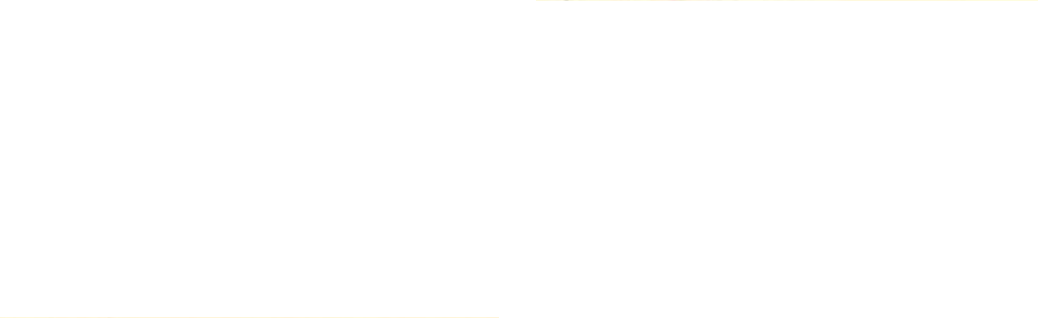


FELIPE MARUN

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E NUTRIÇÃO MINERAL
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DA
RELAÇÃO Ca/Mg DO CORRETIVO

San felipe

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do grau de MESTRE.



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

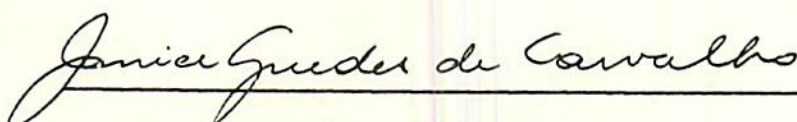
1990

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E NUTRIÇÃO MINERAL DE GRAMÍNEAS
FORRAGEIRAS EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO Ca/Mg DO CORRETIVO

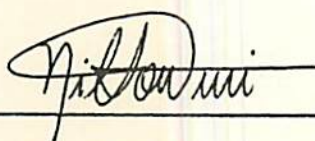
APROVADA:



Prof. Geraldo Aparecido de Aquino Guedes
Orientador



Prof.ª Janice Guedes de Carvalho



Prof. Nilton Curi

Aos

Meus pais José e Margarida
sogros José e Rosália
irmãos Cirineu, Damião e Dimas
cunhados...

OFEREÇO.

À minha esposa Lourdes,
e minha filha Graziella (Gaé)

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agronômico do Paraná e à Escola Superior de Agricultura de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade concedida para realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, Janice Guedes de Carvalho e Nilton Curi, pela orientação, apoio e amizade no decorrer do curso.

Aos professores Alfredo Scheid Lopes, Fabiano R. do Vale, Mozart Martins Ferreira, José Maria, Vicente Gualberto, Valdemar Faquin, Antônio Ricardo Evangelista, José Oswaldô, Marco Aurélio e Hércio Andrade, pelos ensinamentos e amizade.

Ao Eng^o Agr^o João Batista Corrêa, laboratoristas, bibliotecários e funcionários pelos serviços e amizade.

Ao colega pesquisador do IAPAR, Wagner Krainer Peter José pelo apoio e amizade.

Aos colegas de curso pela amizade e convivência.

Aos meus cunhados Luzia e Almir, pela cooperação.

Aos amigos lavrenses, Maria e João Victor Rezende, Marlene e Ramon Alvarenga, Quitéria e Emmanuel Alvarenga, Tamara e Roberto Resende, Dona Maria Eugênia Lacerda da Costa e Rosa Rezende, pela acolhida amistosa nesta cidade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Efeitos da acidez do solo e do alumínio no cresci - mento das plantas	3
2.2. Efeitos do calcário no solo e no crescimento das plantas forrageiras	5
2.3. Efeitos do cálcio e do magnésio no crescimento das plantas	6
2.4. Efeitos das relações Ca/Mg no solo, no crescimento e nutrição das plantas	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Solo, espécie vegetal	11
3.2. Coleta e preparo das amostras	13
3.3. Instalação do experimento, delineamento experimen- tal e tratamentos empregados	15
3.4. Condução do experimento	16
3.5. Colheita	16
3.6. Análise química do solo e tecido	17

3.7. Análise estatística	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Análises químicas do solo após os tratamentos (antes do plantio das forrageiras)	18
4.2. Produção da matéria seca e relações Ca/Mg no tecido das forrageiras em função das relações Ca/Mg no solo	21
4.2.1. Produção de matéria seca	21
4.2.2. Relações Ca/Mg no tecido	24
4.3. Influência das relações Ca/Mg no solo, nas quantidades absorvidas de N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes e teores no tecido das plantas	28
4.3.1. N absorvido e teores no tecido	28
4.3.2. P absorvido e teores no tecido	30
4.3.3. K absorvido e teores no tecido	32
4.3.4. Ca absorvido e teores no tecido	37
4.3.5. Mg absorvido e teores no tecido	43
4.3.6. S absorvido e teores no tecido	49
4.3.7. Quantidades de micronutrientes B, Cu, Zn, Fe e Mn absorvidos e teores no tecido das forrageiras estudadas, em função das relações Ca/Mg no solo	52
4.4. Teores totais de K, Ca e Mg no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo	57
5. CONCLUSÕES	62
6. RESUMO	63

7. SUMMARY 65

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

APÊNDICE 80

LISTA DE QUADROS

QUADROS		PÁGINA
1	Características físicas do Latossolo varia ção Una (profundidade de 0-20 cm)	13
2	Características químicas do Latossolo va - riação Una, (profundidade de 0-30 cm)	14
3	Resultados das análises do solo, após os tratamentos (antes do plantio das forragei ras)	19
4	Soma de bases, capacidade de troca de cá tions, saturação em bases, relações Ca/Mg e porcentagens de cátions, K, Ca e Mg na CTC no solo, após os tratamentos e antes do plantio das forrageiras	20
5	Produção de matéria seca das forrageiras em função das relações Ca/Mg no solo (gra ma/vaso)	22

QUADROS

PÁGINA

6	Relações Ca/Mg no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo	25
7	Quantidades de N absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso)	29
8	Teores de N no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m. s.)	30
9	Quantidade de P absorvido pelas forrageiras, em função das relações de Ca/Mg no solo (mg/vaso)	31
10	Teores de P no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m. s.)	31
11	Quantidades de K absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso)	33
12	Teores de K no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m. s.)	34
13	Quantidades de Ca absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso)	38

QUADROS

PÁGINA

14	Teores de Ca no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo(% m.s.).	40
15	Quantidades de Mg absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso)	43
16	Teores de Mg no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.)	46
17	Quantidades de S absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso)	50
18	Teores de S no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.)	51
19	Quantidades de micronutrientes absorvidos pelo colômbio, em função das relações Ca/Mg no solo (μ g/vaso).....	52
20	Quantidades de micronutrientes absorvidos pela decumbens, em função das relações Ca/Mg no solo (μ g/vaso)	53
21	Quantidades de micronutrientes absorvidos pela brizantea, em função das relações Ca/Mg no solo (μ g/vaso)	53

