



**FORMAS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO  
NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DA  
FORRAGEM DO CAPIM-TANZÂNIA**

**RONAN MAGALHÃES DE SOUZA**

**2004**

58422

*049920*

RONAN MAGALHÃES DE SOUZA

**FORMAS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DA FORRAGEM DO CAPIM-TANZÂNIA**

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

Orientador

Prof. Dr. José Cardoso Pinto

BIBLIOTECA CENTRAL

UFLA

Nº CLAS *T633.202*

*Sou*

Nº REGISTRO *58422*

DATA *06/01/05*

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2004

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA



58422

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

Souza, Ronan Magalhães de

Formas de aplicação de calcário na produção e qualidade da forragem do  
capim-tanzânia / Ronan Magalhães de Souza. -- Lavras : UFLA, 2004.

77 p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.  
Dissertação (Mestrado) – UFLA.  
Bibliografia.

1. Calagem. 2. Saturação por bases. 3. Granulometria. 4. Pastagem. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.202  
-636.084

**RONAN MAGALHÃES DE SOUZA**

**FORMAS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DA FORRAGEM DO CAPIM-TANZÂNIA**

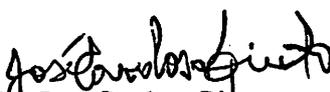
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

Aprovado em 14 de junho de 2004

Prof. Dr. Antônio Eduardo Furtini Neto UFLA

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista UFLA

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes UFLA

  
Prof. Dr. José Cardoso Piato  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, por me ensinar a viver.

Aos meus amados e queridos pais, pela vontade em minha criação e proteção.

Aos meus quatro irmãos, Rômulo, Remo, Nírvia e Virginia, pelos cuidados e dedicação.

Aos pequeninos Rômulo, Pilar, Pedro e Felipe. Cresçam fortes e inteligentes.

A todos os trabalhadores rurais que derramam seu suor na terra e com esmero amam e respeitam o meio do qual sobrevivem.

**OFEREÇO**

“Acharei um caminho ou abrirei um para mim”  
(Aníbal)

Á memória de meus avós, Manoel Farias, Maria Farias e Leonardo Lopes e a minha querida vovó Luiza Lopes, que permaneça ainda muito tempo entre nós.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela formidável experiência e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores José Cardoso Pinto, pelos ensinamentos, valiosa atenção, amizade e dedicação; Antônio Ricardo Evangelista, Augusto Ramalho de Moraes, Eduardo Furtini Neto e Joel Augusto Muniz, pelas sugestões e colaborações.

Aos membros do Núcleo de Estudos em Forragicultura (NEFOR).

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal e Departamento de Zootecnia da UFLA, Márcio, Suelba, Eliana, Zé, Keila, Pedro e Carlos.

Aos pesquisadores da EMBRAPA, Drs. Jonas, Ari, Calandrini e Aderito.

À minha família, pelo amor e dedicação. Sem eles o fardo seria mais pesado.

Ao amigo Cristóvão, pela imensurável amizade e colaboração neste trabalho.

Ao Sr., Sra. e a pequerrucha Valadares, Deus ilumine esta família, que seja bem sucedida e feliz.

Aos amigos de mestrado, pela convivência, em especial o “Gilsão”, “Carioca”, os gringos Laura Arango, Martha e pequeno Jorge Henrique Pietro Guevara, pela amizade sincera e momentos de descontração.

Aos meus tios Té, Dida, Xélio e Amira, pela paciência e confiança e aos tios Lurdinha e Paraná, pelo amor sincero desde meus primeiros dias de vida.

Ao Saulo e Gustavo, pela força, consideração e amizade de muito tempo e aos queridos Fábio e Gabriela Lemos, torço por vocês.

À família Ferreira de Almeida, em especial a Taís, pelos formidáveis momentos e por me acolherem em seu aconchegante lar. Jamais me esquecerei de vocês.

Aos mineiros e amigos Cristian e Eddy, pelos momentos de prosa e de dedicação em nossa amizade. Vocês são fortes.

A todos que deixei de citar, mas que durante toda minha jornada estarão guardados em meu coração, o meu sincero agradecimento.

## **BIOGRAFIA**

**RONAN MAGALHÃES DE SOUZA**, filho de Francisca Francisca Magalhães de Souza e Pedro Valderi Lopes de Sousa, natural de Brasília, Distrito Federal, nasceu em 05 de janeiro de 1978.

Em fevereiro de 1997, ingressou na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém, Pará, no curso de agronomia, concluindo-o em 02 de agosto de 2001.

Iniciou o curso de mestrado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais em 08 de abril de 2002, obtendo o título de mestre em 14 de junho de 2004.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS .....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. Tanzânia 1 .....	3
2.2 Acidez dos solos sob cerrados.....	5
2.3 Calagem, cálcio e magnésio e reações no solo.....	11
2.4 Degradação, recuperação e calagem em pastagens .....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1 Localização do experimento .....	23
3.2 Histórico, solo e clima da região .....	23
3.3 Condução do experimento .....	25
3.3.1 Análises do solo e descrição do experimento.....	25
3.3.2 Tratamentos.....	25
3.3.3 Delineamento experimental.....	27
3.3.4 Dimensão do experimento.....	28
3.4 Variáveis analisadas .....	28
3.4.1 Produção de massa verde e de MS .....	28
3.4.2 Densidade de perfilhos.....	28
3.4.3 Peso de perfilhos.....	29
3.4.4 Altura de perfilhos .....	29
3.4.5 Relação folha/caule.....	29
3.4.6 Análises da composição química da forragem .....	30
3.4.5.1 Teor de proteína bruta.....	30
3.4.5.2 Teores de minerais.....	30

3.4.5.3 Teores de FDN e FDA .....	30
3.5 Análises estatísticas .....	30
3.5.1 Modelo estatístico.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
5.1 Produção de matéria seca por corte (PMS) e total (PTMS) .....	32
5.2 Densidade (DP), peso (PP) e altura de perfilhos (AP) e relação folha/caule (RFC).....	36
5.3 Teor de proteína bruta (PB).....	41
5.4 Teor de fósforo (P) .....	43
5.5 Teor de potássio (K) .....	46
5.6 Teor de cálcio (Ca) .....	48
5.7 Teor de magnésio (Mg).....	52
5.8 Teores de fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA) .....	56
6 CONCLUSÕES.....	58
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
8 ANEXOS .....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS

AP – altura de perfilhos;  
Ca – cálcio;  
CaCO<sub>3</sub> – carbonato de cálcio;  
CaO – óxido de cálcio;  
CTC – capacidade de troca de cátions;  
DP – densidade de perfilhos;  
DQI – Departamento de Química;  
RFC – relação folha/caule;  
FA – forma de aplicação;  
FDA – fibra em detergente ácido;  
FDN – fibra em detergente neutro;  
K – potássio;  
m – saturação por alumínio;  
Mg – magnésio;  
MgCO<sub>3</sub> – carbonato de magnésio;  
MgO – óxido de magnésio;  
MS – matéria seca;  
N – nitrogênio;  
P – fósforo;  
PMS – produção de matéria seca;  
PP – peso de perfilhos;  
PRNT – poder relativo de neutralização total;  
S – soma de bases;  
t – CTC efetiva (a pH natural);  
T – CTC potencial (a pH 7);  
Ve – saturação por bases esperada.

## RESUMO

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

O estudo foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em área de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1), no período de setembro de 2002 a março de 2003. Foram efetuados três cortes a 10 cm do solo, a cada 42 dias. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em um esquema fatorial 3 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo três saturações por bases (V), 40%, 60% e 80%, duas formas de aplicação (FA) de calcário, incorporado e superficial, e dois calcários de 88,15% e 107,73% de PRNT. As doses de calcário foram aplicadas em setembro e 45 dias após foi efetuado um corte de limpeza da área que, em seguida, foi adubada com 100 kg/ha de N e K<sub>2</sub>O, parcelados em três doses distribuídas após cada corte (o de limpeza e os dois seguintes) e 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicados após o corte de limpeza. Os tratamentos V isolado, no segundo corte e V, no terceiro, com calcário aplicado em superfície, aumentaram a produção de MS. A densidade de perfilhos foi maior no primeiro corte para o calcário com PRNT de 107,73%. O teor de PB no segundo corte aumentou quando se incorporou o calcário com PRNT de 107,73%. Para V 40%, no segundo corte, com calcário aplicado em superfície, observou-se elevação dos teores de P; a mesma saturação, no primeiro corte, aumentou o teor de K quando se utilizou o calcário com PRNT de 88,15% aplicado superficialmente. Os tratamentos FA, isolado, e V 60% e 80%, quando se utilizou calcário com PRNT de 88,15%, promoveram elevação no teor de Ca, no primeiro corte. No terceiro corte, os tratamentos V 40% e 80% e calcário incorporado com PRNT de 107,73% promoveram elevação no teor de Ca; já para V 60% o maior teor de Ca ocorreu com calcário de PRNT 88,15%. Também no terceiro corte, quando o calcário foi aplicado em superfície, no tratamento V 80%, o maior teor de Ca ocorreu quando se utilizou o calcário com PRNT de 107,73%. Para o teor de Mg, no primeiro corte, o menor teor ocorreu quando se utilizou o corretivo com PRNT 88,15% aplicado superficialmente, na saturação de 40%. As variáveis PTMS, PP, AP, RFC, FDN e FDA foram indiferentes (P>0,05) aos tratamentos estudados.

---

\* Comitê Orientador: José Cardoso Pinto – UFLA (Orientador), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA e Joel Augusto Muniz – UFLA.

## ABSTRACT

SOUZA, Ronan Magalhães de. **Mode of limestone application on yield and quality of tanzania grass forage**. 2004. 77p. Dissertation (Master in Animal Science)-Federal University of Lavras, Lavras\*.

This study was conducted in the surroundings of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras (UFLA), in pasture of tanzania grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania 1) between months of September 2002 and March 2003 when three cuts were realized at height of 10 cm at each 42 days. The experimental design used was a randomized complete block, in factorial scheme 3 x 2 x 2, with four repetitions. There are three base saturations of soil BS 40, 60 e 80%; lime placement, either on the surface of the soil or incorporated and two limes with different LTRN (lime's total relative neutralization) (88.15 and 107.73%). The doses of limestone were applied in September, 45 days before of cleaning cut. After this cut, a basal fertilization with 100 kg/ha of N and K<sub>2</sub>O, was applied in three doses after each cut, and 60 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> were applied in single dose after cleaning cut. The treatment BS on second and third cuts, when applied in surface, increased the dry matter yield. The LTRN of 107.73% increased the tiller density at the first cut. The crude protein content, at second cut, increased when was used limestone with 107.73% incorporated. For BS 40% of the soil, on second cut, in limestone surface application, there was increase in P and K contents; on first cut, when was used limestone with 88.15% of LTRN in surface, these results were too achieved. For treatment incorporated, only, and BS of 60 and 80%, when was used limestone with 88.15% of LTRN, it was verified a increase in the Ca content, while to BS 60% the increase occurred too at 88.15% of LTRN. At third cut, when limestone was applied in surface, for elevating BS to 80%, increment of Ca content occurred when used limestone with 107.73%. For Mg content, at first cut, the small content was registered in response to limestone with 88.15% of LTRN applied on surface under BS 40% of soil. The total dry matter production, weight and height of tillers, leaf/stem ratio, neutral and acid detergent fiber variables were indifferent to applied treatments (P>0.05).

---

\* Guidance Committee: José Cardoso Pinto – UFLA (Adviser), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA and Joel Augusto Muniz – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação dos rebanhos bovino, ovino, caprino e eqüino no Brasil é baseada, sobretudo, em pastagens, sendo esta uma alternativa menos dispendiosa para produzir e fornecer alimento para os animais, desde que suas demandas mínimas sejam atendidas. A quantidade e qualidade da forragem disponível para os animais dependem, entretanto, de fatores relacionados às espécies forrageiras que formam as pastagens da região, do manejo e, principalmente, do solo que as sustenta.

Com uma área de aproximadamente 8.513.000 km<sup>2</sup>, os recursos naturais dos complexos ecossistemas do Brasil vêm sendo utilizados de forma insustentável pela atividade agropecuária, refletindo nas legislações agrárias a preocupação mundial com o depauperamento paulatino desses recursos. Em resposta ao uso empírico dos ecossistemas pelas atividades agropecuárias, observam-se hoje as conseqüências dessas ações, como a degradação das pastagens, a queda na produtividade das lavouras, o empobrecimento da fertilidade do solo, a baixa retenção de água no solo e o aumento do processo erosivo. Esse uso indiscriminado dos ecossistemas no cerrado brasileiro é notório, onde 80% das pastagens cultivadas encontram-se em processo de degradação (Oliveira et al., 1998; Corazza et al., 2000).

A degradação das áreas agricultáveis, um caso não restrito somente às pastagens, no que tange à fertilidade dos solos, é uma resposta natural do meio em que foram utilizadas incessantemente as fontes esgotáveis de elementos precursores à produção de alimentos. Essa exploração desarmônica e extrativista dos ecossistemas resulta no limite máximo de oferta das condições ideais ao pleno desenvolvimento de qualquer atividade agrícola. Portanto, há necessidade da prática de uma agricultura itinerante, que irá buscar novas áreas onde a retomada da atividade seja ótima, até o momento em que novamente seja

necessária a busca de novas fronteiras agrícolas. Em contrapartida, a manutenção ideal desses sistemas romperia tais paradigmas.

A região dos cerrados é responsável por 60% da produção de carne nacional explorada basicamente a pasto (Costa et al., 2002). Dessa forma, regiões, como o Brasil Central têm, considerado relevantes os estudos de manutenção e recuperação das pastagens cultivadas e nativas.

Medidas que reabilitem os sistemas naturais, como os estudos de manutenção dos sistemas pastoris e a metodologia que torne reversíveis os resultados apresentados por anos de uso da terra, retornando a rentabilidade graças às condições apropriadas a que as pastagens se encontrarão agora submetidas, devem ser pesquisadas. Considerando relevantes, principalmente, as que relacionam os corretivos de solo em pastagens estabelecidas, uma vez que os estudos já levantados vêm apontando a necessidade de continuar as investigações neste sentido e até mesmo priorizando-as.

O capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.cv. Tanzânia 1), lançado no início da década de 90, é uma gramínea perene que exige solo fértil para sua adaptação, sendo resistente ao frio, à seca e à cigarrinha das pastagens (Silva Filho, 1998).

Em função do potencial de produção dessa gramínea forrageira, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de doses, formas de aplicação e granulometrias de calcário dolomítico em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1

O gênero *Panicum*, em especial a espécie *P. maximum* Jacq., cuja cultivar mais antiga e conhecida é o capim-colonião, foi, durante a década de 70 a forrageira mais plantada no Brasil, sendo posteriormente substituída pelas braquiárias (*Brachiaria* spp), que são menos exigentes em fertilidade de solo (Nascimento & Renvoize, 2001). Com a diversificação e necessidade de melhorar as características da espécie, surgiram, além do colonião, várias cultivares de *P. maximum*, algumas de uso mais antigo, como Green Panic, Sempre Verde, Makueni, Touceira e Guiné e outras mais recentes, como o Tanzânia, Mombaça, Tobiatã, Vencedor, Centenário, entre outras.

Segundo Silva (1995), em regiões com temperaturas médias anuais de 10-20°C e de inverno entre 5 e 15°C, o fator temperatura exerce papel tão importante quanto a umidade na ocorrência e distribuição das plantas do gênero *Panicum*. As maiores concentrações deste gênero ocorrem em regiões com precipitações próximas de 1.300 mm anuais. O levantamento dessas informações influencia na escolha da espécie forrageira apropriada para um determinado local e contribui, ainda, para a interpretação dos resultados obtidos nos estudos de campo.

A cultivar Tanzânia1 foi lançada no Brasil em 1990, pela EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC), por meio da seleção de 156 acessos de *Panicum maximum* por sucessivas etapas (produção de matéria seca, sementes, pastejo, entre outras variáveis). O lançamento da cultivar, registrada no Brasil como BRA-007218, ocorreu em conjunto com inúmeras instituições, por uma seleção direta do germoplasma do *Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*

(ORSTOM) coletado na República de Tanzânia (Jank, 1995). Em uma das etapas de avaliação dos acessos, entre 25, o cv. Tanzânia ficou classificado no grupo II como de ótimo desempenho, resultando em fases seguintes, como aquele que promoveu maior ganho de peso por animal e por área, comparado ao Tobiata e Colônia, embora com lotação animal intermediária.

Cinco anos após seu lançamento, o capim-tanzânia foi um dos mais plantados no Mato Grosso do Sul, graças à quantidade de sementes comercializadas e à extensão de áreas ocupadas por novos plantios (Vieira & Kichel, 1995).

