns}	373,8375*
Resíduo	27	25,5704	49,6991	92,4176
Média Geral		28,60	40,47	66,82
CV%		17,68	17,42	14,39

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 5A. Resumo da análise de variância do teor de PB na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	6,3585*	0,8124 ^{ns}	4,7597 ^{ns}
Gramínea	1	45,6890**	43,2432**	28,9680**
Nível de V%	4	3,5239 ^{ns}	3,5015 ^{ns}	32,1600**
Gramínea x Nível de V%	4	3,1991 ^{ns}	3,8122 ^{ns}	6,8052 ^{ns}
Resíduo	27	2,1343	1,9642	2,8949
Média Geral		8,43	10,77	15,55
CV%		17,31	13,02	10,94

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 6A. Resumo da análise de variância do teor de Ca na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	1,7506*	1,3082 ^{ns}	0,8287 ^{ns}
Gramínea	1	2,1669 ^{ns}	1,0693 ^{ns}	22,9068**
Nível de V%	4	18,4854**	42,5847**	39,0610**
Gramínea x Nível de V%	4	0,1519 ^{ns}	0,3973 ^{ns}	0,5664 ^{ns}
Resíduo	27	0,5339	0,4854	0,4625
Média Geral		5,34	6,35	5,58
CV%		13,68	10,97	12,17

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 7A. Resumo da análise de variância do teor de Mg na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	0,2294 ^{ns}	0,06203 ^{ns}	0,0852 ^{ns}
Gramínea	1	1,853303**	1,6605**	0,1071 ^{ns}
Nível de V%	4	9,187556**	2,6072**	0,7262**
Gramínea x Nível de V%	4	0,1332 ^{ns}	0,1673 ^{ns}	0,0373 ^{ns}
Resíduo	27	0,1375	0,2130	0,0292
Média Geral		2,46	1,50	1,20
CV%		15,02	31,00	14,16

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 8A. Resumo da análise de variância do teor de P na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	2,5400 ^{ns}	0,6095*	0,1361 ^{ns}
Gramínea	1	9,761440**	7,3874**	2,0295**
Nível de V%	4	1,0132 ^{ns}	0,2217 ^{ns}	1,2581**
Gramínea x Nível de V%	4	0,1194 ^{ns}	0,2931 ^{ns}	0,0535 ^{ns}
Resíduo	27	1,2311	0,1915	0,1252
Média Geral		5,19	3,81	3,17
CV%		21,37	11,46	11,13

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 9A. Resumo da análise de variância do teor de K na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	3,8662 ^{ns}	5,8739 ^{ns}	19,1384**
Gramínea	1	69,8016**	0,0230 ^{ns}	0,3240 ^{ns}
Nível de V%	4	3,7142 ^{ns}	1,6786 ^{ns}	1,6268 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	1,7651 ^{ns}	2,8006 ^{ns}	1,8238 ^{ns}
Resíduo	27	1,9428	4,1279	1,0811
Média Geral		10,31	12,05	13,68
CV%		13,51	16,86	7,6

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 10A. Resumo da análise de variância do teor de S na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	G L	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	2,4539**	0,0266 ^{ns}	12,3024**
Gramínea	1	0,3385 ^{ns}	1,2996**	20,3633**
Nível de V%	4	0,6169 ^{ns}	0,3087**	5,8487 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	0,8215 ^{ns}	0,1882*	5,6526 ^{ns}
Resíduo	27	0,3558	0,0608	2,3467
Média Geral		2,45	2,05	4,94
CV%		24,28	12,01	31,00

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 11A. Resumo da análise de variância do teor de Si na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, no primeiro e terceiro cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		1º corte	3º corte
Bloco	3	0,532 ^{ns}	0,237 ^{ns}
Gramínea	1	2,601*	0,329 ^{ns}
Nível de V%	4	1,813*	1,585 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	0,965 ^{ns}	1,943 ^{ns}
Resíduo	27	0,547	1,544
Média Geral		7,12	7,78
CV%		10,38	15,97

*significativo a 5%, ^{ns} não significativo.