QUADROS

PÁGINA

22	Quantidades de micronutrientes absorvidos pelo andropogon, em função das relações Ca/Mg no solo ($\mu\text{g}/\text{vaso}$)	54
23	Teores de micronutrientes no tecido do colônião, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca)	55
24	Teores de micronutrientes no tecido da decumbens, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca)	55
25	Teores de micronutrientes no tecido da brizantea, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca)	56
26	Teores de micronutrientes no tecido do andropogon, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca)	56
27	Teores totais de K, Ca e Mg no tecido das quatro forrageiras estudadas, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.)	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁGINA
1	Localização da região dos Campos das Ver - tentes no Estado de Minas Gerais	12
2	Produção de matéria seca do colonião, em função da relação Ca/Mg no solo	22
3	Produção de matéria seca da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	23
4	Produção de matéria seca da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	23
5	Relação Ca/Mg no tecido do colonião, em função da relação Ca/Mg no solo	26
6	Relação Ca/Mg no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	26
7	Relação Ca/Mg no tecido da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	27

FIGURAS

PÁGINA

8	Relação Ca/Mg no tecido do andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo	27
9	N absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	29
10	K absorvido pela brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	33
11	Teor de K no tecido do colonião, em função da relação Ca/Mg no solo	34
12	Teor de K no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	35
13	Teor de K na brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	35
14	Ca absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	38
15	Ca absorvido pela brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	39
16	Ca absorvido pelo andropogon em função da relação Ca/Mg no solo	39
17	Teor de Ca no tecido do colonião, em função da relação Ca/Mg no solo	41

FIGURAS

PÁGINA

18	Teor de Ca no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	41
19	Teor de Ca no tecido da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	42
20	Teor de Ca no tecido do andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo	42
21	Mg absorvido pelo colonião, em função da relação Ca/Mg no solo	44
22	Mg absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	44
23	Mg absorvido pela brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	45
24	Mg absorvido pelo andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo	45
25	Teor de Mg no tecido do colonião, em função da relação Ca/Mg no solo	47
26	Teor de Mg no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	47
27	Teor de Mg no tecido da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo	48

FIGURAS

PÁGINA

28	Teor de Mg no tecido do andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo	48
29	S absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo	50
30	Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido em porcentagens no coloniã, em função das relações Ca/Mg no solo	58
31	Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido, em porcentagens na decumbens, em função das relações Ca/Mg no solo	59
32	Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido em porcentagens, na brizantea, em função das relações Ca/Mg no solo	59
33	Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido, em porcentagens, no andropogon, em função das relações Ca/Mg no solo	60

1. INTRODUÇÃO

A região dos Campos das Vertentes de Minas, onde se insere a Microrregião Campos da Mantiqueira, destaca-se em importância na atividade da pecuária de leite no Estado de Minas Gerais. Todavia, a baixa produtividade, é devido às más condições das pastagens, de baixo valor nutritivo. Estas pastagens são constituídas de 60% de nativas, 27% de cultivadas com capim gordura e 11% de cultivadas com Brachiaria decumbens e Brachiaria ruziziensis (EMBRAPA, 1987).

A baixa fertilidade natural dos Latossolos que representam aproximadamente 30% da microrregião em apreço (BRASIL, 1983) é, sem dúvida, o fator limitante ao desenvolvimento das pastagens, onde a acidez é elevada, com valores de saturação do Al na camada arável do solo que chegam até 58% (CURI, 1990), e baixos teores de Ca, Mg e P. Assim, para elevar a produtividade das pastagens desta região, é de suma importância a correção da acidez dos solos.

Para corrigir a acidez do solo, ou seja, para aplicar-se a calagem é necessário a incorporação de materiais de rea

ção básica, como carbonatos, hidróxidos e óxidos de Ca e Mg. O resultado desta prática, é a neutralização do Al tóxico elevando a saturação de Ca e Mg e conseqüentemente aumentando a disponibilidade de P às plantas. Entretanto, o calcário produzido pelas reservas na região são calcíticos, com menos de 2,5% de MgO e o uso indiscriminado do mesmo, pode provocar um desequilíbrio Ca/Mg/K no solo, afetando a nutrição e produção vegetal e animal.

É conhecido o fato da exigência diferenciada das espécies vegetais, quanto à proporção ideal de Ca/Mg no solo. Todavia, quando se trata de gramíneas forrageiras, quase sempre com rusticidade bem definida, poucas informações são encontradas no que se refere às suas exigências às proporções ideais destes dois macronutrientes no solo. Informações sobre este comportamento para as espécies referidas, podem representar um valioso auxílio na decisão da escolha do calcário a ser utilizado, no que se refere à sua composição química.

Em face do exposto, o presente trabalho teve por objetivo, estudar os efeitos da aplicação de corretivos com diferentes relações Ca/Mg no crescimento e nutrição mineral de quatro espécies forrageiras em um Latossolo dos Campos das Vertentes de Minas Gerais, microrregião Campos da Mantiqueira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeitos da acidez do solo e do alumínio no crescimento das plantas

→ A acidez do solo por si só representada pelo pH menor que 7, em condições normais não afeta diretamente o crescimento vegetal, a não ser, valores de pH inferiores à 4,2, onde a concentração do hidrogênio começa a interferir na absorção de cations pela raiz (BLACK, 1967). Mas pode se afirmar que na faixa de pH de 5,8-7,5, os solos apresentam condições favoráveis de fertilidade para a maioria das culturas (KIEHL, 1979). Então, a causa da baixa fertilidade dos solos ácidos se deve a efeitos indiretos, ou seja, disponibilidade de certos elementos não essenciais às plantas ou tóxicos e à baixa disponibilidade dos essenciais (MALAVOLTA, 1980). Dentre os elementos tóxicos, destaca-se o alumínio, principal componente da acidez (KAMPATH, 1977). RAIJ (1981) demonstra que existe uma correlação entre o pH e a saturação por Al dos solos, sendo que à medida que se abaixa o pH, a saturação por Al se eleva consideravelmente. Com a elevação da

porcentagem de saturação por alumínio no solo, observa-se uma queda na porcentagem do rendimento máximo das culturas (Abrunãz et alii, 1975, citados por SANCHEZ, 1981).

→ O alumínio provoca distúrbios citológicos, fisiológicos e bioquímicos no sistema radicular. FOY et alii (1978) cita que o Al interfere na divisão celular das raízes, decrescendo a respiração, interferindo em certas enzimas que governam a deposição de certos polissacarídeos nas paredes celulares, aumentando a rigidez das paredes celulares e dificultando a absorção e transporte de vários elementos tais como o Ca, Mg, P e K e água pelas plantas.