Zimmer & Euclides (2000) estudaram a recuperação de pastagens degradadas, com diferentes gramíneas sob pastejo, em dois níveis de calagem e adubação, nível 1 com 1,5 t/ha de calcário dolomítico e 400 kg/ha da fórmula 0-16-18 e nível 2, o dobro do primeiro. Os autores encontraram, para o capim-tanzânia, maiores lotações (2,99 novilhos/ha) e ganho animal (430 g/dia e 490 kg/ano), comparado às demais gramíneas, dentre elas Colônia e o Tobiata, ambas da espécie *P.maximum*, Marandu e Basilisk (*Brachiaria brizantha* e *B. decumbens*, respectivamente) dentro do nível 1. No nível 2, novamente o capim-tanzânia foi superior às demais gramíneas, com 3,61 novilhos/ha, 515 g/novilho/dia e 660 kg/ha/ano, antes do trabalho de recuperação. O ganho médio nessas pastagens foi de aproximadamente 300 kg/ha/ano, aumentando em 41% e 120% para os níveis 1 e 2, respectivamente. Em estudos sucessivos, ainda com adubação, o capim-tanzânia, no nível 2, no período das águas, proporcionou um ganho de 700 g/animal/dia, novamente superior aos demais.

As características morfológicas do capim-tanzânia associadas a tratamentos com adubação foram descritas por Aguiar (2000), comparando adubado versus testemunha. O autor encontrou, para a taxa de alongamento foliar, 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 da manutenção dos nutrientes nos solos sob pastagens, influenciando a qualidade do pasto.

Com uma produção anual de aproximadamente 26 t/ha de MS, com 79,8% de folhas (Corsi & Santos, 1995), teor médio de proteína bruta (PB) de 7,4%, 56,7% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca-DIVMS e teores de P, K, Ca, Mg e S de 1,44; 14,10; 2,63; 2,38 e 1,22 g/kg, respectivamente (Euclides, 1995), o capim-tanzânia vem sendo amplamente estudado pelas instituições de ensino e pesquisa, como mais uma alternativa de diversificação das pastagens no Brasil, graças ao seu elevado potencial de produção quando sob doses generosas de corretivos e fertilizantes.

A forma de utilização dessa cultivar na região Centro-Oeste muitas vezes corresponde à forma de melhoria das pastagens estabelecidas apenas no resíduo de adubos deixados pelas culturas e nenhuma adubação de manutenção é feita posteriormente (Vieira e Kichel, 1995).

## **2.2 Acidez dos solos sob cerrados**

Segundo Neiman (1989), a área com vegetação de cerrado é de 25% do território nacional. Estrategicamente localizada nas regiões centrais do Brasil, está crescentemente sendo modificada pelos avanços tecnológicos, principalmente da atividade agropecuária.

Na década de 70, a vegetação do cerrado era considerada como marginal para a produção de alimentos, porém, pelo surgimento e aperfeiçoamento de tecnologias, com o passar dos tempos, observou-se o seu potencial produtivo (Lopes & Guilherme, 1992). Nessa fase de utilização do cerrado pela atividade agropecuária, as condições de cultivo das terras mostraram-se limitantes em virtude de vários fatores, entre eles as características químicas e físico-químicas dos solos sob o cerrado.

O material de origem do solo influencia o seu grau de acidez. Assim, os solos serão ácidos por natureza quando sua origem for de rochas pobres em bases ou, quando ricas, forem solos submetidos a intensos processos climáticos. Neste último caso, uma condição de precipitação muito intensa, ao longo dos anos, promove grande lixiviação de bases, permanecendo no complexo de troca predominantemente os cátions hidrogênio e alumínio, situação apresentada por muitos latossolos originários de rochas básicas (Sanzonowicz, 1986; Lopes, 1989; Vale et al., 1998). Pavan & Oliveira (1997) atribuem ao manejo inadequado dos solos, a sua acidez, em regiões do Paraná. A literatura atribui aos processos de degradação dos solos como uma consequência do manejo inadequado do sistema, da má escolha de espécies para determinadas regiões e, principalmente, da implantação do sistema com calagem, adubação e plantio planejados e utilizados de forma incorreta pelos produtores e profissionais agrícolas.

Nos cerrados, quase 56% dos solos da região são constituídos de latossolos (Lopes & Guilherme, 1992), que são ácidos e apresentam baixa disponibilidade de nutrientes. Oliveira et al. (1998) quantificam-nos como sendo solos com 20% de areias quartzosas (o quartzo não contribui em nada para o suprimento de nutrientes à solução do solo) (Vale et al., 1998); 5% são solos eutróficos e 19% estão distribuídos entre Podzólicos, Cambissolos e Hidromórficos. Cerca de 80% apresentam acidez entre média e elevada, 90% são pobres em P, mais de 60% são pobres em K e mais de 75% possui concentrações de alumínio entre médias e elevadas.

Para Monteiro (1995), Pitta et al. (2001) e Euclides (2002), os solos tropicais e subtropicais geralmente apresentam baixos valores de pH e teores de cálcio e magnésio trocáveis, teores relativamente elevados de alumínio trocável e de manganês disponível e baixa porcentagem de saturação por bases. Esses atributos são considerados no planejamento das atividades agrícolas, pois são

características que expressam a necessidade e quantidade de corretivos e fertilizantes a se utilizar, por métodos específicos que variam de região para região.

É importante enfatizar a relação que existe entre as fases líquida e sólida do solo. Vale et al. (1998) mostram claramente que os nutrientes prontamente disponíveis às plantas encontram-se na solução do solo sob o fator intensidade (quantidade do nutriente na solução); esse componente representa, no solo, uma quantidade pequena no suprimento dos minerais aos vegetais. Dessa forma, a contribuição maior para restabelecer a solução do solo vem das frações sólidas, representando o fator quantidade (nutriente na fase sólida e em forma disponível). A relação entre quantidade e intensidade indica o fator capacidade e, quanto maior a quantidade, maior a capacidade da fase sólida em resuprir a solução do solo. Sob essa ótica, é possível entender um pouco os processos que envolvem a dinâmica do solo, como o poder tampão do mesmo, ou seja, a resistência que o solo apresenta em modificar suas características físico-químicas. Por exemplo, no solo, por se tratar de um ácido fraco, a quantidade de H ionizado na solução, segundo Vitti & Luz (2001), é pequena; com isso, menores ainda serão as doses de calcário para se corrigir este problema. Portanto, para manter o equilíbrio à medida que os prótons são neutralizados pelo corretivo, o solo mantém o equilíbrio na solução com a liberação do H dos colóides para a solução, apresentando, então, uma certa resistência à variação do pH (Marques & Motta, 2003). Os solos com maiores teores de argila e matéria orgânica (maior CTC), por sua vez, necessitarão de maiores quantidades de corretivos para reduzir os efeitos do pH do que os solos com CTC mais baixa. Diz-se, dessa forma, que os solos mais argilosos, que resistem mais às variações de pH, são os com maior poder tampão.

A acidez limita essa dinâmica dos nutrientes no solo, alterando o equilíbrio no sistema fase sólida x fase líquida x planta. Isso ocorre porque os

cátions, como  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$ , são trocados nos sítios de adsorção, por meio da utilização pelas culturas que liberam  $H^+$  para a solução, quando da absorção destes cátions ou quando lixiviados do solo pela água das chuvas, por íons  $H^+$ ,  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$  que ficam retidos nos colóides do solo, competindo com os cátions básicos ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) e outros minerais (Lopes, 1989). Essas formas de perdas de elementos essenciais ao metabolismo vegetal, associadas a outras, como exportação dos nutrientes pelos produtos obtidos a partir dos sistemas de produção pecuário, podem comprometer o sucesso de qualquer atividade agropecuária. Bodey et al. (2000) consideram, como primeiro pré-requisito para que qualquer sistema agrícola seja sustentável, que a saída de nutrientes do meio não deve exceder a entrada dos mesmos no sistema.

Existe uma relação na preferência de adsorção dos ânions pelos colóides, descrita por Rajj (1991), acontecendo, principalmente, pela energia de atração ou carga dos cátions e pelo tamanho dos íons hidratados, sendo retidos os menores e com maior energia. A série liotrópica é dada por Vale et al. (1998), na seguinte ordem decrescente de preferência de adsorção:  $H^+ \gg Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ \approx NH_4^+ > Na^+$ . Com exceção do  $H^+$ , que é retido fortemente por ligação covalente, os demais são adsorvidos no complexo de troca por ligação eletrostática.

Quando a região de troca do solo está ocupada em maiores proporções com  $H^+$  e  $Al^{3+}$ , são observados, nas análises de solo, valores de pH, acidez trocável e acidez potencial inferiores a 4,5 e superiores a 2,0 e 9,0, respectivamente, tendo a classificação de ácido para o pH e muito alta para acidez trocável e potencial, segundo a CFSEMG (1999). Isso implica na redução de cátions básicos retidos nos colóides do solo, que variam de acordo com a sua textura (densidades de cargas dos colóides orgânicos e minerais). Valores de t (CTC efetiva) menores que 2,5 meq/100 cc são baixos, segundo Vale et al. (1998), o que é indicativo de solo arenoso, com baixo teor de matéria orgânica e,

mesmo se mais argiloso, com predomínio de argilas de baixa atividade. Nesta condição, as adubações e aplicação de corretivos, quando em altas doses, poderão resultar em perdas de nutrientes por lixiviação, devido à incapacidade de adsorção dos nutrientes na região de troca de cátions. Este atributo contribui para a elaboração de metodologias de aplicação de corretivos e fertilizantes, como, por exemplo, o parcelamento de altas doses da adubação nitrogenada em solos arenosos.

O  $Al^{3+}$  desempenha seu papel no solo gerando acidez, pois, quando removido dos sítios de troca (CTC), o cátion hidrolisa formando íons  $H^+$  e atua também de forma prejudicial direta, graças ao seu poder fitotóxico no decréscimo da produção vegetal; essa é a principal fonte de acidez do solo, segundo Aguiar (1998).

A acidez é uma característica que em muito compromete o desenvolvimento da atividade agrícola na região dos cerrados, cujos solos geralmente possuem excesso de alumínio.

Nascimento Jr. et al. (1999) afirmam que algumas forrageiras apresentam certa tolerância ao  $Al^{3+}$ , como, por exemplo, as espécies *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola* e *Andropogon gayanus*. Portanto, são mais indicadas para áreas com alto teor de alumínio, como os solos do cerrado, quando comparadas a outras, entre elas algumas espécies do gênero *Panicum* como o *P. maximum* cv. Tanzânia 1, que são menos tolerantes, merecendo, assim, cuidados na escolha da área e na correção do solo.

Como os solos dos cerrados são predominantemente ácidos, necessitam de calagem adequada como primeira prática de manejo para o cultivo de plantas não tolerantes à acidez (Lopes & Guilherme, 1992). Esses autores relatam um estudo de caracterização de solo dos cerrados proveniente de 518 amostras superficiais (0-15 cm), tomadas sob vegetação natural de cerrado, em que a

maior parte da CTC efetiva desses solos está ocupada por alumínio trocável, tendo como mediana para a porcentagem de saturação de Al o valor 59%.

A elevada saturação por Al reduz o crescimento e o desenvolvimento das raízes. Para Costa et al. (2002), a produção da maioria das plantas sensíveis à toxidez de alumínio decresce em solos com mais de 20% de saturação por alumínio (m). Vale et al. (1998) ressaltam que, em saturação de Al acima de 60% há um grande aumento na atividade de alumínio em solução. Nestas condições, para a grande maioria das espécies vegetais, o crescimento das raízes é praticamente paralisado.

Entre os tipos de acidez, encontra-se a acidez ativa, referente à concentração de íons  $H^+$  livres na solução do solo, ocorrendo em pequenas quantidades. A acidez ativa, medida pelo pH em água, pode, segundo Raij (1991), apresentar um valor sujeito a certas variações, principalmente em função da presença de sais no solo que reduzem o valor do pH. O pH é definido como o logaritmo da recíproca da concentração de  $H^+$  na solução. Quanto maior a sua concentração, menor será o pH e mais ácido será o solo e vice-versa (Pavan & Oliveira, 1997), ou seja, cada unidade de mudança no pH do solo significa uma mudança de dez vezes no grau de acidez ou alcalinidade.

A acidez trocável ou Al trocável ou, ainda, a acidez nociva, refere-se aos íons  $Al^{3+}$  e  $H^+$  trocáveis, adsorvidos nos colóides do solo por eletrovalência. A acidez trocável e o Al trocável são considerados como equivalentes em solos minerais, já que estes apresentam muito pouco  $H^+$  trocável (Lopes, 1989). A acidez potencial ou total é a soma da acidez trocável mais o  $H^+$  covalente, sendo, portanto, um tipo de acidez que pode ser provocada por um conjunto de substâncias do solo capazes de liberar  $H^+$  para a solução do mesmo, resultando no poder tampão do solo (Vitti & Luz, 2001).

### **2.3 Calagem, cálcio e magnésio e reações no solo**

A calagem tem a função de diminuir a acidez do solo e fornecer cálcio (Ca) e magnésio (Mg) como nutrientes. Com a aplicação de calcário no solo busca-se elevar o pH a um valor no qual as toxicidades de Al e Mn sejam eliminadas, o suprimento de Ca e Mg como nutrientes e, indiretamente, o melhor aproveitamento dos fertilizantes pela cultura e a melhoria da atividade microbiana e das condições físicas do solo (Lopes, 1989; Malavolta, 1989; Aguiar, 1998; França & Coelho, 2001).

O Ca e o Mg são considerados macronutrientes secundários na adubação, desempenhando, contudo, papel fundamental no metabolismo da planta. Sua entrada nos solos das atividades agropecuárias ocorre quando se lança mão da calagem, por serem componentes dos corretivos agrícolas.

O Ca atua essencialmente na divisão e alongação celular e na estrutura e permeabilidade das membranas; é um elemento não móvel e sua ausência caracteriza-se pela redução do crescimento de tecidos meristemáticos, em que as partes novas tornam-se deformadas e cloróticas (Alberoni, 1998). Já o Mg é o constituinte das moléculas de clorofila, componente estrutural dos ribossomos, além de estar envolvido em inúmeras funções fisiológicas e bioquímicas como a fotossíntese (Tisdale et al., 1985).

Na nutrição de ruminantes, o Ca é tido como o mineral mais abundante no organismo animal. Esse elemento é essencial para a formação e manutenção de ossos e dentes, produção de leite, contração muscular, transmissão dos impulsos nervosos e coagulação do sangue (Lopes, 1998). Este autor afirma, ainda, que, apesar de, em geral, a deficiência de Ca em bovinos criados a campo ser rara, existem evidências recentes, no estado do Mato Grosso do Sul, de problemas relacionados com a carência desse elemento em animais, ocasionando a doença conhecida como “vaca caída”. De acordo com o NRC (1976), o teor de

Ca ideal em gramíneas forrageiras, para as dietas de bovinos, ocorre em níveis de 0,18% na MS. Já o Mg, mesmo em quantidades muito menores, está estreitamente associado ao Ca e P; é um elemento essencial dos ossos e dos dentes; participa como catalisador de várias reações enzimáticas e do metabolismo dos carboidratos e dos lipídeos e, ainda, desempenha função de grande importância na atividade neuromuscular (Lopes, 1998). Para os animais domésticos, Maynard e Loosly (1974) afirmam que a quantidade de Mg para o crescimento é da ordem de 0,06% da parte sólida da ração, desde que as quantidades ingeridas de Ca e P sejam adequadas e não excessivas.

A utilização de corretivos, principalmente os calcínicos, implica em maior quantidade de Ca na calagem em relação ao Mg, facilitando a perda do primeiro, encontrado na solução do solo em equilíbrio com os outros minerais retidos nos colóides. Nessa questão, é importante realçar a relação Ca:Mg nos resultados de análise de solo para que se recomende o tipo, método e quantidade certa de corretivo a se aplicar. Há, pelo menos, a relação de uma parte de Mg para três de Ca, descrita por Oliveira (1999). Dessa forma, na escolha do corretivo para as pastagens deve-se levar em consideração fatores de ordem técnica e econômica. Ao analisar esses fatores, torna-se antes necessária a avaliação dos aspectos físicos e químicos dos corretivos (Luz et al., 1998).

A prática da calagem poderá aumentar a disponibilidade de P e Mo e também minimizar a ação do Al e Mn que, em pH baixo, podem ser encontrados em formas e quantidades tóxicas para as plantas (Andrade et al., 1986; Raij, 1991). Os efeitos diretos da calagem dependem, geralmente, do tempo e da umidade disponível no solo em associação com algumas características físicas do corretivo como a relação entre o tamanho da partícula e a sua superfície e químicas, como o poder neutralizante. Essas características são as causas das mudanças em algumas características do solo já citadas, como a redução na concentração do Al e do Mn, elevação das concentrações de Ca e Mg, elevação

do pH, aumento na disponibilidade do P (Andrade et al., 1986) e, dependendo da quantidade aplicada, não há alteração significativa nos valores das concentrações de K (Oliveira, 1999; Pitta et al., 2001) ou, algumas vezes, ainda, redução do mesmo na planta (Werner et al., 1979; Carriel et al., 1995). Xavier et al. (1997), trabalhando com três doses de corretivos em *Cratylia argentea*, encontraram aumentos significativos nos teores de N, P, Ca e Mg na parte aérea da planta e modificações nos atributos químicos do solo, como aumento de pH, maiores níveis de Ca e Mg trocáveis e redução no Al trocável. Isso contribui com a elevação de saturação por bases do solo a pH 7 e redução na saturação por Al, confirmando as citações anteriores.