TABELA 12A. Resumo da análise de variância do teor de FDN das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	12,5982 ^{ns}	43,2977**	53,1565 ^{ns}
Gramínea	1	564,5268**	311,6431**	1628,4312**
Nível de V%	4	14,2163 ^{ns}	31,6923**	17,7624 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	4,1093 ^{ns}	1,9343 ^{ns}	29,7423 ^{ns}
Resíduo	27	10,1860	6,3561	24,3144
Média Geral		73,49	76,47	67,57
CV%		4,34	3,30	7,30

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 13A. Resumo da análise de variância do teor de FDA na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	3,1040 ^{ns}	135,5409*	131,3042**
Gramínea	1	0,4951 ^{ns}	155,9855**	435,9300**
Nível de V%	4	8,3786 ^{ns}	31,9064 ^{ns}	23,7893 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	7,4592 ^{ns}	26,9914 ^{ns}	20,8010 ^{ns}
Resíduo	27	3,8850	24,8917	27,6635
Média Geral		37,56	36,65	28,77
CV%		5,25	13,61	18,28

*significativo a 5%, **significativo a 1%,^{ns} não significativo.

TABELA 14A. Resumo da análise de variância dos coeficientes de DIVMS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	24,7123 ^{ns}	20,3556 ^{ns}	12,6756 ^{ns}
Gramínea	1	223,2562**	61,3801*	32,1305 ^{ns}
Nível de V%	4	13,8575 ^{ns}	5,3632 ^{ns}	96,0101**
Gramínea x Nível de V%	4	44,4096*	21,9122 ^{ns}	9,5859 ^{ns}
Resíduo	27	14,2350	9,6846	23,5724
Média Geral		46,78	58,34	62,20
CV%		8,07	5,34	7,81

*significativo a 5%, **significativo a 1%,^{ns} não significativo.

TABELA 15A. Resumo da análise de variância da razão parte aérea/raiz das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 1)

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
Bloco	3		0,027916**
Gramínea	1		0,008702 ^{ns}
Nível de V%	4		0,015159*
Gramínea x Nível de V%	4		0,004759 ^{ns}
Resíduo	27		0,005433
Média Geral		0,56	
CV%		13,05	

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 16A. Resumo da análise de variância da produção de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	4,630 ^{ns}	2,885 ^{ns}	5,828*
Gramínea	1	98,502*	102,528**	77,006**
Nível de V%	4	9,571 ^{ns}	8,628**	16,731**
Gramínea x Nível de V%	4	47,616 ^{ns}	6,740**	12,019**
Resíduo	27	18,081	1,106	1,578
Média Geral		14,13	14,25	13,33
CV%		30,09	7,38	9,42

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 17A. Resumo da análise de variância da produção total de MS das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
Bloco	3		62,892 ^{ns}
Gramínea	1		1124,024**
Nível de V%	4		51,083 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4		137,658**
Resíduo	27		30,864
Média Geral			40,73
CV%			13,64

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 18A. Resumo da análise de variância da altura de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	15,888 ^{ns}	19,921**	103,071*
Gramínea	1	144,324 ^{ns}	93,208**	685,915**
Nível de V%	4	55,688 ^{ns}	16,405**	49,808 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	185,512 ^{ns}	19,650**	53,965 ^{ns}
Resíduo	27	69,264	4,396	28,422
Média Geral		40,04	35,49	36,53
CV%		20,79	5,92	14,59

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 19A. Resumo da análise de variância do número de perfilhos das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	3,558 ^{ns}	42,866 ^{ns}	91,633 ^{ns}
Gramínea	1	1030,225**	57,600 ^{ns}	846,400**
Nível de V%	4	14,162 ^{ns}	67,712 ^{ns}	142,525 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	17,912 ^{ns}	16,037 ^{ns}	295,775*
Resíduo	27	18,391	45,126	102,022
Média Geral		19,57	26,40	44,85
CV%		21,91	25,45	22,52

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 20A. Resumo da análise de variância do teor de PB na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	0,581 ^{ns}	0,996 ^{ns}	5,763 ^{ns}
Gramínea	1	56,003**	55,037**	131,624**
Nível de V%	4	4,198**	3,769**	19,604**
Gramínea x Nível de V%	4	9,073**	1,278 ^{ns}	3,299 ^{ns}
Resíduo	27	1,037	0,493	2,627
Média Geral		10,80	10,71	16,17
CV%		9,43	6,56	10,02

**Significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 21A. Resumo da análise de variância do teor de Ca na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	0,158 ^{ns}	0,743 ^{ns}	0,135 ^{ns}
Gramínea	1	1,857 ^{ns}	4,816**	12,243**
Nível de V%	4	8,886**	6,631**	18,187**
Gramínea x Nível de V%	4	0,720 ^{ns}	0,256 ^{ns}	1,554**
Resíduo	27	0,457	0,408	0,356
Média Geral		5,97	6,65	7,48
CV%		11,31	9,60	7,97