→ Outro fator que limita a produtividade agropecuária dos solos tropicais brasileiros, é a extrema pobreza em fósforo disponível às plantas (EMBRAPA, 1976). Embora as culturas apresentem altas respostas à adição de fósforo, são necessárias quantidades relativamente elevadas de fertilizantes fosfatados, para se obter boas produções. Estes solos, apresentam uma alta capacidade de reter fósforo, com energia superior àquela que as plantas possuem para absorvê-los (EMBRAPA, 1976), por serem ricos em óxidos de alumínio e de ferro e caulinita (VOLKWEISS & RAIJ, 1977).

→ A fixação do fósforo se dá pela presença do H^+ nos hidróxidos de Fe e de Al, que origina cargas positivas que são contrabalanceadas por cargas negativas do $H_2PO_4^-$ (MALAVOLTA & KLIELMANN, 1985). Este fenômeno é comumente conhecido por fixação do fósforo (EMBRAPA, 1976).

Existem dois processos de fixação de fósforo no solo apresentados por BALDEON (1986), citando trabalhos de Coleman et alii (1960), Linday et alii (1962), Hsu (1965) e Parfitt et alii (1975) e são denominados precipitação e adsorção.

2.2. Efeitos do calcário no solo e no crescimento das plantas forrageiras

A correção da acidez do solo pode ser obtida com a incorporação de calcário ao solo. Este calcário pode apresentar-se na forma de carbonatos, hidróxidos e óxidos de cálcio e magnésio. A reação do calcário no solo, promove um aumento no teor de cálcio e magnésio, e promove um decréscimo nos teores de Fe e Al tóxicos às plantas (BARBER, 1984), com a elevação do pH (KIEHL, 1979). E na elevação do pH, as plantas são beneficiadas com a maior disponibilidade de nutrientes como o P e Mo (MALAVOLTA, 1980). Entretanto informações na literatura, têm indicado que as gramíneas forrageiras tropicais não respondem ou respondem pouco à calagem. Isto porque as mesmas, apresentam tolerância à presença do alumínio tóxico (SIQUEIRA, 1986). As produções das forragens têm sido mais limitadas pela deficiência de fósforo (EMBRAPA 1976), porque na maioria dos solos utilizados para pastagens, a deficiência mais acentuada é desse nutriente (PEREIRA, 1986). O P para as gramíneas, é o nutriente mais importante, principalmente nos primeiros períodos da vida da planta, tendo influência no

crescimento das raízes e no perfilhamento. A falta de perfilhamento, compromete o estabelecimento das pastagens deixando espaços livres para o crescimento de plantas invasoras (WERNER, 1984).

→ A aplicação de calcário, tem contribuído para aumentar o efeito do fósforo em diversas culturas em solos ácidos do cerrado como no feijoeiro (MASCARENHAS et alii, 1967; MIYAZASA et alii, 1964), trigo (var. IAC 5), milho (Cargill III) (EMBRAPA, 1978) e na produção da forrageira Brachiaria decumbens, sendo este efeito mais pronunciado, na ocasião dos primeiros cortes, ou seja, no estabelecimento (EMBRAPA, 1976). Desta maneira, é de grande importância econômica a combinação de doses adequadas de P e calcário, para se obter bons rendimentos com menores investimentos de adubações fosfatadas solúveis (MIRANDA et alii, 1980 e EMBRAPA, 1976).

2.3. Efeitos do cálcio e do magnésio no crescimento das plantas

→ Para as raízes crescerem, necessitam da presença de cálcio no solo, e à medida que as raízes absorvem este cátion elas vão crescendo, portanto o seu baixo teor afeta a proliferação do sistema radicular (HOWARD & ADAMS, 1965).

O Ca^{+2} é um nutriente de baixa redistribuição na planta, e o mesmo tende a acumular-se com a idade nos tecidos,

em compostos de baixa solubilidade em forma de carbonato, oxalato, fosfato e sais cálcicos cristalinos nos vacúolos de células especializadas chamadas idioblastos (MALAVOLTA, 1980). Portanto, os tecidos jovens em crescimento, como por exemplo brotos, frutos e raízes que apresentam intensa divisão celular, recebem o cálcio pelo xilema, o que demonstra a necessidade de se manter o fluxo contínuo de Ca^{++} na solução do solo, para o desenvolvimento das plantas (BANGERTH, 1979). Desta maneira, o maior efeito da baixa disponibilidade do cálcio no solo é a redução no desenvolvimento do sistema radicular o que vai limitar a absorção de água e nutrientes pelas plantas (HOWARD & ADAMS, 1965).

→ Apesar de ser considerado um fator de pouca importância nos solos ácidos, os sintomas de deficiência de magnésio têm aparecido e sido descritos com frequência desde 1953 (NEPTUNE, 1986). Na maioria dos solos ácidos, a deficiência de magnésio é provavelmente um efeito indireto, isto é, o alumínio reduz a absorção do Mg (KAMPRATH & FOY, 1971). Em milho doce, Jones & Haghiri (1963), citados por KAMPRATH & FOY (1971), observaram que a severa deficiência do magnésio, e os baixos teores deste nutriente na matéria seca estavam associados ao baixo pH e altos teores de K disponível no solo. Já em experimentos com milho em solos ácidos, com baixos teores de magnésio mostraram que a simples correção deste nutriente era dificultada se o pH do solo não era corrigido. A absorção do Mg poderia ser incrementada se adicionasse grandes quantidades de $MgSO_4$, mas quando se corrigia o solo com calcário calcítico, o problema da deficiência do Mg desaparecia (Rice, 1966, citado por KAMPRATH & FOY, 1971).

2.4. Efeitos das relações Ca/Mg no solo, no crescimento e nutrição das plantas

A absorção de um nutriente catiônico pelas plantas não é somente dependente da sua quantidade trocável no solo, mas também pela abundância relativa de outros nutrientes catiônicos (Itallie, 1938 e 1948, citado por LIEROP et alii, 1979). Isto porque a absorção dos mesmos, é um processo de certa maneira não específico, ou seja, a mesma depende principalmente da concentração dos diferentes nutrientes catiônicos presentes no meio (MENDEL & KIRKBY, 1978). E existem interações competitivas entre diferentes nutrientes catiônicos, à nível de membrana, nos mecanismos de transporte, responsáveis pela entrada do íon na célula (EPSTEIN, 1975). Desta maneira, o estado nutricional das plantas é afetado quando há um desequilíbrio na proporção dos cátions no solo.