Os corretivos mais comuns utilizados nas práticas de correção de solos são os calcários  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$  (carbonato de cálcio e carbonato de magnésio) obtidos pela moagem da rocha calcária (Volkweiss & Tedesco, 1984). Podem ser calcíticos (menos que 5 dag/kg de MgO), magnesianos (entre 5 e 12 dag/kg de MgO) e dolomíticos (acima de 12 dag/kg de MgO) e o seu teor em Ca e Mg varia de acordo com a natureza do material. Outras formas de corretivos encontradas, ainda, são o calcário calcinado agrícola (43% de CaO + MgO), escória de siderurgia (30% de CaO + MgO) e cal virgem agrícola (68% de CaO + MgO), entre outros (Alcarde, 1992).

Na qualidade do calcário, deve-se considerar a capacidade de neutralizar a acidez do solo (PN – poder de neutralização), a reatividade do material, que considera sua natureza geológica, sua granulometria e o teor de nutrientes, especialmente de Ca e Mg.

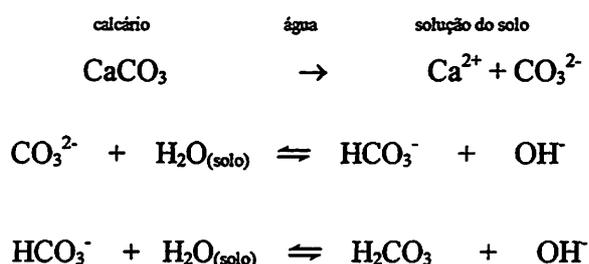
Segundo a CFSEMG (1999), a capacidade de neutralizar a acidez que apresenta um calcário também pode ser estimada, aproximadamente, determinando-se seus teores de Ca e de Mg, teores expressos em dag/kg de CaO e MgO. A conversão desses óxidos em  $\text{CaCO}_3$  equivalente é denominada valor neutralizante. Assim, PN e VN (valor neutralizante) são usados para expressar a

alcalinidade do calcário, isto é, sua capacidade de neutralizar a acidez do solo (Alcard, 1992).

Como já foi visto, a reatividade depende fundamentalmente da granulometria do material, a qual permite estimar a eficiência relativa (ER) ou sua reatividade (RE). Ela indica a capacidade de um corretivo reagir no solo e envolve a velocidade de reação e seu efeito residual. Dessa forma, combinando o PN com a RE de um calcário, tem-se o seu Poder Relativo de Neutralização Total, o PRNT, que estima o quanto de calcário irá reagir em um período de aproximadamente três meses (CFSEMG, 1999; Vitti & Luz, 2001).

A velocidade de reação e o grau de reatividade do calcário são determinados pelo tamanho de suas partículas (Lopes, 1989). Na analogia entre PRNTs, levando-se em conta as características poder neutralizante (PN) e sua reatividade (RE), a composição química, a granulometria e a origem da rocha, pode-se chegar às diferenças entre a comparação prática dos corretivos, implicando principalmente na dinâmica de reação do corretivo, como tempo de reação em três meses e seu efeito residual, descritas por Alcard (1992). Este autor, em seguida, exemplifica o esquema de reação do calcário no solo.

No solo, quando o calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) é hidrolizado, tem-se a formação ou liberação de hidroxilas para o meio, de acordo com a seguinte reação:



As hidroxilas formadas irão reagir com os principais componentes que provocam a acidez,  $H^+$  e  $Al^{3+}$ . O Al reage com as hidroxilas, consumindo 3 OH<sup>-</sup> até que este se precipite na forma de  $Al(OH)_3$ , em valores de pH acima de 6,0, tornando-se assim insolúvel e com carga neutra. As hidroxilas também reagem com os  $H^+$ , que são energeticamente retidos nos colóides do solo, formando em seu produto final água e liberando o espaço ocupado pelo  $H^+$  no complexo de troca, por  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , aumentando, conseqüentemente, o pH e a densidade de cargas negativas.

A necessidade de calagem pode ser definida como a quantidade de corretivo a ser aplicada ao solo para neutralizar a acidez, elevando o pH e a saturação por bases até um nível desejado. São várias as metodologias de aplicação de corretivos, objetivando a elevação do pH até um valor qualquer; a elevação da saturação por bases (V%), a neutralização do alumínio e a elevação dos níveis de Ca e Mg (Siqueira, 1986). O método de saturação por bases passou a ser recomendado a partir de 1983, pelo Instituto Agronômico de Campinas. Baseia-se na correlação positiva entre saturação por bases ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  e, em alguns casos,  $Na^+$ ) e o pH (Vitti & Luz, 2001), correlação esta mais estreita quando o pH é medido em solução de  $CaCl_2$  0,01 M.l<sup>-1</sup>. Tal método leva em consideração ainda a CTC =  $[(Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+) + (H + Al)]$ , sendo o último termo definido por acidez potencial (Mitidieri, 1995).

#### **2.4 Degradação, recuperação e calagem em pastagens**

Atualmente, a consciência da necessidade de se produzir carne, leite e derivados em sistemas agropecuários minimamente tecnificados vem realçando as afirmativas de que sem um mínimo de tecnologia as produções são insuficientes para manter tais sistemas. Vilela (2002) afirma que nos futuros sistemas intensivos de produção de leite não haverá mais espaço para forrageiras

que apresentem baixos índices de produtividade e qualidade. As tentativas feitas no passado de trabalhar com sistemas de produção a pasto com baixos níveis de insumos falharam, cedendo espaço ao uso de corretivos e fertilizantes.

As pastagens são constituintes de complexos sistemas solo-planta-animal, estando submetidas às alterações diretas exercidas pelo próprio meio e, principalmente, às modificações antrópicas por intermédio do seu manejo.

Geralmente, as pastagens não conseguem suprir as necessidades de minerais de bovinos criados exclusivamente a pasto, graças à composição mineral das forrageiras que é afetada pelos fatores espécie, parte da planta (folha, haste), estágio de maturação, produção por área e manejo da pastagem, além de clima, fertilidade do solo, adubação, interação entre nutrientes no complexo solo planta, entre outros (Aguilar, 1998).

Nascimento Jr. (1999) ressalta a importância da necessidade de se corrigir os nutrientes em desequilíbrio no solo. Segundo o autor, a não aplicação dos nutrientes necessários contribui para acelerar a degradação das pastagens cultivadas.

Um sistema será sustentável na medida em que, com o passar do tempo, o solo tenha condições edafológicas de exercer o seu papel, fornecendo à planta um suporte físico e químico, isto em condições para sua plena funcionalidade ou até mesmo em condições restritas, como nos sistemas degradados. Este comentário conciso não deve ser confundido com um conceito amplo de sustentabilidade, que abrange outros fatores, servindo apenas para realçar a relação solo-planta. A substituição de vegetação nativa pelas pastagens provoca a ruptura do estado de equilíbrio original, cujas modificações recaem, principalmente, sobre um dos componentes do sistema, o solo, em função da nova cobertura vegetal e da presença do animal pastejando (Hynes & Williams, 1993).

No início da expansão do cultivo dos solos sob vegetação de cerrado, com seus 200 milhões de ha, verifica-se que, não obstante quase 60% deste total serem ocupados com pastagens – cerca de 75% com pastagens nativas e 25% com pastagens cultivadas (EMBRAPA, 1987, citada por Oliveira et al., 1998) ambas as áreas apresentam entre 60% e 80% de degradação.

Estima-se que cerca de 50% das pastagens cultivadas do Brasil Central estejam em processo de degradação, com perda do potencial produtivo e da capacidade de suporte animal (Macedo, 1995).

De acordo com Vitor et al. (2002), a Zona da Mata de Minas Gerais possui pastagens que se localizam, geralmente, em áreas de topografia acidentada, com baixa fertilidade natural e fatores como manejo inadequado e deficiências nutricionais do solo têm levado as pastagens a se degradarem. Alguns estudos (Soares & Macedo, 1991; Oliveira, 2001; Bomfim, 2002; Euclides, 2002) comprovam que a fertilidade dos solos é um aspecto importante a se considerar nos processos de degradação de pastagens, mostrando que o manejo inadequado e deficiências nutricionais do solo têm concorrido para reduzir a produtividade das pastagens. Como agravante ao processo de degradação, observam-se também os fatores lotação animal excessiva, sem a adequada capacidade de fornecer alimento para os animais e a ausência de adubação de manutenção (Zimmer & Euclides, 2000).

Alternativas de recuperação de pastagens degradadas vêm sendo utilizadas desde o início da década passada, bem como a integração lavoura/pecuária, tanto na formação quanto na recuperação e renovação de pastagens. Soares & Macedo (1991) e Oliveira et al. (1996) destacam que, em áreas de cerrado, com solos de fertilidade mais baixa, a formação das pastagens tem sido feita no resíduo da adubação, geralmente praticada durante um ou dois anos com culturas anuais, como o arroz de sequeiro. Isso é viabilizado a partir do momento em que tal estratégia contribui para a redução de custos na

aquisição de insumos e pelo aproveitamento dos resíduos da adubação na cultura anual para a sucessão com pastagem.

Frente às características de adaptabilidade de grande número de forrageiras tropicais aos solos ácidos, em alguns estudos observam-se resultados de calagem em pastagens em que as forrageiras respondem às doses elevadas de maneira semelhante à aplicação de pequenas quantidades de corretivos. Rocha (1986) mostrou em ensaio de campo com 38 espécies de gramíneas e leguminosas que os níveis 0 e 0,5 t/ha de calcário aproximaram-se aos rendimentos máximos das forrageiras quando comparados às doses de 2 e 6 t/ha. As saturações por Al para os tratamentos foram, respectivamente, de 90%, 85%, 60% e 15%. Já Siqueira (1986) afirma que as forrageiras só respondem até 1 t/ha de  $\text{CaCO}_3$  em solos que requerem de 4 a 6 t/ha de  $\text{CaCO}_3$  para elevar o pH acima de 5,5 e neutralizar o  $\text{Al}^{+3}$ , como já dito anteriormente, elemento altamente tóxico para as plantas. Ara e Toledo (1979), estudando o efeito da calagem em solos no Peru, verificaram que somente 500 kg/ha de calcário são suficientes para diminuir o nível de saturação do Al a teores abaixo de 40%.

Hoje existem técnicas seguras para caracterizar a acidez dos solos e avaliar a necessidade e quantidade de calagem, permitindo utilizar as quantidades de corretivos para as exigências diferentes das culturas. Entretanto, é importante discutir e avaliar a busca de novos estudos sobre o uso de calcário em pastagens, visto que grande número de trabalhos pouco estuda as formas de aplicação do corretivo. Em pastagens estabelecidas e bem conduzidas, a aplicação de calcário pode ser feita sob dois aspectos: incorporada ou a lanço. Após a aplicação do calcário a lanço, poderia-se promover a incorporação do corretivo, utilizando-se implementos leves, atentando-se ao fato de que as forrageiras têm hábito de crescimento diferenciado, o que pode interferir no sucesso da prática. Rosa (2001) afirma que em pastagens já estabelecidas deve-se aplicar o calcário com base na fertilidade do solo (resultados da análise do

solo), na superfície do terreno, após o rebaixamento do pasto ou corte da planta, de preferência no início da estação chuvosa, e promover a incorporação ao solo quando a espécie permitir.

A aplicação dos corretivos em pastagens já estabelecidas com posterior incorporação proporciona melhor contato do corretivo com as partículas do solo. Por outro lado, a incorporação em altas profundidades pode comprometer o desenvolvimento das forrageiras, em resposta aos possíveis prejuízos que as raízes podem sofrer, como ocorrido no estudo de Oliveira (2001). Este autor, trabalhando com calagem e adubação nitrogenada na recuperação de pastagem de *Brachiaria sp.*, não encontrou efeito significativo da incorporação do calcário, não havendo aumento na produção de massa forrageira em decorrência do prejuízo causado no sistema radicular das plantas e redução dos níveis de matéria orgânica no solo, apresentados nos tratamentos com incorporação.

Segundo Tisdale et al. (1993), a aplicação superficial de corretivo sem a mistura prévia com o solo não é imediatamente efetiva para corrigir a acidez do subsolo. Alguns estudos têm sugerido que são necessários de 10 a 14 anos para a elevação do pH em uma profundidade de 15 cm, quando a calagem é aplicada em superfície sem incorporação. Luz et al. (2000) ressaltam a necessidade de incorporação dos corretivos no solo, afirmando ser o preparo do solo, hoje, superficial, não proporcionando o contato ideal entre as partículas do solo e as do calcário. Os corretivos reagem principalmente pelo contato de suas partículas com as do solo; por isso, os corretivos devem ser muito bem misturados com o solo, de modo que todos os ácidos possam ser neutralizados (Volkweiss & Tedesco, 1984).

Para culturas perenes, o calcário pode ser espalhado na superfície do solo sem uma incorporação física específica ou incorporado a pequenas profundidades com ferramentas manuais utilizadas no manejo (enxadas, enxadões, entre outros) (Pavan & Oliveira 1997). Na implantação ou

estabelecimento de uma pastagem, a calagem é feita distribuindo-se o corretivo uniformemente sobre o solo para depois incorporá-lo com os implementos agrícolas. Porém, na manutenção das pastagens perenes, a prática da calagem é feita em cobertura, normalmente após um prévio rebaixamento da forrageira (Siqueira, 1986). Assim como no plantio direto, a ideal correção da acidez nas camadas superficiais e abaixo delas é um critério importantíssimo na implantação do sistema, uma vez que, com o estabelecimento das lavouras, a prática de incorporação, quando possível, deve ser bem planejada pois será essa a última oportunidade de se corrigir camadas mais profundas (Aguiar, 1998).

A questão da aplicação dos corretivos em superfície vem sendo estudada pelos pesquisadores de fertilidade de solo em sistema de plantio direto (SPD). Sá (2001) afirma que, atualmente, a sugestão é de se fazer uma calagem profunda, como no sistema convencional, no início da implantação do sistema. Este autor questiona a possibilidade de corrigir a acidez do solo sem seu revolvimento em SPD, somente com a aplicação do calcário na superfície. Um estudo desse autor, em Tibagi, PR, em Latossolo Vermelho-Escuro, comparou no SPD os tratamentos: sem calcário, calcário dolomítico em superfície (1/4 do equivalente a 2 t/ha), calcário incorporado com escarificador do tipo cruzador com 2 t/ha; calcário incorporado a 20 cm com arado de disco seguido por duas grades niveladoras (7,1 t/ha) e calcário incorporado (13,5 t/ha) com arado de aivecas na profundidade de 0-35 cm, seguido de duas grades niveladoras. As duas últimas doses foram calculadas para elevação de V a 70%. O autor obteve diferença para o pH nos tratamentos com incorporação, comparados à testemunha, afirmando que a aplicação em superfície alterou o pH significativamente até 2,5-5,0 cm, após um ano, e até 10 cm, após três anos, demonstrando sua ação no tempo. Para a saturação por bases, o autor afirma que na camada de 0-2,5 e 2,5-5,0 cm houve alteração em relação à testemunha em todos os anos de amostragem

(1992-1994 e 1996), mantendo um aumento na saturação por bases de 20% neste período.

Luz et al. (2000), estudando a incorporação do calcário em pastagem degradada de capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq), obtiveram melhores resultados quando aplicaram as doses com grade leve, com 16 discos de 16", na posição destravada, incorporando o corretivo a aproximadamente 5 cm de profundidade, alcançando 2.045,3 e 1.986,5 kg/ha de MS para incorporado e não incorporado, respectivamente.

Paulino et al. (2001), estudando o efeito da calagem em *Stylosanthes hamata* cv. Verano, mostraram que doses de 0,73 t/ha de MgO e CaO e 1,54 t/ha de calcário dolomítico, elevando para 40% e 60% a saturação por bases do solo, respectivamente, aumentaram a produção do estilosantes Verano a 8,97 e 11,12 g/vaso de MS (testemunha = 2,25 g/vaso de MS). Apenas o tratamento 4,87 t/ha de calcário dolomítico elevou o pH a 6,5, porém, demonstrando ineficiência pois a produção foi de apenas 7,86 g/vaso de MS. Isso é justificável pelo fato de que alguns tratamentos continham micronutrientes e, segundo Malavolta (1989), os micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn têm suas disponibilidades afetadas em valores de pH elevados. No estudo, a análise de regressão estimou que a dose ótima de corretivo para o estilosantes Verano foi de 2,8 t/ha de calcário.