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 22A. Resumo da análise de variância do teor de Mg na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	0,260 ^{ns}	0,035 ^{ns}	0,475 ^{ns}
Gramínea	1	12,166**	11,826**	0,147 ^{ns}
Nível de V%	4	15,180**	18,633**	15,345**
Gramínea x Nível de V%	4	0,838**	0,523 ^{ns}	0,556 ^{ns}
Resíduo	27	0,295	0,284	0,401
Média Geral		3,59	3,73	3,12
CV%		15,12	14,27	20,27

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 23A. Resumo da análise de variância do teor de P na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	0,526 ^{ns}	0,0513*	0,0638 ^{ns}
Gramínea	1	12,443**	0,1357**	2,8409**
Nível de V%	4	0,882 ^{ns}	0,1923**	0,4578*
Gramínea x Nível de V%	4	2,312**	0,0747**	0,8125**
Resíduo	27	0,460	0,0138	0,1463
Média Geral		2,93	1,31	1,83
CV%		23,08	8,94	20,84

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 24A. Resumo da análise de variância do teor de K na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	1,215 ^{ns}	0,434	12,579**
Gramínea	1	9,082*	4,205**	3,014 ^{ns}
Nível de V%	4	1,643 ^{ns}	14,263**	1,047 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	6,603**	2,168**	2,171 ^{ns}
Resíduo	27	1,379	0,368	1,504
Média Geral		12,22	12,47	13,42
CV%		9,61	4,86	9,14

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 25A. Resumo da análise de variância do teor de S na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	0,128 ^{ns}	0,0710 ^{ns}	5,965**
Gramínea	1	2,565**	0,0774 ^{ns}	4,323 ^{ns}
Nível de V%	4	0,715**	0,0964 ^{ns}	1,196 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	0,210**	0,1477 ^{ns}	1,756 ^{ns}
Resíduo	27	0,0497	0,0585	1,126
Média Geral		1,81	1,54	3,70
CV%		12,31	15,69	28,64

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 26A. Resumo da análise de variância do teor de Si na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	0,116 ^{ns}	0,272 ^{ns}	0,1017 ^{ns}
Gramínea	1	1,033 ^{ns}	0,778 ^{ns}	33,269**
Nível de V%	4	7,052**	15,856**	18,174**
Gramínea x Nível de V%	4	10,537**	0,522 ^{ns}	4,174*
Resíduo	27	0,412	0,902	0,238
Média Geral		10,35	7,61	11,79
CV%		6,20	12,47	4,14

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 27A. Resumo da análise de variância do teor de FDN das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	5,535 ^{ns}	24,555*	28,540*
Gramínea	1	665,937**	233,192**	1119,787**
Nível de V%	4	4,867 ^{ns}	14,374 ^{ns}	12,917 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	35,601 ^{ns}	8,937 ^{ns}	8,759 ^{ns}
Resíduo	27	13,540	6,049	7,775
Média Geral		69,43	74,05	66,72
CV%		5,30	3,32	4,18

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 28A. Resumo da análise de variância do teor de FDA na MS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	5,371 ^{ns}	65,070*	4,752 ^{ns}
Gramínea	1	51,961**	61,034**	54,010**
Nível de V%	4	5,705 ^{ns}	4,021 ^{ns}	17,469**
Gramínea x Nível de V%	4	10,921 ^{ns}	9,425 ^{ns}	5,824 ^{ns}
Resíduo	27	4,177	13,378	2,792
Média Geral		36,25	37,67	29,08
CV%		5,64	9,71	5,74

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 29A. Resumo da análise de variância dos coeficientes de DIVMS das gramíneas Marandu e Tanzânia, nos três cortes (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		1º corte	2º corte	3º corte
Bloco	3	10,447*	2,109 ^{ns}	8,725 ^{ns}
Gramínea	1	164,836**	205,345**	0,663 ^{ns}
Nível de V%	4	76,471**	2,246 ^{ns}	22,825**
Gramínea x Nível de V%	4	66,208**	4,516 ^{ns}	26,488**
Resíduo	27	3,262	2,166	5,490
Média Geral		51,69	60,91	64,10
CV%		3,49	2,42	3,66

*significativo a 5%, **significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

TABELA 30A. Resumo da análise de variância da razão parte aérea/raiz das gramíneas Marandu e Tanzânia (Exp. 2)

Causas de variação	GL	Quadrados médios
Bloco	3	0,04148 ^{ns}
Gramínea	1	0,02862 ^{ns}
Nível de V%	4	0,04929 ^{ns}
Gramínea x Nível de V%	4	0,05856 ^{ns}
Resíduo	27	0,03374
Média Geral		0,70
CV%		25,90

^{ns} não significativo