Para a maioria das culturas, RUSSEL (1973), afirma que numa proporção ideal para o bom desenvolvimento num solo de clima temperado, o cálcio ocuparia acima de 80% da CTC, o magnésio 15% e o K e Na juntos, menos de 5%. Em condições de Brasil, atualmente aceita-se como solo ideal aquele que apresente na CTC efetiva, 65 a 85% de Ca, 6 a 12% de Mg e 2 a 5% de K. E dentro destas faixas são admitidas relações muito amplas entre nutrientes como Ca/Mg de 54 a 14, Ca/K de 13 a 42,5 e Mg/K de 1,2 a 6,0 o que acaba por dificultar sobremaneira a interpretação dos resultados de análise de bases do solo (ROSOLEM, 1989). Como adi -

ções de Ca e Mg estão geralmente vinculadas à aplicação de calcá-
rio, esta prática pode afetar as relações Ca/Mg/K no solo. A mag-
nitude deste efeito está na dependência das relações Ca/Mg dos
corretivos e do solo e, o uso contínuo de calcário sem a devida
observação desta relação no material corretivo, pode acarretar
um excessivo aumento ou diminuição de um desses nutrientes no so-
lo, o que pode prejudicar a produção vegetal e também a animal
(EVANS, 1959 e GROVE et alii, 1981).

O excesso de cálcio em relação ao magnésio na solu-
ção do solo prejudica a absorção do último, tal como o excesso
de magnésio prejudica também a absorção do cálcio (COELHO & VER-
LENGIA, 1973). A ação de obstrução da absorção do magnésio pelo
cálcio foi observada em concentrações muito baixas, onde houve
uma perda líquida deste cátion da raiz. Esta ação, se deve à al-
teração das propriedades permeasseletivas da região superficial
da raiz pelo Ca (MORE et alii, 1961; EPSTEIN, 1961). O Mg é mais
facilmente absorvido que o Ca (LIEROP et alii, 1979). HALSTEAD
et alii (1958) neutralizaram a acidez de quatro podzóis do Cana-
dá, com quantidades de CaCO_3 e MgCO_3 , em que a relação variou de
0,6 a 19,3. Os resultados embora sem mostrar efeitos sobre os
rendimentos da alfafa evidenciaram uma diminuição do Ca, por in-
fluência do MgCO_3 e do Mg por influência do CaCO_3 .

Em milho, JUO & UZO (1977) observaram que dependendo
da dose de cálcio utilizado como corretivo de acidez em dois so-
los do sul da Nigéria, além de afetar a absorção do Mg, o Mn e o
Zn também eram afetados, já o K era indiferente. Diante destes
resultados, esses pesquisadores concluíram que o suprimento ina-

dequado de Ca afeta mais o crescimento das plantas e absorção dos nutrientes que a toxicidade do Al. Na mesma cultura, GROVE & SUMNER (1985), observaram que além da calagem calcítica excessiva afetar a absorção do Mg e Zn, o P também era afetado. Em pastagem de Sorghum sudanense L., FINE & SHANNON (1976), verificaram que a deficiência de Mg provocada pelo excesso de Ca no solo, prejudicava o crescimento das forrageiras e provocava a doença fisiológica nos ruminantes denominada tétano-hipomagneemia. Resultados idênticos foram observados em rebanhos pastejando a forragem Agropyron desertorum, nas regiões semi-áridas dos Estados Unidos (MAYLAND & GRUNES, 1974).

Estudos indicam que as relações ideais de Ca/Mg no solo variam conforme a cultura explorada. Em aveia, CHISTENSON et alii (1973) obtiveram maior produção com a relação 12,6 de Ca/Mg no solo. No milheto, BASEDIN (1966) observou que as melhores relações foram 4/1 e 1/2. Para a produção do sorgo não ser prejudicada SFREDO (1976) observou que o equilíbrio Ca/Mg do material corretivo, deve ser maior que 1/1 e a relação no solo deve ser maior que 0,5/1. Já ROSOLEM et alii (1984) para a mesma cultura, não encontraram influência das relações catiônicas Ca/Mg no solo, na produção de matéria seca. MELLO & KAMINSKI (1990) em aveia, observaram que a não resposta da produção de matéria seca, em função das relações Ca/Mg no solo, se deve aos teores originais de Ca e Mg no solo, que foram suficientemente adequados. Esta observação concorda com as obtidas por KEY et alii (1962) em milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Solo, espécie vegetal

a) Solo

O solo estudado foi um Latossolo variação Una da região dos Campos das Vertentes (MG), microrregião Campos da Mantiqueira (CURI, 1990), cuja localização está ilustrada na Figura 1. As características físicas e químicas do solo encontram-se nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

b) Espécie vegetal

As espécies vegetais estudadas foram as seguintes:

Colonião (Panicum maximum (Jacq.)

Andropogon gayanus

Brachiaria decumbens Stapf.

Braquiarão (Brachiaria brizantea).