No controle de capim-sapé (*Imperata brasiliensis* Trin.) e correção de acidez do solo, aplicando-se 0, 1, 2, 4 e 6 t/ha de calcário dolomítico com PRNT de 70%, Carvalho et al. (2000) observaram que, após 33 meses, o pH em água do Latossolo Vermelho-Amarelo elevou-se de 4,72 para 6,03 e o V de 18,8 para 66,3%. Os autores não encontraram resposta significativa para o controle da invasora, o que pode ser explicado pelo baixo teor de P no solo, 3,06 mg/dm<sup>3</sup>, que limita o desenvolvimento inicial de gramíneas, havendo competição com as invasoras por luminosidade e nutrientes. Estudos com aplicação de fertilizantes devem ser associados à utilização de corretivos. Xavier et al. (1997)

conseguiram reduzir o Al trocável de um Latossolo Vermelho-Amarelo, álico, reduzindo o teor de Al de 53,3% para 1,1% com o uso de 0,5 e 4 t/ha de calcário, respectivamente, usando uma mistura de  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ , relação 4:1, correspondendo ao valor de neutralização de 1000 kg/ha de  $\text{CaCO}_3$ . Neste estudo, a *Cratylia argentea* aumentou significativamente sua produção com aplicações de P e calcário, de 5,36 para 7,05 g/vaso de MS para a menor e maior dose de calcário, respectivamente.

A resposta do uso de calagem depende de fatores inerentes ao corretivo e que, segundo Alcard (1992), são fundamentalmente três: a dosagem adequada, o produto (características do corretivo utilizado) e a aplicação. Por outro lado, a eficiência do corretivo dependerá também da natureza e composição dos fertilizantes associados à prática de fertilização na formação e/ou manutenção da pastagem. Segundo Rossi et al. (1997), em um estudo com doses de calcário e P, a resposta às fontes de P (supertriplo e fosfato de Araxá) depende das doses de calcário. Estes autores indicaram a dose de 1,6 t/ha de calcário para o supertriplo e 0,8 t/ha para o fosfato de Araxá, como sendo a mais eficiente, uma vez que os fosfatos naturais não reativos dependem de ambiente com determinada acidez para seu melhor aproveitamento.

A respeito da densidade de perfilhos, Maya et al. (2001) afirmam que os incrementos na produção de matéria seca em pastagens podem se dar em virtude de dois processos: o aumento na densidade populacional de perfilhos e/ou da massa individual dos perfilhos.

A densidade populacional de perfilhos vem sendo apontada como determinante da produção em condições de baixas densidades. A massa por perfilhos passa a ser importante quando a população de perfilhos na pastagem é alta, caracterizando competição pela interceptação luminosa, ou quando a planta inicia desenvolvimento reprodutivo (Colvill & Marshal, 1984).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do experimento

O estudo foi conduzido durante o período de junho de 2002 a abril de 2003, nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, nas coordenadas 21° 14' 30" S e 45° 00' 10" W, com 910 m de altitude média sobre o nível do mar (FAO, 1985).

#### 3.2 Histórico, solo e clima da região

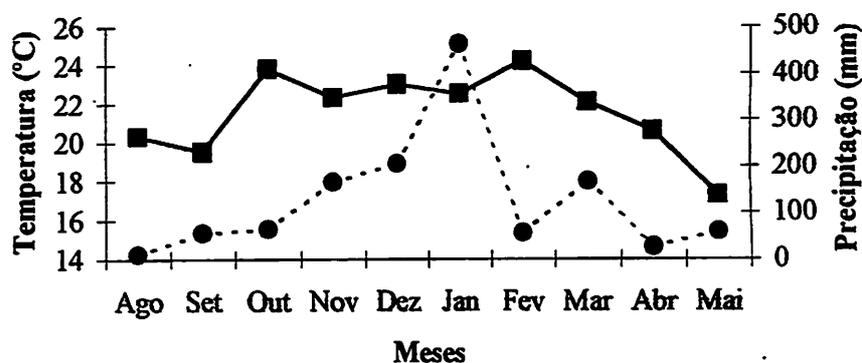
A pastagem de capim-tanzânia foi implantada em outubro de 1997. A última aplicação de calcário realizada antes do experimento aconteceu em novembro de 1999, aplicando-se calcário dolomítico para elevar a saturação por bases do solo a 60%. O solo é classificado como sendo do tipo Latossolo Vermelho Distroférico típico LVdt (EMBRAPA, 1999), argiloso, levemente ondulado.

A região de Lavras é caracterizada com o clima do tipo Cwb, subtropical por altitude, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19,4°C, com 22,1°C e 15,8°C, nos meses mais quente e mais frio, respectivamente (Vilela & Ramalho, 1979).

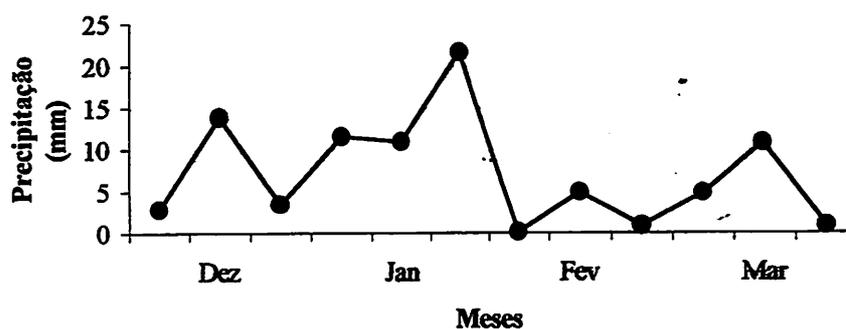
Durante o ano ocorrem duas estações bem definidas: seca (23,4 mm no mês mais seco), de abril a setembro, e chuvosa (295,8 mm no mês mais chuvoso), de outubro a março. A precipitação total anual é de 1529,7 mm (Brasil, 1969).

No período da condução do experimento, o valor total de precipitação foi de 1170,8 mm e a temperatura média, 22,48 °C. Na Figura 1 constam os valores médios mensais da precipitação e as médias diárias da temperatura. As

médias de precipitação dos decênios dos meses de dezembro de 2002 a março de 2003 encontram-se na Figura 2.



**FIGURA 1.** Representação gráfica das médias diárias de temperatura do ar, em °C, (—■—) e das médias da precipitação pluvial, em mm, (...●...), no período experimental de agosto de 2002 a maio 2003. Setor de Agrometeorologia do DEG/UFLA, Lavras, MG.



**FIGURA 2.** Representação gráfica das médias decenais de precipitação pluvial, em mm, nos três decênios dos meses de dezembro de 2002 a março de 2003. Setor de Agrometeorologia do DEG/UFLA, Lavras, MG.

### **3.3 Condução do experimento**

#### **3.3.1 Análises do solo e descrição do experimento**

Com base nos resultados das análises do solo da área experimental (Tabela 1), as doses dos corretivos foram calculadas para cada tratamento e aplicadas no dia 04 de setembro de 2002.

Ao término dos 45 dias de aplicação dos corretivos ao solo, as plantas foram cortadas uniformemente com roçadeira costal motorizada para receber a primeira de três doses de N e K e a única de  $P_2O_5$ . As demais doses foram aplicadas 42 dias antes do corte subsequente, ou seja, após o primeiro e o segundo cortes realizados para a estimativa dos parâmetros avaliados. As doses totais de fertilizantes foram 100 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio, 60 kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de superfosfato simples e 100 kg/ha de K na forma de cloreto de potássio, seguindo-se as recomendações da CFSEMG, 1999. Os cortes foram efetuados em 30/12/02, 10/02/03 e 24/03/03.

#### **3.3.2 Tratamentos**

Foram testados os seguintes fatores: elevação da saturação por bases do solo a três níveis ( $V_e = 40\%$ ,  $60\%$  e  $80\%$ ), formas de aplicação de calcário (incorporado ao solo ou não) e dois calcários dolomíticos, com PRNT de  $88,15\%$  e  $107,73\%$  (Tabela 2). Os tratamentos foram constituídos pelas combinações dos níveis dos fatores, totalizando 12 tratamentos. A incorporação do calcário foi realizada com enxadas a uma profundidade de aproximadamente 5 cm, admitindo-se que, com a ocorrência de chuvas, o corretivo alcance a profundidade de 10 cm no perfil do solo. O método utilizado para cálculo das doses em suas respectivas combinações de fatores foi o de saturação por bases, descrito pela CFSEMG (1999), seguindo-se a seguinte fórmula:

$NC = T(Ve-Va)/100$  e  $QC = NC \times SC/100 \times PF/20 \times 100/PRNT$ , na qual:

NC – necessidade de calcário (PRNT de 100% e volume de solo de 2.000.000  $dm^3$ ); Ve – saturação esperada; Va – saturação atual do solo; T – CTC a pH 7,0 e QC – quantidade de calcário; SC – cobertura vegetal em % (50% no presente estudo); PF – profundidade do solo de 0 – 20 cm (10 cm para incorporado e 5 cm para aplicação superficial); PRNT – poder relativo de neutralização total em %. As doses calculadas encontram-se na Tabela 3.

**TABELA 1.** Resultados da análise de solo antes da instalação do experimento realizada pelo Laboratório de Análises de Solo do DCS-UFLA

Análise	Valor	Classificação*
PH (em água)	5,0	Baixo
MO (dag/kg)	3,1	médio
Ca <sup>2+</sup> Cálcio trocável (cmol/dm <sup>3</sup> )	1,9	médio
Mg <sup>2+</sup> Magnésio trocável (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,4	Baixo
Al <sup>3+</sup> Acidez trocável (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,4	Baixo
Soma de Bases (cmol/dm <sup>3</sup> )	2,4	Médio
(H + Al) Acidez potencial (cmol/dm <sup>3</sup> )	5,0	Médio
(t) CTC efetiva (cmol/dm <sup>3</sup> )	2,8	Médio
(T) CTC a pH 7,0 (cmol/dm <sup>3</sup> )	7,4	Médio
(m) Saturação por alumínio %	14	Muito baixo
(V) Saturação por bases %	32,2	Baixo
P fósforo disponível (mg/dm <sup>3</sup> )	2,5	Muito baixo
K disponível (mg/dm <sup>3</sup> )	27	Baixo
P-rem (mg/L)	6,5	-

\*De acordo com a CFSEMG, 5ª aproximação (1999).

**TABELA 2.** Características químicas dos corretivos utilizados

	CaO	MgO	PN	RE	PRNT	Ca	Mg
	%						
<b>Calcário 1</b>	38,13	17,74	108,91	98,91	107,73	27,24	10,64
<b>Calcário 2</b>	36,45	15,93	98,87	89,15	88,15	26,04	9,56

Laboratório do Departamento de Química, DQI/UFLA, 2002.

**TABELA 3.** Doses dos corretivos aplicadas, em t/ha, em cada combinação dos níveis dos três fatores

PRNT	Saturação	Incorporado	Superficial
	t/ha		
	40	0,16	0,08
88,15	60	0,59	0,29
	80	1,00	0,50
	40	0,13	0,06
107,73	60	0,47	0,23
	80	0,82	0,41

### 3.3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo constituídos pelos fatores: saturação por bases, formas de aplicação e PRNT, respectivamente.

### **3.3.4 Dimensão do experimento**

As 48 parcelas foram arranjadas em 4 blocos de 240 m<sup>2</sup> cada e 144 m<sup>2</sup> de corredores. Os tratamentos foram sorteados em parcelas com dimensões de 4,0 m de largura por 5,0 m de comprimento, cultivadas com 10 linhas de capim-tanzânia espaçadas entre si por 0,40 m e com 5,0 m de comprimento. Como bordadura, desprezou-se 1 m de cada cabeceira e duas linhas de cada lado da parcela, restando uma área útil em cada parcela de 7,2 m<sup>2</sup>.

## **3.4 Variáveis analisadas**

### **3.4.1 Produção de massa verde e de MS**

Para as estimativas das produções de massa verde, em cada corte, as plantas da área útil da parcela foram ceifadas a uma altura de 0,10 m acima do solo, com cutelo, obtendo-se a massa verde total, pesada ainda no campo com balança do tipo dinamômetro, coletando-se uma amostra de aproximadamente 400 g para a determinação do teor de MS. As amostras foram mantidas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Estimou-se a produção de MS por unidade de área (kg/ha) após a correção do teor de MS a 105°C. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 30 mesh e acondicionados em sacolas plásticas para as análises de laboratório.

### **3.4.2 Densidade de perfilhos**

O número de perfilhos por área foi determinado um dia antes de cada colheita da forragem, com um quadrado de 0,4 m x 0,4 m, colocado aleatoriamente duas vezes em cada parcela sobre as linhas de capim-tanzânia.

Com as médias de duas amostras, extrapolou-se para 1,0 m<sup>2</sup>, multiplicando-se o valor obtido na contagem pelo fator 6,25.

#### **3.4.3 Peso de perfilhos**

O peso médio dos perfilhos foi obtido de uma amostra de 40 perfilhos tomados ao acaso, na forragem colhida para a determinação dos pesos secos de folha (lâmina foliar) e caule e a relação (RFC) do capim-tanzânia.

#### **3.4.4 Altura de perfilhos**

A altura de perfilhos, mensurada dentro da área útil da parcela, foi efetuada um dia antes de cada corte, medindo-se do nível do solo ao horizonte visual das folhas, com trena, em cinco pontos escolhidos ao acaso. A altura de perfilhos foi a média dessas cinco amostras.

#### **3.4.5 Relação folha/caule**

Depois de coletadas as amostras para determinação do teor de MS, 40 perfilhos representativos foram retirados da forragem colhida na área útil e separados em lâminas e caules por corte na lígula. Em seguida, as frações foram colocadas em sacos de papel, separadamente e, por fim, em estufa de circulação forçada até peso constante para a determinação da relação folha/caule com base no peso seco.

### **3.4.6 Análises da composição química da forragem**

#### **3.4.5.1 Teor de proteína bruta**

As estimativas dos teores de PB foram obtidas a partir dos teores de nitrogênio, no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO, por meio do método semi-macro Kjeldahl, descrito por Silva (1998).

#### **4.4.5.2 Teores de minerais**

Os teores de P, Ca e Mg foram determinados no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química DQI/UFLA e os teores de K no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia/UFLA, segundo o método da digestão nitro-perclórica descrito por Zaroski e Bureau (1977). Os extratos das amostras para as leituras de P foram obtidos por colorimetria, Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Braga e Defelipo (1974), e os teores de K por fotometria de chama, segundo Malavolta et al. (1989).

#### **3.4.5.3 Teores de FDN e FDA**

Os teores de FDN e FDA foram obtidos no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO, segundo o método de Van Soest (1994).

### **3.5 Análises estatísticas**

As observações obtidas foram submetidas à análise de variância e as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey (5%), utilizando-se os recursos computacionais SISVAR (Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados) (Ferreira, 1999) e recursos do pacote computacional SAS, por meio do procedimento GLM (SAS 6.11 Institute Inc., 1991). Para as variáveis

cujas interações foram significativas, procederam-se os seus desdobramentos. As análises estatísticas foram realizadas em cada um dos três cortes.

O modelo estatístico a que cada observação foi submetida consta a seguir.

### 3.5.1 Modelo estatístico

$$y_{hijk} = \mu + V_h + I_i + P_j + VI_{hi} + VP_{hj} + IP_{ij} + VIP_{hij} + r_k + e_{hijk}, \text{ sendo:}$$

$y_{hijk}$  → referente ao valor observado no nível h do fator saturação (V), no nível i do fator formas de aplicação I e no nível j do fator PRNT P, no bloco k, com k = 1, 2, 3 e 4;

$\mu$  → média dos tratamentos;

$V_h$  → o efeito do nível h do fator V, com h = 1, 2 e 3;

$I_i$  → efeito do nível i do fator I, com i = 1 e 2;

$P_j$  → efeito do nível j do fator P, com j = 1 e 2;

$VI_{hi}$  → efeito da interação do nível h do fator V, com h = 1, 2 e 3, e nível i do fator I, com i = 1 e 2;

$VP_{hj}$  → efeito da interação do nível h do fator V, com h = 1, 2 e 3, e nível j do fator P, com j = 1 e 2;

$IP_{ij}$  → efeito da interação do nível i do fator I, com i = 1 e 2, e nível j do fator P, com j = 1 e 2;

$VIP_{hij}$  → efeito da interação do nível h do fator V com o nível i do fator I e com o nível j do fator P;

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

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

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Produção de matéria seca por corte (PMS) e total (PTMS)

Para a PMS do capim-tanzânia, observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) do fator saturação por bases do solo (V) isolado, no segundo corte e da interação V x FA (forma de aplicação), no terceiro corte (Tabela 1A).

As produções obtidas, como médias dos três cortes, foram de 1.971,20 kg/ha para FA incorporado e de 1.802,62 kg/ha para aplicação superficial; para o tratamento PRNT (poder relativo de neutralização total), as médias foram de 1.846,22 kg/ha para o calcário com PRNT de 88,15% e de 1.927,60 kg/ha para o calcário com PRNT de 107,73%.

Para a PTMS, não se verificou efeito ( $P > 0,05$ ) de nenhum dos tratamentos (Tabela 1A). A produção total de matéria seca obtida no final do experimento foi de 5660,76 kg/ha.

Em cada nível dos tratamentos obtiveram-se os seguintes valores de PTMS: 5.284,65, 5.963,58 e 5.734,04 kg/ha para os tratamentos V 40%, 60% e 80%, respectivamente; 5.913,61 kg/ha para o corretivo incorporado contra 5.407,90 kg/ha para o calcário aplicado em superfície; para os níveis de PRNT, as produções totais foram de 5.538,71 para o PRNT 88,15% e 5.782,81 kg/ha para o PRNT 107,73%.

A média geral de PMS dos três cortes e saturações foi de 1887 kg/ha. As PMS observadas no presente estudo estão abaixo das encontradas por Gerdes et al. (1998), estudando o efeito de idades de corte e elevação da saturação por bases do solo a 50%, que obtiveram produção de 2,95 t/ha de MS do capim-tanzânia cortado aos 35 dias. Provavelmente, este rendimento decorreu da alta dose de corretivo aplicada ao solo, 3 t/ha de calcário dolomítico e das doses de 400 kg/ha de FOSMAG, 100 kg/ha de N e 60 kg/ha de  $K_2O$  na implantação da

pastagem, além das doses aplicadas após o primeiro corte para posteriores avaliações. Tal adubação foi substancialmente superior à empregada no presente estudo.

Observa-se, na Tabela 4, que a PMS somente foi crescente até a segunda saturação por bases (60%), no segundo corte, após o que diminuiu, não diferindo da saturação de 80%. Muitos fatores podem ter contribuído para este comportamento ocorrer apenas no segundo corte. Apesar de os índices pluviométricos neste ensaio (Figuras 1 e 2) terem sido maiores entre o primeiro e segundo cortes, eles foram ínfimos nos dias próximos a essa avaliação. Isso, segundo Lopes & Guilherme (1992), influencia na solubilidade do corretivo e na absorção dos nutrientes do solo, pronunciando-se nas diferentes saturações esperadas no segundo corte e também no terceiro, inclusive com interação V x FA significativa neste corte. Outro fato importante a comentar diz respeito ao tempo de reação do corretivo em função da época de aplicação que também influencia nas respostas obtidas, principalmente pelo fato de se utilizar calcários com granulometrias diferentes (Lopes, 1989; Alcard, 1992), havendo, possivelmente, interferência entre os resíduos dos corretivos aplicados, expressando-se nos diferentes cortes.

**TABELA 4.** Valores médios de produção de matéria seca (PMS) em kg/ha do capim-tanzânia, em função da elevação da saturação por bases (V) do solo, nos três cortes. UFLA. 2003

Saturação por bases (%)	Cortes			Média
	1º corte	2º corte	3º corte	
40	1774,06a	1585,01b	1925,55a	1761,54
60	1947,62a	1970,25a	2045,70a	1987,85
80	1869,80a	1881,20ab	1983,03a	1911,34
<b>Média</b>	1863,82	1812,15	1984,76	1886,91

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

Luz et al. (2000), apesar de não encontrarem diferenças significativas entre as saturações por bases de 40% e 80%, obtiveram produções médias de MS de *P. maximum* cv. Tobiata de 2.043,9 e 1.833,8 kg/ha, respectivamente, para o calcário calcítico. Portanto, saturações muito elevadas, em algumas espécies já estabelecidas, não são ideais para promover aumentos significativos nas produções de MS.

Apesar da 5ª aproximação da CFSEMG (1999) recomendar doses de calagem para elevar a saturação por bases a 45% para o capim-tanzânia no estado de Minas Gerais, em outras regiões do Brasil, como no estado de São Paulo, as recomendações para o estabelecimento e a manutenção de pastagens de *P. maximum* são de 60% para as cultivares mais exigentes da espécie (Werner et al., 1996). Assim, saturações acima dessa faixa possivelmente podem contribuir para a redução da disponibilidade de alguns minerais no solo, que apresentam relação inversa com o pH a partir de valores superiores a 6,5-7,0, entre eles o N, S, B, Fe, Cu, Mn e Zn (Malavolta, 1989; Alcard, 1992).

Guimarães (2000), estudando o efeito da elevação da saturação por bases em *Brachiaria humidicola* (Quicuí da Amazônia), observou efeito semelhante na produção de MS, com 18,49: 19,24: 14,50: 13,89 e 12,24 g/vaso para os tratamentos testemunha, 30%, 50%, 70% e 90% de V após 32 dias de crescimento, em um solo incubado por 40 dias em corretivo com 102% de PRNT.

Abruña et al. (1964), citados por Siqueira (1986), relataram que, em solos típicos dos trópicos úmidos de Porto Rico, o capim-elefante (*P. purpureum*), o capim-colonião (*P. maximum*) e o capim-pangola (*D. decumbens*) quase não responderam à calagem no primeiro ano, mesmo com o pH do solo próximo de 4. Entretanto, após quatro anos de intensa adubação nitrogenada, as gramíneas responderam significativamente à calagem. No presente ensaio, com capim-tanzânia, as avaliações foram realizadas em apenas três cortes em uma

única estação de crescimento; possivelmente, em avaliações posteriores alguns tratamentos, como a forma de aplicação (FA), poderiam se manifestar, promovendo efeito na variável PMS.

No terceiro corte (Tabela 5), observou-se comportamento semelhante ao ocorrido no segundo corte para o fator V aplicado superficialmente, no qual as maiores produções ocorreram na segunda saturação, possivelmente por fatores já discutidos anteriormente.

Rossi et al. (1997), estudando o efeito de fontes de P e calagem (0,0; 0,8; 1,6 e 3,2 t/ha de calcário) na produção de MS do capim-braquiarião (*B. brizantha*), efetuando cinco cortes em um período de 243 dias, encontraram maiores produções nas doses intermediárias de calcário, quando se aplicou uma fonte solúvel de fertilizante fosfatado. Para as doses de 1,6 e 3,2 t/ha, as respectivas produções foram de 11,97 e 11,63 g/vaso de MS no primeiro corte, reforçando a afirmativa de que doses muito elevadas de corretivos são prejudiciais à produção. A CFSEMG (1999) aponta, para o estado de Minas Gerais, as doses máximas de calcário a se utilizar em algumas culturas, o que permite limitar a aplicação de calcário ao solo.

**TABELA 5.** Valores médios da produção de matéria seca (PMS) em kg/ha do capim-tanzânia, em função dos níveis de saturação (V) para as duas formas de aplicação (FA) do calcário no terceiro corte

Saturação por bases (%)	Formas de aplicação		
	Incorporado	Superficial	Média
40	2178,61aA	1672,50bB	1925,55
60	2013,31aA	2078,08aA	2045,69
80	2007,16aA	1958,90abA	1983,03
<b>Média</b>	2066,36	1903,16	1984,76

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

Na menor saturação ( $V = 40\%$ ), a maior PMS ocorreu quando o calcário foi aplicado e incorporado a 5 cm de profundidade. Na conversão destes fatores, observa-se, na Tabela 3, a aplicação superficial média da dose de apenas 0,065 t/ha de corretivo, contra uma dosagem de 0,155 t/ha para o incorporado, ambas muito abaixo das doses mínimas recomendadas. Apesar disso, o calcário incorporado, na maior dose dentro da saturação estudada, foi efetivo em melhorar a PMS.

## **5.2 Densidade (DP), peso (PP) e altura de perfilhos (AP) e relação folha/caule (RFC)**

Para a DP do capim-tanzânia, o fator PRNT, no primeiro corte, mostrou-se mais efetivo ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2A). As médias de DP dos três cortes foram de 1.100,52; 1.147,21 e 1.126,04 perfilhos/m<sup>2</sup> para as saturações por bases de 40%, 60% e 80%, respectivamente; 1.117,41 e 1.131,78 perfilhos/m<sup>2</sup> para a FA incorporado e superficial.

A maior DP ocorreu com a aplicação do calcário de PRNT mais elevado (107,73%) (1.103,52 perfilhos/m<sup>2</sup>), comparado ao tratamento PRNT 88,15% (1.016,70 perfilhos/m<sup>2</sup>) (Tabela 6A).

Na classificação dos corretivos, quanto à sua reatividade, considera-se a granulometria do calcário para a determinação do seu PRNT. Assim, grânulos com diâmetros menores e com maior superfície de contato, apresentam uma reatividade mais elevada, quando comparados ao corretivo com grânulos de maior diâmetro. No presente estudo, o calcário com granulometria menor e maiores teores de CaO e MgO influenciou mais a DP do que o mais grosseiro com menor reatividade no primeiro corte.

Os valores de DP encontrados nesse estudo são superiores aos encontrados por Luz et al. (2000), que obtiveram, em seis cortes, uma média de aproximadamente 715,04 perfilhos/m<sup>2</sup>. Estes autores não encontraram diferença

para os tratamentos aplicados (calcário tradicional calcinado e elevações de saturação por bases para 40% e 80% e calcário incorporado ou não) na variável densidade de perfilhos.

Menezes et al. (2001), estudando o efeito de diferentes épocas de aplicação de N sobre a densidade e o peso de perfilhos de capim-tanzânia, não observaram efeitos para o número de perfilhos por área, com uma densidade variando, em quatro cortes, de 424 a 586 perfilhos/m<sup>2</sup>.

Souza (2003) obteve resultados superiores aos encontrados neste estudo, com uma densidade média de 1342 perfilhos/m<sup>2</sup> de capim-tanzânia sob diferentes doses de K e intervalos de cortes.

**TABELA 6.** Valores médios de densidade de perfilhos (DP) (perfilhos/m<sup>2</sup>) do capim-tanzânia, em função do PRNT nos três cortes

PRNT (%)	Cortes			Média
	1º corte	2º corte	3º corte	
<b>88,15</b>	1016,68b	1144,41a	1108,08a	1089,72
<b>107,73</b>	1103,52a	1219,93a	1154,96a	1159,47
<b>Média</b>	1060,1	1182,17	1131,52	1124,59

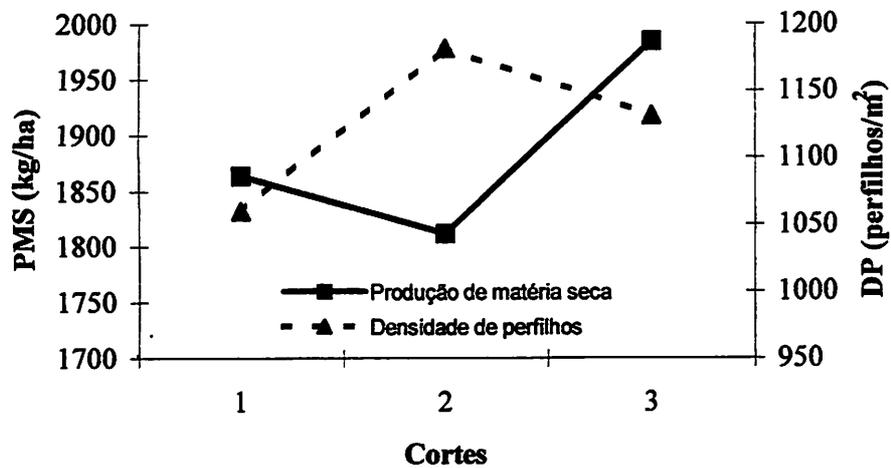
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F.

Para a variável peso de perfilhos (PP), não se verificou efeito significativo dos tratamentos aplicados ( $P > 0,05$ ) em nenhum dos três cortes (Tabela 3A). Os pesos médios dos perfilhos nos três cortes, para o tratamento V, foram de 0,35; 0,35 e 0,36 g para as saturações 40%, 60% e 80%, respectivamente; 0,40 g quando o corretivo foi incorporado e 0,35 g para o não incorporado; para o tratamento PRNT, os pesos médios de perfilhos nos três cortes foram de 0,35 e 0,36 g para os corretivos com menor e maior PRNT. Estes resultados foram semelhantes aos de Luz et al. (1998) que, além de não

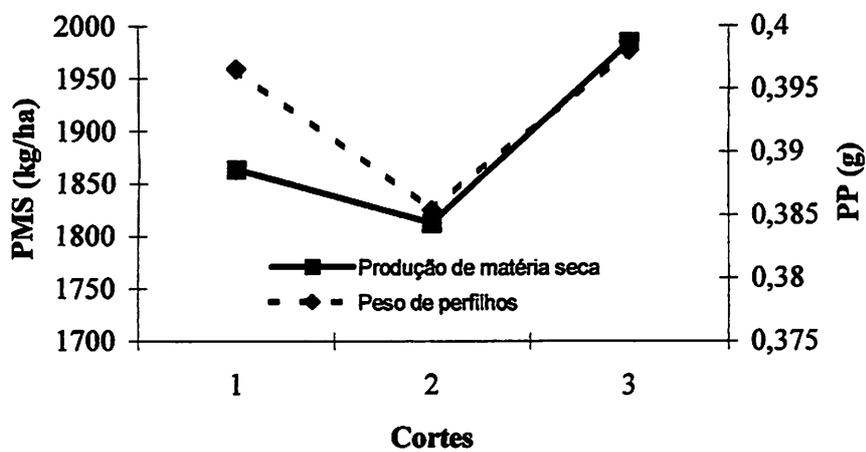
observarem efeito significativo para os tratamentos aplicados com calcário, encontraram um valor médio menor que os deste estudo, de 0,32 g/perfilho.

O peso de perfilhos é um fator determinante da produção total de MS das pastagens, havendo estudos como os de Luz et al. (2000), Maya et al. (2001) e Menezes et al. (2001) que mostram a estreita relação positiva e, muitas vezes, significativa que há entre essas variáveis, peso de perfilhos e produção de MS, ou seja, as maiores produções de MS ocorrem quando os perfilhos estão mais pesados. Já a densidade de perfilhos, em alguns casos, tem mostrado correlação inversa (negativa) com as produções de MS obtidas, de modo que as maiores densidades de perfilhos ocorrem simultaneamente com as menores produções.

Nesse estudo, por meio das médias obtidas em cada corte, pode-se observar o comportamento das variáveis produção de MS, densidade e peso de perfilhos nas Figuras 3 e 4. Esse comportamento possivelmente está associado à competição entre perfilhos pela interceptação de luz, absorção de água e nutrientes, entre outros, comprometendo, então, a produção total de MS, uma vez que as pastagens com densidades elevadas de perfilhos possivelmente apresentá-los-ão mais leves e menos vigorosos.



**FIGURA 3.** Representação gráfica do comportamento da relação entre a produção de matéria seca (PMS) e a densidade de perfilhos (DP) do capim-tanzânia, em função dos três cortes.



**FIGURA 4.** Representação gráfica do comportamento da relação entre a produção de matéria seca (PMS) e o peso de perfilhos (PP) do capim-tanzânia, em função dos três cortes.

Não se observou diferença significativa ( $P>0,05$ ) para altura de perfilhos (AP) entre os tratamentos aplicados em nenhum dos três cortes (Tabela 4A).

Nos três cortes, as médias de AP foram 29,64: 31,66 e 32,01 cm para os níveis 40%, 60% e 80% de V, respectivamente; 31,89 e 30,31 cm para a FA incorporada e em superfície e 30,20 cm para o corretivo com menor PRNT, contra 32,01 cm para o corretivo com maior PRNT. Tal como ocorreu com a PMS, observa-se que as AP obtidas neste ensaio estão abaixo das comumente encontradas na literatura. Barros (2000), estudando doses de N em capim-tanzânia estabelecido com milheto, obteve, como média geral, o valor de 59,63 cm. Para cada kg de N aplicado, o autor cita o aumento de 0,1986 cm na altura dos perfilhos dessa gramínea. A AP está associada ao manejo das pastagens, graças ao fator eliminação do meristema apical. Com intervalos de cortes mais prolongados, condições climáticas favoráveis e elevadas adubações, existe a possibilidade de elevação dos meristemas apicais e sua conseqüente decapitação, muitas vezes aumentando o surgimento de novos perfilhos pela quebra da dominância apical exercida por hormônios vegetais (Hinijosa, 2000) que são produzidos nessa região e, quando presentes, inibem a emissão de novos perfilhos. O comportamento descrito anteriormente foi verificado por Luz et al. (2000), para os quais as maiores eliminações dos meristemas ocorreram nos cortes com maior produção de MS.

Também para a relação folha/caule (RFC) não se verificaram diferenças significativas dos tratamentos aplicados ( $P>0,05$ ), em nenhum dos três cortes, indicando, portanto, não ter havido influência dos tratamentos nesta variável dentro do período estudado (Tabela 5A).

Para a nutrição animal, é desejável que ocorra o consumo de forragem pelos animais com valores de RFC superiores a 1,0. Isso implica dizer que as proporções de folhas são mais elevadas que as de caule nas plantas e, dessa forma, o alimento se apresenta mais nutritivo, por serem as folhas mais tenras e

com menos constituintes de parede celular, de menor aproveitamento pelos animais.

As médias de RFC nos três cortes para 40%, 60% e 80% de V foram iguais a 2,84; 2,90 e 2,92, respectivamente; 2,94 para o corretivo incorporado e 2,83 para o não incorporado e, para o tratamento PRNT dos calcários, as relações médias nos três cortes foram de 2,90 e 2,87, para o menor e maior PRNT. Esses resultados estão acima dos encontrados na literatura, como os obtidos por Souza (2003), cuja RFC média para a mesma gramínea foi igual a 1,81. Os mais altos valores do presente estudo decorreram do método de avaliação, uma vez que os perfilhos foram cortados no campo a uma altura aproximada de 10 cm acima do nível do solo, reduzindo, portanto, a proporção de caule da forragem colhida. Naturalmente, menores valores de caule contribuem para elevadas RFC. Já Costa et al. (2001) encontraram valores médios de RFC de  $2,90 \pm 0,97$  para *P. maximu* cv. Tobiatã em sistema de pastejo intensivo.