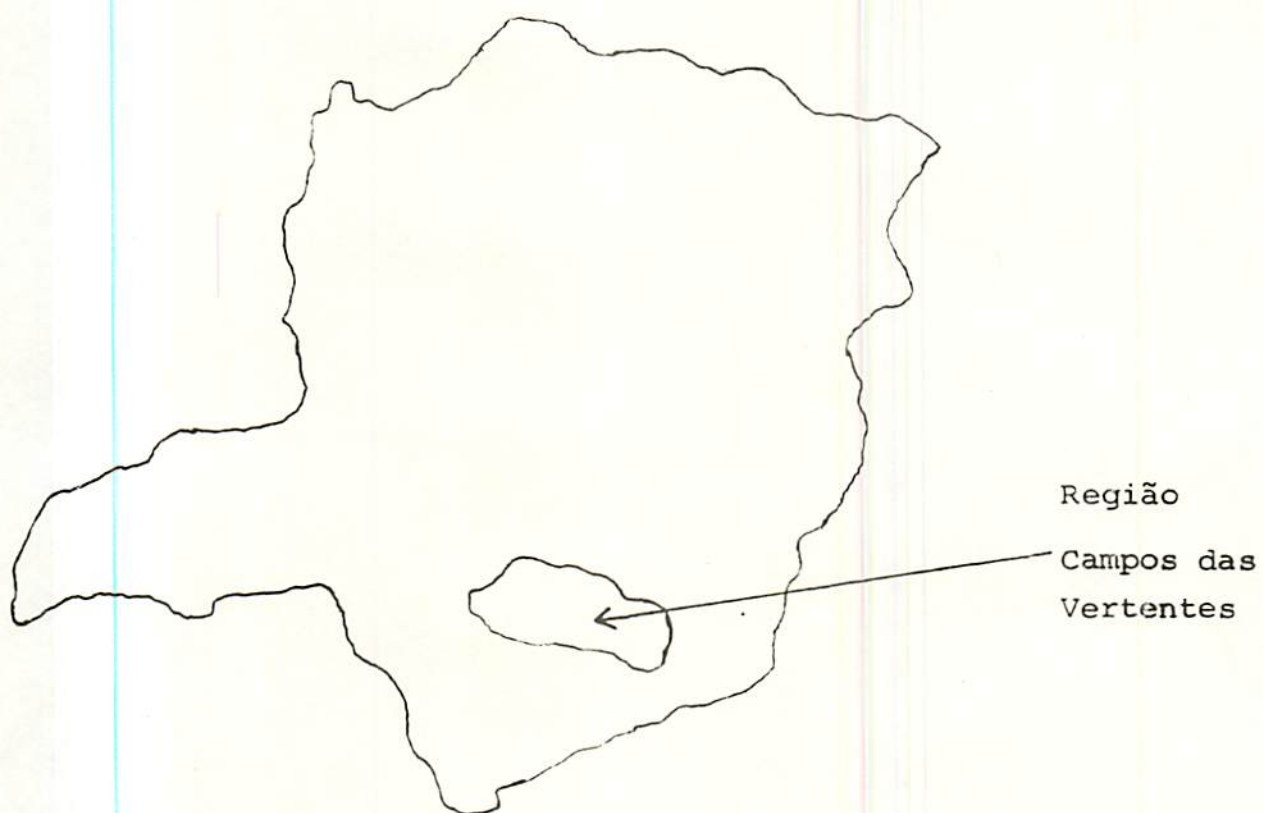


FIGURA 1 - Localização da região dos Campos das Vertentes no Estado de Minas Gerais.

QUADRO 1 - Características físicas do Latossolo variação Una (profundidade de 0-20 cm). Fonte: CURI, 1990.

Densidade (g/cm^3)	
Solo	1,27
Partículas	2,74
VTO (%)	53,64
Microporos (%)	25,66
Macroporos (%)	27,98
Granulometria (mm)	
AG (3-0,2)	3,0
AF (0,20-0,05)	23,0
Silte (0,05-0,002)	29,0
Argila (0,002)	45,0
Classe textural	argila

3.2. Coleta e preparo das amostras

As amostras de material de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm para determinações das características físicas e 0-30 cm para determinações das características químicas, sendo que as mesmas foram secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm.

QUADRO 2 - Características químicas do Latossolo variação Una,
(profundidade de 0-30 cm).

pH (H ₂ O)		4,9
H + Al meq/100 g		6,3
Al ⁺⁺⁺ meq/100 g		0,4
Ca ⁺⁺ meq/100 g		0,3
Mg ⁺⁺ meq/100 g		0,2
K meq/100 g		0,1
S meq/100 g (saturação por bases)		0,5
T meq/100 g		7,2
t meq/100 g		1,3
P ppm		1,0
S ppm (enxofre)		7,8
Zn ppm		0,60
Cu ppm		1,80
Fe ppm		45,30
Mn ppm		9,10
B ppm		1,00
M.O. (%)		3,6
m (%)		38
V (%)		7

3.3. Instalação do experimento, delineamento experimental e tratamentos empregados

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação no Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo constituído de quatro tratamentos com quatro repetições.

Os tratamentos foram quatro relações Ca/Mg no solo, de 2/1, 5/1, 10/1 e 20/1 levando-se em conta os diferentes calcários normalmente disponíveis e utilizados na agricultura do Estado de Minas Gerais. Para se obter essas relações, levou-se em conta os teores de Ca e Mg original da amostra do solo, e adicionou-se CaO (p.a.) e MgO (p.a.), com base em equivalente miligrama (Quadro 1A, Apêndice). A necessidade de calcário de 4,50 t/ha foi determinada pelo método de saturação de bases, proposto por QUAGGIO (1983), para elevar o T° a 60%. Manteve-se a incubação do mesmo por 40 dias com umidade adequada.

As doses e fontes das adubações corretivas foram as seguintes: P - 200 ppm sendo 100 de KH_2PO_4 e 100 de H_3PO_4 ; K - 186 ppm sendo 136 de KH_2PO_4 e 50 de K_2SO_4 ; N - 300 ppm parcelado 1/4 no plantio e 3/4 aos 20 dias; S - 20 ppm na forma do K_2SO_4 .

A calagem e as adubações foram incorporadas à porções de 3.000 gramas de solo, por agitação manual em sacos de po

lietileno de 10 litros e colocados em vasos de 4.000 gramas.

3.4. Condução do experimento

Todas as espécies foram semeadas em germinadores de areia, sendo que anteriormente as braquiárias foram submetidas a uma imersão em H_2SO_4 concentrado por 15 minutos para quebra de dormência. Aproximadamente em 10 dias, as mesmas foram semeadas nos vasos utilizando-se um stand de 4 plantas por vaso. A umidade dos vasos foi mantida através de irrigação com água desmineralizada, até atingir 60% do VTP, de acordo com FREIRE et alii (1980).

3.5. Colheita

Após 45 dias do plantio foi efetuada a colheita cortando-se o material a 5 cm do solo. Todo o material vegetal foi colocado em sacos de papel e secado por 72 horas em estufa de ventilação forçada, com temperatura em torno de $65^{\circ}C$. Após o material seco foi obtida a produção de matéria seca.

3.6. Análise química do solo e tecido

Na análise química do solo foram determinados pH, Ca, Mg, Al, P, K, Zn, Cu, Fe, Mn, C orgânico e H + Al de acordo com VETTORI (1969), com modificações, EMBRAPA (1979). O S foi determinado por turbidimetria e o B por colorimetria (RAIJ et alii 1987).

Os teores de nutrientes do tecido foliar da parte aérea foram assim determinados: N pelo Kjeldhal e os demais P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn pela digestão nitroperclórica (SARRUGE & HAAG, 1974). Na concentração do extrato obteve-se S e P pelo método colorimétrico, o K por fotometria de chama, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn pelo método da espectrofotometria de absorção atômica e o B pelo método da curcumina de Dible et alii, conforme JACKSON (1970).

3.7. Análise estatística

Foram realizadas análises estatísticas dos seguintes parâmetros: matéria seca da parte aérea da planta, teores de nutrientes absorvidos e análise química do solo, utilizando modelos de análise de variância, segundo GOMES (1985). As equações de regressões foram obtidas utilizando o programa SAEG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises químicas do solo após os tratamentos (antes do plantio das forrageiras)

Nos Quadros 3 e 4, são apresentados os resultados analíticos das amostras do material de solo, após os tratamentos, antes do plantio das forrageiras, após o período de incubação do solo.

Como era de se esperar, houve influência nos teores de Ca, Mg e valores das relações Ca/Mg no solo, sendo que os demais parâmetros não foram influenciados pelos tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por CARMELLO (1989). Já SFREDO (1976), observou que o pH se elevou e os teores de Al decresceram, à medida que as relações Ca/Mg no solo se estreitaram. Entretanto, este autor adotou para recomendação da calagem o método proposto por KAMPRATH (1970), modificado por MIELNICZUK et alii (1971), que indica quantidades de calcário bem superiores que o proposto por QUAGGIO (1983), adotado no presente trabalho. Observa-se ainda, que as relações Ca/Mg no solo foram menores que

QUADRO 3 - Resultados das análises do solo, após os tratamentos (antes do plantio das forrageiras).