### 5.3 Teor de proteína bruta (PB)

Para esta variável foi verificada diferença ( $P < 0,05$ ) somente para a interação dos tratamentos FA x PRNT, no segundo corte (Tabela 6A).

Os teores médios de PB na MS do capim-tanzânia, nos três cortes, foram de 8,51%; 8,41% e 8,70% para os tratamentos respectivos de 40%, 60% e 80% de V; para FA, os teores foram equivalentes a 8,55% e 8,54% para incorporado e superficial e 8,50% para o calcário com menor PRNT, contra 8,58% para o calcário com maior PRNT.

O maior teor de PB, no segundo corte, ocorreu quando o calcário com PRNT mais elevado foi incorporado a 5 cm de profundidade (Tabela7). Isso mostra, como na PMS, o efeito da reatividade do calcário sobre os teores de PB

na MS do capim-tanzânia. Esses resultados indicam a capacidade do calcário com o maior PRNT em promover melhor disponibilidade do N no solo, quando comparado ao corretivo com menor reatividade e, conseqüentemente, menor influência na absorção dos nutrientes pelas raízes da planta.

**TABELA 7.** Valores médios dos teores de proteína bruta (PB) em % na MS do capim-tanzânia, em função dos níveis de formas de aplicação (FA) para os dois corretivos (PRNT) do calcário no segundo corte

Formas de aplicação	PRNT (%)		Média
	88,15	107,73	
Incorporado	7,74aA	8,09aA	7,91
Superficial	8,00aA	7,60bA	7,80
Média	7,87	7,84	7,85

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

A média geral de PB na MS do capim-tanzânia ao final do experimento foi de 8,54%. Este valor é satisfatório frente aos teores mínimos recomendados para a dieta de ruminantes, variando entre 6% – 7%, requeridos para suprir as exigências das bactérias ruminais, uma vez que abaixo desses valores há uma alteração na fermentação ruminal (Silva, 1998; Aguiar, 1998).

Belarmino (2001), elevando a saturação por bases do solo a 60% e utilizando doses crescentes de adubação nitrogenada (0, 100 e 200 kg/ha de N) e colheita da forragem aos 68, 48 e 48 dias de idade, determinou os respectivos teores de 8,72%, 7,60% e 13,78% de PB na MS do capim-tanzânia. Estes valores foram mais elevados do que os obtidos no presente estudo, possivelmente pelas doses de N aplicadas.

Kawatoko et al. (2000) obtiveram um teor médio de 6,7% de PB na MS de *B. decumbens* aos 49 dias de idade, elevando a saturação por bases do solo a 60%, com adubação de 100 kg/ha de N, contra um teor de 5,8% na saturação de 41% sem adubação nitrogenada, mostrando, portanto, a elevação deste teor com os aumentos da adubação nitrogenada e das doses de calcário aplicados ao solo.

Infere-se, dessa forma, que práticas capazes de aumentar a quantidade de N disponível no solo às forrageiras, como a calagem associada à adubação nitrogenada, são fatores determinantes para se atingir altas produções de MS com elevados teores de PB.

O PRNT mais elevado do calcário, quando incorporado, proporcionou maior teor de PB, possivelmente por causa do tempo de reação do corretivo, como discutido no item densidade de perfilhos. A incorporação, para a variável em estudo, apresentou melhores resultados, principalmente pelo maior contato do corretivo com as partículas do solo. Ferrari Neto (1991) obteve maiores teores de N na planta para os tratamentos com calagem, avaliando o capim-colômbia sob a técnica do elemento faltante em latossolo da região noroeste do Paraná [testemunha; completo (macronutrientes + B, Cu e Zn); completo + calagem; completo menos cada macronutriente e completo menos todos os micronutrientes], elevando a saturação por bases do solo a níveis de 60%.

#### 5.4 Teor de fósforo (P)

Para os teores de P na MS do capim-tanzânia, somente se observou diferença ( $P < 0,01$ ) para a interação V x FA no segundo corte (Tabela 7A). As médias dos teores de P nos três cortes foram de 0,24%; 0,24% e 0,24% para as saturações por bases (V) de 40%, 60% e 80%, respectivamente; 0,25% e 0,24% para o tratamento FA incorporado e superficial e para os corretivos com PRNT de 88,15% e 107,73%, as médias foram de 0,25 e 0,24%.

Os teores de P encontrados neste estudo estão acima dos recomendados pelo NRC (1976), considerando as exigências de 1,8 g de P por kg de MS para bovinos em pastejo.

No desdobramento da interação V x FA (Tabela 8), comparando-se os níveis de saturação por bases dentro da forma de aplicação no segundo corte, observa-se que o maior teor de P na MS do capim-tanzânia ocorreu na saturação de 40% para o corretivo aplicado superficialmente. Verifica-se, neste caso, um comportamento decrescente dos teores de P à medida que se eleva a saturação por bases do solo quando o corretivo é aplicado superficialmente.

**TABELA 8.** Valores médios dos teores de fósforo (P) em % na MS do capim-tanzânia, em função dos níveis da saturação por bases (V) para as formas de aplicação (FA) do calcário, no segundo corte

Saturação por bases (%)	Formas de aplicação		Média
	Incorporado	Superficial	
40	0,25aB	0,32aA	0,28
60	0,32aA	0,24abB	0,27
80	0,30aA	0,23bA	0,26
<b>Média</b>	0,28	0,26	0,27

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

Relacionando esses resultados com os dados de produção de MS, do segundo corte (Tabela 4), em função da saturação por bases, isolada, pode-se perceber que as maiores produções ocorreram nas saturações de 60% e 80% e simultaneamente a elas, os menores teores de P.

Isso possivelmente ocorreu como consequência das maiores produções de MS obtidas em decorrência da elevação das saturações por bases do solo, uma vez que, sendo o P um elemento pouco móvel no solo, sua absorção pela

planta não acompanha o acúmulo ou aumento das produções de MS, diminuindo, então, sua concentração na quantidade total de MS produzida (efeito de diluição). Isso geralmente ocorre com elevadas adubações nitrogenadas, idades de corte, entre outros, como os fatores descritos por Pinto et al. (2000), submetendo o capim-tanzânia a três doses crescentes de N e por Aguiar et al. (2000), estudando as idades de corte de 15, 30, 45, 60 e 75 dias do capim-furachão (*Panicum repens* L.). Nesses estudos foram relatadas reduções nos teores de P de ambas as forrageiras com o aumento das doses de N e idades de corte. Gonçalves et al. (2000), estudando níveis de calagem em *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, encontraram teores de P de 0,12%; 0,13%; 0,15%; 0,13% e 0,13%, para as doses de 0, 300, 600, 900 e 1.200 kg/ha de calcário dolomítico e produções crescentes de MS em resposta às doses aplicadas do corretivo.

Ainda, no desdobramento, estudando agora as FA dentro de cada nível de V, pode-se inferir que, para V igual a 40%, os maiores teores de P ocorreram quando o corretivo foi aplicado superficialmente, ou seja, onde foram aplicadas menores doses de calcário e, conseqüentemente, obtiveram-se as menores PMS. Em contrapartida, para V igual a 60%, os maiores teores de P foram resultantes da aplicação do corretivo incorporado a 5 cm de profundidade do solo, ou seja, para uma maior dose de calcário. Esses resultados indicam que, para a saturação de 60%, a melhor forma de utilização da calagem, para teor de P na MS, ocorre quando se aplica o corretivo incorporando-o a 5 cm do solo, possivelmente por contribuir com a disponibilidade do P no solo. Isto porque que utilizou-se uma fonte solúvel desse elemento, sendo esta mais responsiva às práticas de calagem do que as fontes não reativas que, de alguma forma, necessitam de certa acidez para se tornarem solúveis (Rossi et al., 1997).

Caramori (2000) observou, em estudo com doses e fontes de P em capim-tanzânia elevando ou não, a saturação por bases do solo a 50%, com um

corretivo de PRNT 100%, que, para a fonte hiperfosfato natural de Gafsa, os maiores teores de P ocorreram quando da ausência da calagem e, em geral, os maiores teores do elemento ocorreram quando a gramínea foi adubada com a fonte solúvel (superfosfato triplo), na presença da calagem.

### 5.5 Teor de potássio (K)

Detectou-se efeito ( $P < 0,05$ ) no teor de K na MS do capim-tanzânia, no primeiro corte, para o tratamento FA e as interações V x PRNT e FA x PRNT (Tabela 8A). As médias dos teores de K nos três cortes foram de 1,58%; 1,49% e 1,48% para os tratamentos 40%, 60% e 80% de V, respectivamente; para o tratamento FA, as médias foram de 1,47% para o corretivo incorporado contra 1,57% para o corretivo aplicado superficialmente e 1,55% e 1,48% para os corretivos com menor e maior PRNT.

No desdobramento da interação V x PRNT (Tabela 9), observa-se que a elevação das saturações por bases proporcionada pelo calcário com menor PRNT ocasionou em maiores teores de K na MS, de modo que o maior teor de K (1,68%) ocorreu em V igual a 40%.

**TABELA 9.** Valores médios dos teores de potássio (K) em % na matéria seca do capim-tanzânia, em função dos níveis da saturação por bases (V), para os corretivos (PRNT) no primeiro corte

Saturação por bases (%)	PRNT (%)		Média
	88,15	107,73	
40	1,68aA	1,34aB	1,51
60	1,40bA	1,46aA	1,43
80	1,37bA	1,44aA	1,40
<b>Média</b>	1,48	1,41	1,44

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

Belarmino (2001) afirma que o  $K^+$  é um elemento facilmente lixiviado no solo, não permanecendo disponível na solução por um período prolongado de tempo.

No solo, quase a totalidade do K encontra-se na forma trocável, não havendo minerais que possam armazená-lo para uma posterior liberação, resultando na necessidade de parcelamento das doses do elemento a serem aplicadas em pastagens para que não haja perdas por lixiviação (Sanzonowicz, 1986).

O declínio dos teores de K com o aumento das doses de calcário ocorreu pela competição com outros cátions introduzidos no sistema com a calagem, entre eles o Ca e o Mg. Malavolta (1980) afirma haver uma interação entre Ca e K, apresentando assim uma inibição competitiva de absorção na membrana plasmática.

Na classificação descrita por Vale et al. (1998), o K é o quarto elemento na preferência de adsorção pelos colóides do solo e, segundo Lopes (1984), além dessa adsorção ser fraca, a sua movimentação no solo é muito lenta, geralmente ocorrendo por difusão. Desta forma, possivelmente, com as doses crescentes de corretivo e sua posterior liberação dos sítios de troca para a solução do solo, a quantidade de  $K^+$  absorvida pode ter sido inferior à do elemento disponibilizado, ocorrendo assim a perda do mesmo pela lavagem do solo ao longo do perfil.

No desdobramento da interação FA x PRNT (Tabela 10), pode-se observar que o calcário com PRNT de 88,15%, aplicado em superfície, foi o que promoveu o maior teor de K na MS do capim-tanzânia no primeiro corte.

O teor médio geral de K de 1,51%, obtido neste estudo, está dentro dos limites apontados por Ferrari Neto (1991) como sendo ideal para a obtenção de alta produção. Este autor encontrou teores menores de K na MS do capim-colônião (*Panicum maximum* Jacq.) cortado aos 40 dias, quando foram aplicados os tratamentos calagem ( $V_c = 60\%$ ) (1,0%) e ausência de Ca (1,1%) e Mg

(1,0%), comparados com a testemunha (2,2%). Os menores teores de K na MS do capim-colonião ocorreram na ausência de K (0,6%).

Guimarães (2000) verificou comportamento semelhante ao obtido neste estudo, em que os teores de K na MS das folhas de *Echinochloa pyramidalis*, *E. polystachia*, *Brachiaria mutica* e *B. humidicola* diminuíram com o aumento das saturações por bases de 0%, 30%, 50%, 70% e 90%.

**TABELA 10.** Valores médios dos teores de potássio (K) na MS em % do capim-tanzânia, em função dos níveis de formas de aplicação (FA) para cada nível de calcário (PRNT), no primeiro corte

Formas de Aplicação	PRNT (%)		
	88,15	107,73	Média
Incorporado	1,35bA	1,41aA	1,38
Superficial	1,62aA	1,43aB	1,53
Média	1,49	1,42	1,46

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

### 5.6 Teor de cálcio (Ca)

O tratamento FA ( $P < 0,05$ ), isolado e a interação V x PRNT ( $P < 0,01$ ), no primeiro corte, bem como as interações FA x PRNT e V x FA x PRNT ( $P < 0,05$ ), no terceiro corte, influenciaram os teores de Ca na MS do capim-tanzânia (Tabela 9A).

As médias dos teores de Ca nos três cortes para os tratamentos 40%, 60% e 80% de V foram de 0,68%; 0,69% e 0,70%, respectivamente, e 0,70% e 0,69% para os corretivos com menor e maior PRNT.

Para o fator FA, no primeiro corte (Tabela 11), pode-se verificar que os maiores teores de Ca ocorreram quando o corretivo foi aplicado e incorporado a

5 cm de profundidade. Este efeito já era esperado, uma vez que os corretivos utilizados apresentam certa quantidade de CaO em sua composição (Tabela 2), ocasionando efeito mais pronunciado para o corretivo incorporado já que as doses aplicadas foram maiores. De modo contrário, observa-se, ainda na Tabela 10, que os maiores teores de K ocorreram quando o corretivo foi aplicado superficialmente sobre o solo, destacando-se, mais uma vez, o efeito de competição entre os elementos avaliados.

**TABELA 11.** Valores médios dos teores de cálcio (Ca) em % na MS do capim-tanzânia, em função das formas de aplicação do corretivo (FA) nos três cortes

Formas de Aplicação	Cortes			Média
	1º corte	2º corte	3º corte	
Incorporado	0,78a	0,66a	0,64a	0,69
Superficial	0,73b	0,66a	0,64a	0,67
Média	0,75	0,66	0,64	0,68

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

Ainda no primeiro corte (Tabela 12), observa-se que os maiores teores de Ca ocorreram na segunda e terceira saturações, 0,82% e 0,79%, respectivamente. Guimarães (2000) relata comportamento semelhante de quatro forrageiras tropicais (*Echinochloa pyramidalis*, *E. polystachia*, *Brachiaria mutica* e *B. humidicola*), encontrando respostas quadráticas e/ou lineares dos teores de Ca a diferentes V do solo.

Gonçalves et al. (2000) determinaram teores de Ca de 0,39%; 0,41%; 0,51%; 0,52 e 0,54% na MS de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina em resposta às respectivas doses de 0, 300, 600, 900 e 1.200 kg/ha de calcário dolomítico

com PRNT de 100%. Analisando-se as produções de MS em função das saturações por bases no primeiro corte (Tabela 4), observa-se que o teor de Ca comportou-se semelhantemente às produções de MS, indicando que as maiores produções de MS do capim-tanzânia podem estar associadas à elevação dos teores de Ca no solo.

Em média, os maiores teores de Ca ocorreram sob PRNT mais baixo, possivelmente pela maior dose aplicada desse corretivo, quando comparado ao corretivo com PRNT mais elevado, mesmo tendo maiores teores de CaO e maior reatividade.

**TABELA 12.** Valores médios dos teores de cálcio (Ca) em % na MS do capim-tanzânia, em função dos níveis de saturação por bases (V), para cada nível de PRNT, no primeiro corte

Saturação por bases (%)	PRNT (%)		Média
	88,15	107,73	
40	0,67bA	0,79aA	0,73
60	0,82aA	0,72aA	0,77
80	0,79aA	0,76aA	0,78
<b>Média</b>	0,76	0,75	0,76

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

Paula et al. (2000), elevando V do solo para 60%, obtiveram um teor de 0,76% de Ca na MS do capim-napier (*Pennisetum purpureum* Schum.), utilizando a relação Ca:Mg no corretivo de 2:1 ( $\text{CaCO}_3:\text{MgCO}_3$ ), teor aproximado aos encontrados no presente ensaio, na primeira avaliação.

Pode-se verificar, mais uma vez, que os teores de K (Tabela 9) apresentam comportamento inverso aos de Ca na MS do capim-tanzânia, na mesma época e sob os mesmos tratamentos, ou seja, enquanto os teores de K

diminuem com a elevação de V dentro do PRNT 1, neste caso, os teores de Ca aumentam. Faquin et al. (1995) observaram que o maior teor de Ca na MS de *B. brizantha* cv. Marandu (1,74%) ocorreu na ausência da aplicação de K, quando da elevação de V do solo a 60%, com calcário dolomítico calcinado. No mesmo estudo, percebe-se que, na ausência de calagem, ocorreram os menores teores de Ca (teor médio de 0,36%) na MS do capim-marandu, mostrando, dessa forma, que a adição de calcário no solo é prática necessária para promover aumento nos teores de Ca na MS das plantas forrageiras.

Souza (2003) encontrou teores decrescentes de Ca na MS do capim-tanzânia quando adubado com doses crescentes de K, com redução de 0,00047% de Ca para cada kg de K<sub>2</sub>O aplicado.