Tratamento ⁽¹⁾	Relação Ca/Mg	P	S	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	
CaO (%) + MgO (%)	esperada	ppm		%				meq/100 g de solo			
68 + 32	2	35 a	24 a	3,7 a	6,0 a	0,57 a	2,4 d	1,7 a	2,9 a	0,1 a	
87 + 13	5	34 a	25 a	3,6 a	6,0 a	0,59 a	3,2 c	0,8 b	2,9 a	0,1 a	
96 + 4	10	32 a	24 a	3,8 a	6,0 a	0,58 a	3,6 b	0,4 c	2,9 a	0,1 a	
100 + 0	20	33 a	26 a	3,7 a	6,0 a	0,57 a	3,7 a	0,2 d	2,9 a	0,1 a	
\bar{M}		34	25	3,7	6,0	0,58	3,2	0,8	2,9	0,1	
CV (%)		12	14	15	2	7	5	12	2	1	

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, à nível de 5%.

QUADRO 4 - Soma de bases, capacidade de troca de cátions, saturação em bases, relações Ca/Mg e porcentagens de cátions, K, Ca e Mg na CTC no solo, após os tratamentos e antes do plantio das forrageiras.

Tratamento ⁽¹⁾	S	T	V	t	Relação Ca/		Porcentagens relativas na	
					Mg no solo	CTC no solo	K	Ca
68 + 32	4,6 a	7,5 a	61 a	4,57 a	1,4 c	12 a	51 d	36 a
87 + 13	4,6 a	7,5 a	61 a	4,58 a	4,0 c	13 a	70 c	17 b
96 + 4	4,6 a	7,5 a	61 a	4,63 a	9,0 b	13 a	78 b	9 c
100 + 0	4,6 a	7,5 a	61 a	4,60 a	18,0 a	13 a	83 a	4 d
\bar{M}	4,6	7,5	61	4,59	8,5	13	70,5	16,5
CV (%)	7	7	1	4	41	3	2	6

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, à nível de 5%.

a proposta inicialmente, após a incubação. Resultados semelhantes foram observados também no trabalho de CARMELLO (1989). Mas os resultados mais importantes foram os do S, T e V que permaneceram constantes permitindo assim melhor avaliação da variação das proporções de Ca e Mg.

4.2. Produção da matéria seca e relações Ca/Mg no tecido das forrageiras em função das relações Ca/Mg no solo

4.2.1. Produção de matéria seca

No Quadro 5 são apresentados os resultados da produção de matéria seca das forrageiras estudadas, em função das relações de Ca/Mg no solo. Observa-se que as forrageiras coloniã, decumbens e brizantea tiveram decréscimo na produção de matéria seca à medida que se elevou as relações Ca/Mg no solo, sendo esta mais acentuada na decumbens. O comportamento dessas três forrageiras é ilustrado nas Figuras 2, 3 e 4. Esses resultados se devem, sem dúvida, aos baixos teores de Mg no solo em associação ao desequilíbrio Ca/Mg no solo, provocado pelos corretivos de baixa concentração deste último nutriente. Essa afirmação é consistente uma vez que o teor de Mg inicial no solo é de 0,2 meq/100 g de solo, ou seja, bem abaixo do teor considerado baixo pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1989), que é inferior a 0,5 meq/100 cc de solo.

QUADRO 5 - Produção de matéria seca das forrageiras em função das relações Ca/Mg no solo (grama/vaso).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	31,80 a	30,60 ab	29,59 bc	28,27 c	3
Decumbens	35,22 a	34,79 b	31,60 b	26,45 c	4
Brizantea	34,27 ab	36,02 a	33,40 bc	31,86 c	3
Andropogon	13,65 a	14,15 a	12,81 a	14,29 a	11

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, à nível de 5%.

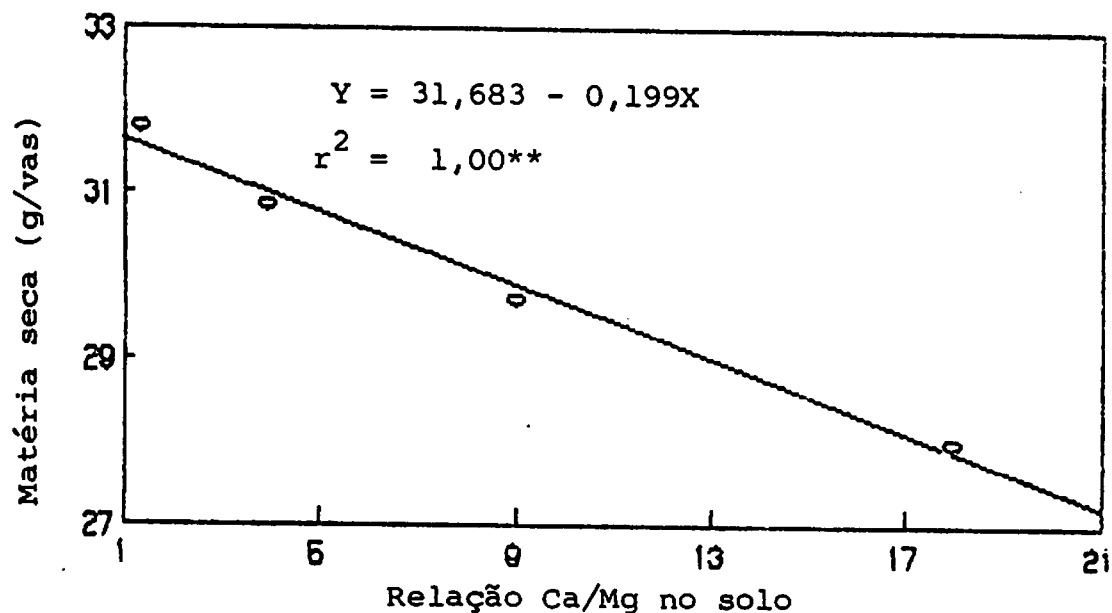


FIGURA 2 - Produção de matéria seca do colonião, em função da relação Ca/Mg no solo.

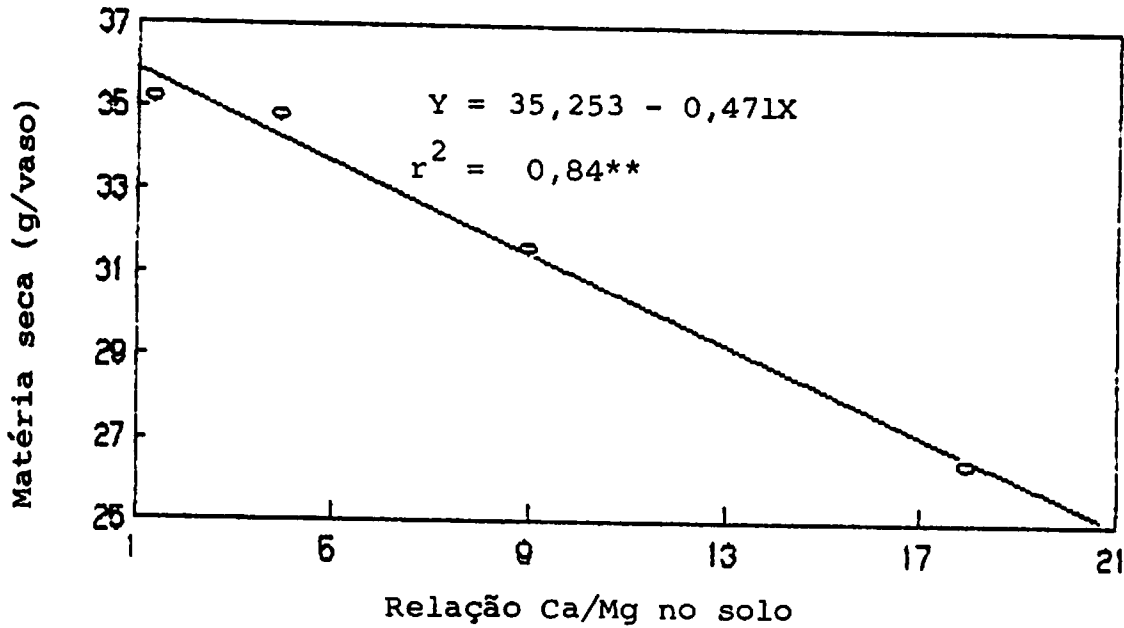


FIGURA 3 - Produção de matéria seca da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

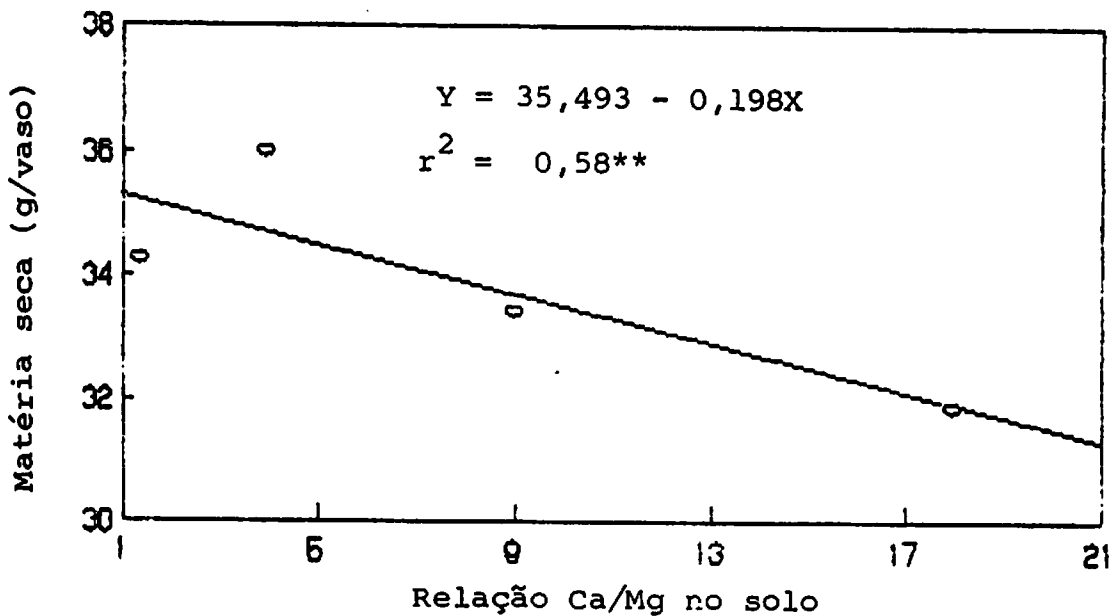


FIGURA 4 - Produção de matéria seca da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo

A aplicação de materiais corretivos de relação Ca/Mg alta, além de não corrigir os baixos teores de Mg no solo, ainda provocou um aumento excessivo de Ca. Sob essas condições OVERSTREET et alii (1952), MORE et alii (1961), LIEROP et alii (1979), comprovaram que a absorção do Mg é prejudicada. Este foi sem dúvida mais um fator que contribuiu para agravar a nutrição das plantas, afetando assim a produção de matéria seca das forrageiras (Quadro 5).

Os resultados do presente trabalho corroboram àqueles de HALSTEAD et alii (1958) com alfafa, SFREDO (1976) com sorgo, ARANTES (1983) e CARMELLO (1989) com milho. Já KEY et alii (1962) com milho e MELLO & KAMINSKI (1990) com aveia, observaram que a produção de matéria seca não era afetada pelas relações Ca/Mg do corretivo, quando o Ca e o Mg estavam em quantidades suficientes no solo.

O andropogon não respondeu às relações Ca/Mg no solo, e isto se deve à rusticidade maior que esta espécie forrageira possui (SIQUEIRA, 1986).

4.2.2. Relações Ca/Mg no tecido

No Quadro 6 são apresentados os resultados das relações Ca/Mg no tecido, em função das relações Ca/Mg no solo, para as forrageiras estudadas. Como era de se esperar, observa-se que com o aumento das relações Ca/Mg no solo, houve um aumento cor -

QUADRO 6 - Relações Ca/Mg no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo.

Forrageira	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	0,89 d	1,39 c	2,01 b	2,78 a	5
Decumbens	0,48 d	0,99 c	1,39 b	1,87 a	14
Brizantea	0,47 d	0,91 c	1,44 b	2,37 a	7
Andropogon	1,28 b	2,19 a	2,93 a	2,94 a	16

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, à nível de 5%.

responde das relações Ca/Mg no tecido.

Nas forrageiras colonião, decumbens e brizantea, o efeito foi tão pronunciado, que necessitou-se utilizar a equação potencial (Figuras 5, 6 e 7, respectivamente). Para o andropogon a curva de resposta foi de modelo quadrática (Figura 8), com um ponto máximo de 3,23. Estes resultados demonstram claramente que os teores de Ca e Mg no tecido das plantas dependem das quantidades adicionadas no solo, e isto foi comprovado por WADDINGTON et alii (1972) na forrageira Agrostis palustris, CARMELLO (1989) e ARANTES (1983) em milho.