No desdobramento da interação V x FA x PRNT, no terceiro corte (Tabela 12), estudando-se o fator V dentro do PRNT 2, quando o calcário foi incorporado ao solo, observa-se que os menores teores de Ca ocorreram nas saturações mais elevadas. Semelhantemente ao ocorrido no primeiro corte, na terceira avaliação, os menores teores de Ca dentro do PRNT 2 ocorreram nas saturações mais elevadas, em que as produções de MS foram maiores, mostrando-se diferentes somente agora, em função dos diferentes corretivos utilizados. Uma média menor para o calcário com PRNT de 107,73% foi constatada quando o calcário foi incorporado.

Os teores de Ca diminuíram ao longo das avaliações, em decorrência da absorção pela planta, perda no perfil do solo, não reposição do mesmo, entre outros fatores.

Para a saturação de 60%, ainda dentro do nível incorporado, o maior teor de Ca ocorreu sob o calcário com PRNT de 88,15%, com média de 0,69% contra 0,55% de Ca no calcário com PRNT de 107,73%. Novamente, destaca-se o efeito residual do corretivo com menor reatividade, ou seja, no momento mais distante de sua aplicação (terceira avaliação), a sua ação residual propiciou

substancial efeito em V igual a 60%, em que os maiores teores de Ca ocorreram quando foi utilizado calcário com menor PRNT. Em contrapartida, quando o corretivo foi aplicado superficialmente, o fator PRNT dentro de V de 80%, o calcário com PRNT de 107,73% proporcionou maior teor de Ca do que o calcário com PRNT mais baixo, no terceiro corte. Isso indica que, em doses mais elevadas do corretivo aplicado em superfície, o PRNT com maior reatividade promove aumento nos teores de Ca na MS do capim-tanzânia.

**TABELA 13.** Valores médios dos teores de cálcio (Ca) em % na MS do capim-tanzânia em função dos tratamentos saturação por bases (V), formas de aplicação FA e PRNT, no terceiro corte.(V dentro de cada nível de FA e PRNT)

Formas de aplicação	Saturação por bases (%)	PRNT (%)		
		88,15	107,73	Média
Incorporado	40	0,62aA	0,67aA	0,64
	60	0,69aA	0,55bB	0,62
	80	0,70aA	0,63abA	0,66
	<b>Média</b>	0,67	0,61	0,64
Superficial	40	0,66aA	0,66aA	0,66
	60	0,61aA	0,62aA	0,61
	80	0,61aB	0,70aA	0,65
	<b>Média</b>	0,62	0,66	0,64

Dentro de cada nível de FA, letras iguais minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

### 5.7 Teor de magnésio (Mg)

No primeiro corte, observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para FA e para as interações V x FA x PRNT, V x FA e V x PRNT sobre o teor de Mg na MS do capim-tanzânia (Tabela 10A).

No segundo corte, somente o tratamento FA foi efetivo ( $P < 0,01$ ) em alterar os teores de Mg na MS do capim-tanzânia. As médias dos teores de Mg obtidas nos três cortes foram de 0,38%; 0,39% e 0,40% para V do solo de 40%, 60% e 80% e 0,39% para o calcário com PRNT de 88,15% e PRNT de 107,73%.

No desdobramento da interação tripla, no primeiro corte (Tabela 14), estudando-se V em cada nível de FA e PRNT, verifica-se que o teor de Mg em V igual a 40%, no PRNT 1, foi inferior aos demais, quando o corretivo foi aplicado superficialmente ao solo sem incorporação. Observa-se ainda que o maior teor de Mg em V igual a 40% e calcário aplicado superficialmente ocorreu no PRNT 2, com 0,34% versus 0,22% para o PRNT 1.

**TABELA 14.** Valores médios dos teores de magnésio (Mg), em %, na MS do capim-tanzânia, em função dos tratamentos saturação por bases (V), formas de aplicação (FA) e PRNT, no primeiro corte (V dentro de cada nível de FA e PRNT)

Formas de aplicação	Saturação por bases (%)	PRNT (%)		Média
		88,15	107,73	
Incorporado	40	0,38aA	0,36aA	0,37
	60	0,37aA	0,35aA	0,36
	80	0,34aA	0,35aA	0,34
	Média	0,36	0,35	0,35
Superficial	40	0,22bB	0,34aA	0,28
	60	0,36aA	0,30aA	0,33
	80	0,34aA	0,37aA	0,35
	Média	0,30	0,33	0,32

Dentro de cada nível de FA, letras iguais minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Quando aplicada em superfície, a dose do corretivo é reduzida em até  $\frac{1}{4}$  do total a ser aplicado numa camada de 0-20 cm. Assim, para os teores de Mg na

MS do capim-tanzânia, quando o corretivo foi aplicado em superfície, na primeira avaliação, percebe-se o efeito do calcário com maior reatividade e maior concentração de MgO, sobre aquele com menor PRNT. Refletindo nos teores de Mg, ou seja, em pequenas doses, as maiores respostas para a variável em estudo ocorrem quando se aplica o corretivo com maior reatividade e maiores teores de CaO e MgO. Da mesma forma, considerando-se os valores de V, doses mais elevadas de calcário são capazes de promover o aumento dos teores de Mg na MS do capim-tanzânia, comportamento este semelhante ao reportado por Guimarães (2000), quando os teores de Mg na MS de quatro forrageiras tropicais aumentaram com a elevação dos valores de V dos solos.

No estudo de FA dentro de cada nível de V e PRNT (Tabela 15), observa-se no menor valor de V, dentro do PRNT 1, que o corretivo incorporado elevou o teor de Mg na MS do capim-tanzânia para 0,38% contra 0,22% para a FA superficial.

**TABELA 15.** Valores médios dos teores de magnésio (Mg) em % na MS do capim-tanzânia, em função dos tratamentos saturação por bases (V), formas de aplicação (FA) e PRNT, no primeiro corte (FA dentro de cada nível de V e PRNT)

Saturação por bases (%)	Formas de aplicação	PRNT (%)		
		88,15	107,73	Média
40	Incorporado	0,38a	0,36a	0,37
	Superficial	0,22b	0,34a	0,28
	Média	0,30	0,35	0,32
60	Incorporado	0,37a	0,35a	0,36
	Superficial	0,36a	0,30a	0,33
	Média	0,36	0,32	0,34
80	Incorporado	0,34a	0,35a	0,34
	Superficial	0,34a	0,37a	0,35
	Média	0,34	0,36	0,35

Dentro de cada nível de V, letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Ferrari Neto (1991) registrou um teor de Mg de 0,5% na MS do capim-colônião quando aplicou calcário, valor superior aos encontrados neste estudo, possivelmente pelo baixo teor de Mg no solo antes da calagem (0,4 cmol/dm<sup>3</sup>, Tabela 1). Gonçalves et al. (2000) obtiveram teores de Mg na MS do capim-andropogon crescentes até a dose de 600 kg/ha de calcário dolomítico, a partir da qual as doses de 900 e 1.200 kg/ha foram responsáveis por menores teores desse elemento na MS da forragem colhida.

Para a FA (Tabela 16), o comportamento dos teores de Mg varia de maneira semelhante aos teores de Ca. Guimarães (2000) verificou o mesmo comportamento dos teores de Ca e Mg na MS das forrageiras estudadas nos crescentes valores de V, inclusive o comportamento antagônico entre os teores de Mg e K verificados também por Faquin et al. (1995), quando os maiores teores de Mg na MS de *B. brizantha* e *A. gayanus* ocorreram na ausência de K, com 1,18% e 0,73%, respectivamente, aos 208 dias após a semeadura; já nos tratamentos com calagem (Ve = 60%), os teores de Mg na MS das duas espécies foram de 0,55% e 0,15%.

**TABELA 16.** Valores médios dos teores de magnésio (Mg) em % na MS do capim-tanzânia, em função da forma de aplicação (FA) nos três cortes

Formas de aplicação	Cortes			Média
	1º corte*	2º corte**	3º corte	
Incorporado	0,36a	0,42a	0,42a	0,40
Superficial	0,33b	0,38b	0,41a	0,37
Média	0,35	0,40	0,41	0,39

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (\*P>0,05 e \*\*P>0,01).

## 5.8 Teores de fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA)

Não se observou efeito ( $P>0,05$ ) de nenhum dos tratamentos sobre os teores de FDN na MS do capim-tanzânia nos três cortes realizados (Tabela 11A), portanto, esses teores são independentes dos tratamentos aplicados.

As médias de FDN dos três cortes foram 78,05%; 78,1% e 77,76% para as saturações 40%, 60% e 80%, respectivamente; 77,8% para o calcário incorporado e 78,14% quando o mesmo foi aplicado superficialmente, ao passo que os valores de FDN foram 78,14% para o corretivo com 88,15% de PRNT contra 77,80% para o de 107,73% de PRNT. A média geral dos teores de FDN, neste experimento, foi de 77,97% na MS, superior aos valores encontrados por Souza (2003), que obteve um teor médio de aproximadamente 75% quando o capim-tanzânia foi cortado no intervalo de corte de 6 semanas.

O teor de FDN na MS das forrageiras é influenciado substancialmente pela idade das plantas, uma vez que, com o avanço da idade, as paredes das células vegetais tornam-se mais resistentes à degradação. As variações ocorrem também em função das épocas de avaliação, como apontam os resultados de Moraes et al. (1998), quando os teores de FDN ao longo do ano foram menores na época das águas, comparados aos resultados das demais épocas do ano.

Em alguns estudos com o capim-tanzânia (Belarmino, 2001), pode-se observar, ainda, que a adubação com P e N altera os valores de FDN, com efeito decrescente para o N e crescente para o P quando se aumenta substancialmente a dose de fertilizantes aplicada. Isso foi observado por Kawatoko (2000), estudando doses de calcário, N e Zn em *B. decumbens* Stapf.

Também para os teores de FDA na MS do capim-tanzânia não se detectou efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos aplicados, nos três cortes (Tabela 12A), sendo, porém, significativo o efeito de bloco nos três cortes.

As médias dos teores de FDA na MS do capim-tanzânia, nos três cortes, foram de 38,07%; 38,43% e 38,26% para as saturações de 40%, 60% e 80% respectivamente; 38,36% e 38,15% para corretivos incorporado e superficial e 38,25% e 38,26% para corretivos com 88,15% e 107,73% de PRNT. A média geral dos teores de FDA para este experimento foi de 38,25%, valor este abaixo dos encontrados por Souza (2003), no intervalo de corte de 6 semanas.

Diferentemente dos teores de FDN, o teor de FDA na MS do capim-tanzânia aparentemente cresce com a elevação das doses de N e P, conforme Barros (2000) e Belarmino (2001).

## 6 CONCLUSÕES

As maiores produções de MS ocorreram na saturação por bases do solo de 60%. Em geral, quando o corretivo é aplicado e incorporado ao solo verifica-se o aumento na produção de MS, principalmente na saturação por bases de 40%. Esses incrementos também são verificados no corretivo com maior poder relativo de neutralização total.

A densidade de perfilhos foi maior no corretivo com poder relativo de neutralização total de 107,73%.

As maiores produções de MS estão associadas às menores densidades de perfilhos e a plantas mais pesadas.

As variáveis peso e altura de perfilhos, relação folha/caule, teores de FDN e FDA foram indiferentes aos tratamentos aplicados durante o período de avaliação.

Os teores de P e K diminuíram com o aumento das doses de calcário. Já os teores de PB, Ca e Mg, em geral, aumentaram com o aumento das doses dos corretivos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

AGUIAR, R. S.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C. Produção e composição químico-bromatológica do capim-furachão (*Panicum repens* L.) sob adubação e diferentes cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 325-333, mar./abr. 2000.

ALBERONI, R. B. **Hidroponia, como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo.** São Paulo: Nobel, 1998. 102 p.

ALCARD, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas.** São Paulo: ANDA. 1992. 26 p. (Boletim Técnico, 6).

ANDRADE, I. F.; ARRUDA, M. L. R.; BARUQUI, F. M. Recomendação e prática de adubação e calagem em pastagens para região sudeste do Brasil. In: Simpósio sobre calagem e adubação de pastagem, 1., 1986, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 6-9.

ARA, M.; TOLEDO, J. **Fertilización de pasturas en Pucallpa, Peru.** Pastos tropicales. Cali, 1979. 9 p. (Boletín Informativo, 1).

BARROS, C. O. **Produção e qualidade da forragem do capim-tanzânia estabelecido com milho, sob três doses de nitrogênio.** 2000. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 113, p. 73-85, jan./fev. 1974.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. **Normais climatológicas** (MG, ES, RJ). Rio de Janeiro: MA, 1969. 99 p.

BELARMINO, M. C. J. **Rendimento e qualidade de forragem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1 em função da aplicação de superfosfato simples e sulfato de amônio.** 2001. 93 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BODDEY, R. M.; SCHUNKE, R. M.; SOUSA, M. T.; VALLE, L. S.; OLIVEIRA, O. C.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Nutrient cycling in *Brachiaria* pastures: The key to understanding the process of pasture decline? In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília. **Anais...** Brasília, 2000. CD-ROM

BONFIM, E. R. P.; PINTO, J. C.; BONFIM, M. A. D.; ALMEIDA, O. C.; SOARES, K. R. Efeito do tratamento físico associado à adubação na recuperação de pastagem degradada de braquiária. 2: Teores de cálcio e fósforo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

CARAMORI, T. B. A. **Acúmulo de fósforo e crescimento de tanzânia-1 em função de fontes e níveis de fósforo e calagem, em dois latossolos de Dourados-MS.** 2000. 62 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.

CARRIEL, J. M.; MONTEIRO, F. A.; COLOZZA, M. T. Calagem num podzólico vermelho-amarelo para o cultivo de três gramíneas forrageiras. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 52, n. 1, p. 1-8, 1995

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; FREITAS, V. P.; VERNEQUE, R. S. Correção da acidez do solo e controle do capim-sapé. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa.. v. 29, n. 1, p. 33-39, jan./fev. 2000.

COLVILL, K. E.; MARSHAL, C. Tiller dynamics and assimilate partitioning in *Lolium perenne* with particular reference to flowering. **Annals of Applied Biology**, Warnick, v. 104, n. 3, p. 543-557, 1984

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

CORAZZA, E. J.; BROSSARD, M.; DIAS, V. C. Características químicas dos solos sob pastagem de baixa produtividade: contribuição para uma abordagem regional no Cerrado. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília. **Anais...** Brasília, 2000. CD-ROM.

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

COSTA, N. A.; BRAGA, C. M.; VEIGA, J. B. MOURA, L. O. Avaliação de pastagem de cv. Tobiatã (*Panicum maximum* BRA 001503) em sistema de pastejo intensivo. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 23, n. 3, p. 12-21, Oct./dic. 2001.

COSTA, K. A. P.; GUIMARÃES, T. E. R.; OLIVEIRA, I. P. de; FRANÇA, A. F. S.; BORJAS, A. L. R. Avaliação da acidez residual do solo sob cultivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.

EUCLIDES, V. P. B. **Produção de carne em pasto**. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: NEFOR, 2002. p. 145-192.

EUCLIDES, V. P. B. **Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum***. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FELAQ, 1995. p. 21-58.

FAQUIN, V.; CURI, N.; MARQUES, J. J. G. S.; TEIXEIRA, W. G.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, D.; CARVALHO, M. M. Limitações nutricionais para gramíneas forrageiras em cambissolo álico da microrregião Campos da Mantiqueira-MG, Brasil. Nutrição em macro e micronutrientes. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 17, n. 3, p. 17-22, oct./dic. 1995.

FERRARI NETO, J. **Limitações nutricionais para o colônio (*Panicum maximum* Jacq.) e braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) em latossolo da região Noroeste do estado do Paraná**. 1991. 126 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, D. F. SISVAR. **Sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Dados agroclimatológicos para a América Latina y el Caribe**. Rome:FAO, 1985. (Producción y protección vegetal, 24).

FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M. Adubação de milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2001. p. 53-83.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; FERREIRA, T. A.; ALCÂNTARA, P. B.; BEISMAN, D. A. Produção de matéria seca e algumas características morfológicas de três capins em três idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. CD-ROM.

GONÇALVES, C. A.; COSTA, N. L.; RODRIGUES, A. N. A. Efeito da calagem sobre o rendimento de forragem e composição química de *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.

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. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

HINIJOSA, G. F. **Auxinas: introdução aos hormônios vegetais**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 15-55.

HYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and soil fertility in grazed pasture ecosystem. **Advances in agronomy**, New York, v. 49, p. 119-1993.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 21-58.

KAWATOKO, M.; ISEPON, O. J.; FERNANDES, F. M. Efeito da aplicação de calcário, nitrogênio e zinco sobre a produção e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf., em solo de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado"**. Piracicaba: Potafos, 1984. 162 p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado. Manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo: ANDA, 1992. p. 1-16. (Boletim Técnico, 5)

LOPES, H. O. S. **Suplementação de baixo custo para bovinos**. Brasília: EMBRAPA, 1998. 107 p.

LUZ, P. H. C.; BRAGA, G. J.; HERLING, V. R.; LIMA, C. G. Efeitos de tipos, doses e incorporação de calcário sobre características agronômicas do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. CD-ROM.

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

MACEDO, M. C. M. Pastagem no ecossistema Cerrados: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ. 1995. p. 28-62.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. ed. São Paulo: Ceres, 1989. 292 p.

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

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: PATAFOS, 1989. 201 p.
- MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V. **Análise química do solo para fins de fertilidade: manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas**. 2. ed. Curitiba: UFPR, 2003. 123 p.
- MAYA, F. L. A.; CABRAL, S. B.; SANTOS, P. M.; CORSI, M. Determinantes da produção de matéria seca ao longo do estabelecimento do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.): Densidade populacional de perfilhos x massa por perfilho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K. **Nutrição Animal**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1974. 550 p.
- MENEZES, M. J. T.; MARTHA JUNIOR, G. B.; PENATI, M. A.; QUEIROZ NETO, F.; CORSI, M. Efeito da época de adubação nitrogenada do capim Tanzânia irrigado após desfolha sobre peso e número de perfilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM
- MITIDIERI, F. J. **Respostas de cinco gramíneas forrageiras a níveis de calcário em um latossolo vermelho-escuro**. 1995. 137 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- MONTEIRO, F. A. Nutrição mineral e adubação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 219-244.
- MORAIS, M. G.; BORGES, A. L. C. C. B.; GONÇALVES, L. C.; LOPES, H. O. S.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. Variação da parede celular da *Brachiaria decumbens* - fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, celulose e lignina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. CD-ROM.
- NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; RENVOIZE, S. A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na região meio-norte**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte; KEW: Royal Botanical Garden, 2001. 196 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; OLIVEIRA, R. L.; DIOGO, J. M. S. Manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE BRASILÂNDIA, 1., 1999, Brasilândia de Minas. **Anais....** Brasilândia de Minas: DZO/UFV, 1999. p. 61-98.

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

NEIMAN, Z. **Era verde? Ecossistemas brasileiros ameaçados.** 6. ed. São Paulo: Atual, 1989. 49 p.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; BALBINO, L. C.; FARIA, M. P.; MAGNABOSCO, C. U.; SCARPATI, M. T. V.; PORTES, T. A.; BUSO, L. H. **Sistema barreirão: calagem e gessagem em pastagem degradada.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 1999. 36 p. (EMBRAPA CNPAF. Circular Técnica, 32).

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; BALBINO, L. C.; FARIA, M. P.; MAGNABOSCO, C. de U.; SCARPATI, M. T. V.; PORTES, T. de A.; BUSO, L. H. **Sistema barreirão: utilização de fosfatagem na recuperação de pastagem degradada.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF, 1998. 27 p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 31)

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. A.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. M.; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. C.; BALBINO, L. **Sistema barreirão: recuperação / renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais.** EMBRAPA-CNPAF-APA. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF, 1996. 87 p.

OLIVEIRA, P. P. A. **Manejo da calagem e da fertilização nitrogenada na recuperação de pastagem degradada de *Brachiaria sp.* em solos arenosos.** 2001. 110 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PAULA, M. B.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. : NOGUEIRA, A. Nutrição mineral e crescimento do capim napier (*Pennisetum purpureum*, Schum.) em diferentes relações Ca:Mg. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 22, n. 3, p. 22-27, oct./dic. 2000.

PAULINO, V. T.; COLOZZA, M. T.; WERNER, J. C. Efeito da calagem e de alguns nutrientes sobre o desenvolvimento de *Stylosanthes hamata* cultivada em solo de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM

PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L. **Manejo da acidez do solo**. Londrina: IAPAR. 86 p. 1997. (IAPAR. Circular, 95).

PINTO, J. C.; BARROS, C. O.; EVANGELISTA, A. R.; MUNIZ, J. A.; SANTOS, I. P. A.; BOMFIM, E. R. P. Composição mineral do capim-tanzânia estabelecido com milho, sob três doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD – ROOM.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA CNPMS, 2001. p. 243-262.

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

ROCHA, G. L. Perspectivas e problemas de adubação de pastagens no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGEM, 1., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 1-29.

ROSA, B. Produção de forragens para pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA & CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, ZOOTEC, 11., Goiânia, 2001. **Anais...** Goiânia. 2001. p. 136-148.

ROSSI, C.; FAQUIN, V.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Calagem e fontes de fósforo na produção de braquiário e níveis críticos de fósforo em amostra de latossolo dos Campos das Vertentes (MG). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1083-1089, nov./dez. 1997.

SÁ, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. ENCONTRO REGIONAL DE PD NO CERRADO, 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: APDC; Dourados: UFMS; EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2001. p. 82-90. (EMBRAPA Agropecuária Oeste. Documentos 31).

SANZONOWICZ, C. Recomendação prática de adubação e calagem na região centro-oeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGEM, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 310-334.

SAS INSTITUTE. **SAS users guide: statistics; version 5.** Cary, 1991.

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

SILVA, S. C. Condições edafo-climáticas para a produção de *Panicum sp.* In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 129-146.

SILVA FILHO, J. P.; BLANCO, L. **Sementes para pastagem e adubação verde: plante certo.** 3. ed. Ribeirão Preto: Na Terra, 1998. 68 p.

SIQUEIRA, C. Calagem para plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGEM, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 77-93.

SOARES, W. V.; MACEDO, M. C. M. **Experimentos com adubação em pastagens: métodos de pesquisa em fertilidade dos solos.** Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 313 p.

SOUZA, M. R. F. **Intervalos de corte e doses de potássio no rendimento e qualidade da forragem do capim-tanzânia.** 2003. 72p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizer.** 4. ed. New York: Macmillan, 1985. 745 p.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizer.** 5. ed. New York: Macmillan, 1993. 745 p.

VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 170 p. (Curso de Especialização - Pós-Graduação Latu Sensu).

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

VIEIRA, J. M.; KICHEL, A. N. **Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum***. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 147-196.

VILELA, D. Perspectivas para a produção de leite no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 225-248.

VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. Lavras, **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 71-79, jan./jun. 1979.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C. **Utilização agronômica de corretivos agrícolas**. Piracicaba: FEALQ/GAPE, 2001. 96 p.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. V.; MOREIRA, C. M.; MISTURA, C. Renovação de uma pastagem degradada de capim-gordura, com a introdução de gramíneas adubadas com nitrogênio, e em consórcio com leguminosa . I - Produção de matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

VOLKWEISS, S. J.; TEDESCO, M. J. A. **Calagem dos solos ácidos: práticas e benefícios**. UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1984. 28 p. (Boletim Técnico de Solos, 1)

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta da *Cratylia argentea* à aplicação de fósforo e calcário em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 14-18, jan./fev. 1997.

WERNER, J. C.; MONTEIRO, F. A.; CARRIEL, J. M. Efeito da calagem em capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) estabelecido. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 36, n. 2, p. 247-253, 1979.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. et al. Forrageiras. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronomico de Campinas & Fundação IAC, 1996. p. 263-273.

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

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte do Brasil. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p. 1-50.

## 8 ANEXOS

- TABELA 1A.** Resumo da análise de variância da produção de matéria seca por corte (PMS) e total (PTMS) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....72
- TABELA 2A.** Resumo da análise de variância da densidade de perfilhos (DP) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....72
- TABELA 3A.** Resumo da análise de variância do peso de perfilhos (PP) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....73
- TABELA 4A.** Resumo da análise de variância da altura de perfilhos (AP) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....73
- TABELA 5A.** Resumo da análise de variância da relação folha/caule (RFC) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....74
- TABELA 6A.** Resumo da análise de variância do teor de proteína bruta (PB) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....74

- TABELA 7A.** Resumo da análise de variância do teor de fósforo (P) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....75
- TABELA 8A.** Resumo da análise de variância do teor de potássio (K) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....75
- TABELA 9A.** Resumo da análise de variância do teor de cálcio (Ca) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....76
- TABELA 10A.** Resumo da análise de variância do teor de magnésio (Mg) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....76
- TABELA 11A.** Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA 2002/2003, Lavras, MG.....77
- TABELA 12A.** Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente ácido (FDA) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG.....77

**TABELA 1A.** Resumo da análise de variância da produção de matéria seca por corte (PMS) e total (PTMS) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios da PMS e PTMS			
		1° Corte	2° Corte	3° Corte	PTMS
Bloco	3	1393319,4**	565897,5*	171339,8	3403154,0
V	2	120924,2	650846,5*	57774,0	1908232,4
FA	1	552573,5	196390,5	319610,9	3068860,7
PRNT	1	25002,5	311680,2	16695,5	714998,2
V x FA	2	84476,2	162348,9	365544,4*	1659145,4
V x PRNT	2	318488,8	365414,1	71937,5	1627391,2
FA x PRNT	1	235,4	76025,9	133036,0	10883,6
V x FA x PRNT	2	28246,6	178016,9	12766,3	145820,7
Resíduo	33	225360,2	174204,9	103937,8	1016729,7
Média geral (kg/ha)		1863,8	1812,1	1984,7	5660,8
CV %		25,47	23,03	16,24	17,81

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

**TABELA 2A.** Resumo da análise de variância da densidade de perfilhos (DP) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios da DP		
		1° Corte	2° Corte	3° Corte
Bloco	3	23503,19	13707,53	7519,77
V	2	41308,79	3621,24	37366,62
FA	1	1842,64	40472,46	8979,00
PRNT	1	90497,70*	68448,30	26371,87
V x FA	2	16016,91	39904,49	17982,10
V x PRNT	2	21823,81	6294,88	17774,49
FA x PRNT	1	2416,84	11718,75	98,90
V x FA x PRNT	2	6932,99	18240,92	32445,32
Resíduo	33	18431,84	27998,50	27170,53
Média geral (perfilhos/m <sup>2</sup> )		1060,10	1182,17	1131,52
CV %		12,80	14,15	14,56

\* significativo a 5% de probabilidade (Teste F).

**TABELA 3A.** Resumo da análise de variância do peso de perfilhos (PP) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do PP		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	0,03051	0,03196**	0,01357
V	2	0,00263	0,00008	0,00016
FA	1	0,01920	0,00403	0,00001
PRNT	1	0,00067	0,00053	0,00010
V x FA	2	0,00686	0,00360	0,00013
V x PRNT	2	0,01298	0,00806	0,02038
FA x PRNT	1	0,00187	0,00020	0,01300
V x FA x PRNT	2	0,00341	0,00275	0,00370
Resíduo	33	0,01219	0,00788	0,00723
Média geral (g)		0,3966	0,3854	0,3981
CV %		27,84	23,04	21,36

\*\* significativo a 1% de probabilidade (Teste F).

**TABELA 4A.** Resumo da análise de variância da altura de perfilhos (AP) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do AP		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	245,27**	221,36*	177,41**
V	2	14,77	145,58	5,14
FA	1	80,08	21,33	8,33
PRNT	1	3,00	243,00	2,08
V x FA	2	13,27	30,33	7,14
V x PRNT	2	8,31	99,25	14,39
FA x PRNT	1	18,75	0,08	27,00
V x FA x PRNT	2	7,31	31,08	7,31
Resíduo	33	35,17	59,30	31,76
Média geral (cm)		30,58	32,45	30,29
CV %		19,39	23,72	18,60

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F)

**TABELA 5A.** Resumo da análise de variância da relação folha/caule (RFC) do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios da RFC		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	0,2791	0,1717	0,4392
V	2	0,3896	0,0566	0,5848
FA	1	0,0315	0,1711	0,2297
PRNT	1	0,0329	0,3909	0,1782
V x FA	2	0,0091	0,0283	0,0647
V x PRNT	2	0,2737	0,4192	0,3986
FA x PRNT	1	0,4520	0,0333	0,4959
V x FA x PRNT	2	0,140	0,1848	0,0245
Resíduo	33	0,1396	0,1537	0,1926
Média Geral		2,91	2,90	2,85
CV %		12,80	13,49	15,36

**TABELA 6A.** Resumo da análise de variância do teor de proteína bruta (PB) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do teor PB na MS		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	0,2363	2,8326**	1,3013
V	2	0,2942	0,1156	0,9704
FA	1	0,0333	0,1505	0,2656
PRNT	1	0,0071	0,0083	0,6823
V x FA	2	0,7919	0,2231	1,0660
V x PRNT	2	1,1925	0,0739	0,7078
FA x PRNT	1	0,1211	1,6606*	0,6733
V x FA x PRNT	2	0,0287	0,5332	0,7248
Resíduo	33	0,7556	0,3130	0,6468
Média geral (%)		8,19	7,86	9,59
CV %		10,60	7,11	8,38

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

**TABELA 7A.** Resumo da análise de variância do teor de fósforo (P) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do teor de P na MS		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	0,00139	0,03200	0,02195
V	2	0,00018	0,00098	0,00483
FA	1	0,00016	0,00747	0,0000007
PRNT	1	0,00051	0,00159	0,00061
V x FA	2	0,00125	0,02794**	0,00425
V x PRNT	2	0,00035	0,00296	0,00064
FA x PRNT	1	0,00079	0,00029	0,00124
V x FA x PRNT	2	0,00024	0,00668	0,00249
Resíduo	33	0,00053	0,00467	0,00980
Média geral (%)		0,15	0,27	0,30
CV %		14,74	24,64	32,72

\*\* significativo a 1% de probabilidade (Teste F)

**TABELA 8A.** Resumo da análise de variância do teor de potássio (K) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas da variação	GL	Quadrados médios do teor de K na MS		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	0,1602*	0,17188**	0,0665
V	2	0,0477	0,0607	0,0586
FA	1	0,2689*	0,0946	0,0558
PRNT	1	0,0516	0,0866	0,0756
V x FA	2	0,0438	0,0396	0,0350
V x PRNT	2	0,2103*	0,0659	0,0450
FA x PRNT	1	0,1853*	0,0760	0,0439
V x FA x PRNT	2	0,1196	0,0772	0,0425
Resíduo	33	0,0402	0,0279	0,0245
Média geral (%)		1,45	1,42	1,67
CV %		13,80	11,73	9,37

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F)

**TABELA 9A.** Resumo da análise de variância do teor de cálcio (Ca) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do teor de Ca na MS		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	0,03509**	0,11015**	0,01558*
V	2	0,01012	0,00427	0,00825
FA	1	0,02871*	0,00013	0,00001
PRNT	1	0,00027	0,00496	0,00097
V x FA	2	0,00156	0,01029	0,00067
V x PRNT	2	0,04956**	0,01119	0,01110
FA x PRNT	1	0,00336	0,00045	0,01771*
V x FA x PRNT	2	0,01343	0,00721	0,01496*
Resíduo	33	0,00610	0,00551	0,003989
Média geral (%)		0,76	0,66	0,64
CV %		10,23	11,15	9,74

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F)

**TABELA 10A.** Resumo da análise de variância do teor de magnésio (Mg) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do teor de Mg na MS		
		1º Corte	2º Corte	3º Corte
Bloco	3	0,00238	0,01247**	0,007258
V	2	0,00267	0,00195	0,000097
FA	1	0,01672*	0,01944**	0,000007
PRNT	1	0,00075	0,00124	0,001740
V x FA	2	0,00913*	0,00244	0,000368
V x PRNT	2	0,00812*	0,00335	0,002129
FA x PRNT	1	0,00472	0,00114	0,001621
V x FA x PRNT	2	0,00901*	0,00297	0,001702
Resíduo	33	0,00234	0,00162	0,003459
Média geral (%)		0,34	0,40	0,41
CV %		14,00	9,95	14,17

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).

**TABELA 11A.** Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do teor de FDN na MS		
		1° Corte	2° Corte	3° Corte
Bloco	3	26,0891**	6,8331	4,5980
V	2	0,6344	0,6489	1,3844
FA	1	5,7865	1,9630	6,4907
PRNT	1	0,0092	1,0935	6,3926
V x FA	2	0,6654	13,3984	5,4001
V x PRNT	2	5,4013	4,5683	0,4035
FA x PRNT	1	0,0795	4,0652	5,2821
V x FA x PRNT	2	0,4490	0,9551	3,2106
Resíduo	33	1,8239	4,2566	3,1944
Média geral (%)		76,93	77,82	79,16
CV %		1,75	2,65	2,25

\*\* significativo a 1% de probabilidade (Teste F).

**TABELA 12A.** Resumo da análise de variância do teor de fibra em detergente ácido (FDA) na MS do capim-tanzânia, em função da saturação por bases (V), forma de aplicação (FA) e poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário, nos três cortes. UFLA, 2002/2003, Lavras, MG

Causas de variação	GL	Quadrados médios do teor de FDA na MS		
		1° Corte	2° Corte	3° Corte
Bloco	3	15,4173**	3,4946*	10,1864**
V	2	1,5882	0,3803	0,3443
FA	1	0,9207	0,2067	0,6265
PRNT	1	0,1902	0,2682	0,0274
V x FA	2	0,4895	0,5675	0,1729
V x PRNT	2	0,3834	0,6402	2,2237
FA x PRNT	1	2,2828	0,0123	0,6233
V x FA x PRNT	2	1,5904	0,2833	1,1942
Resíduo	33	1,8556	0,9340	0,9443
Média geral (%)		38,98	36,93	38,85
CV %		3,49	2,61	2,50

\* e \*\* significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Teste F).