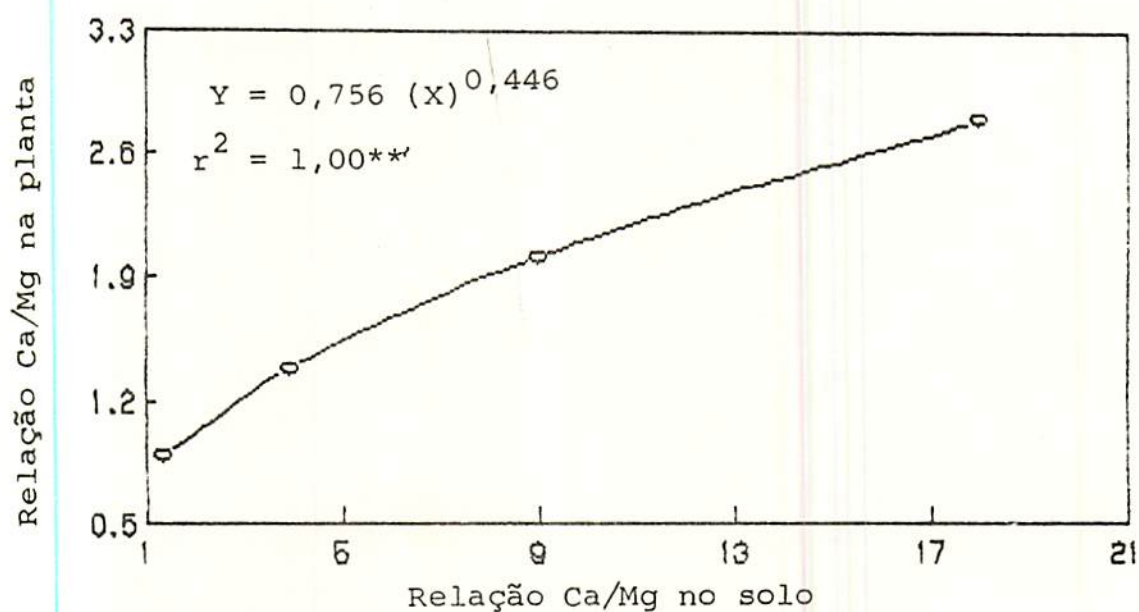


FIGURA 5 - Relação Ca/Mg no tecido do colônio, em função da relação Ca/Mg no solo.

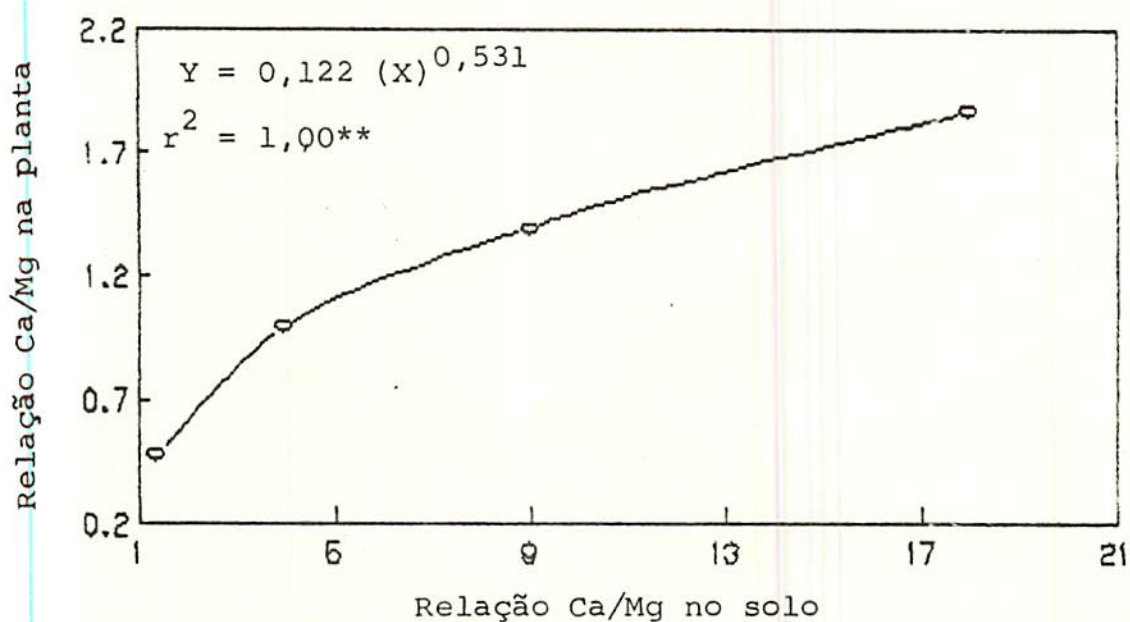


FIGURA 6 - Relação Ca/Mg no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

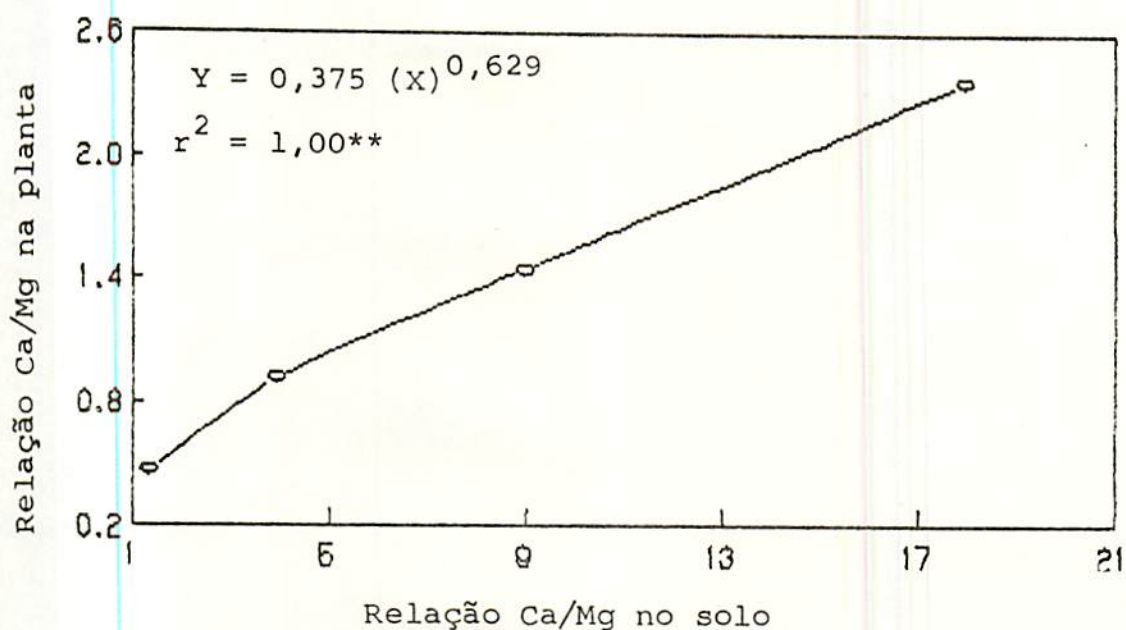


FIGURA 7 - Relação Ca/Mg no tecido da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo.

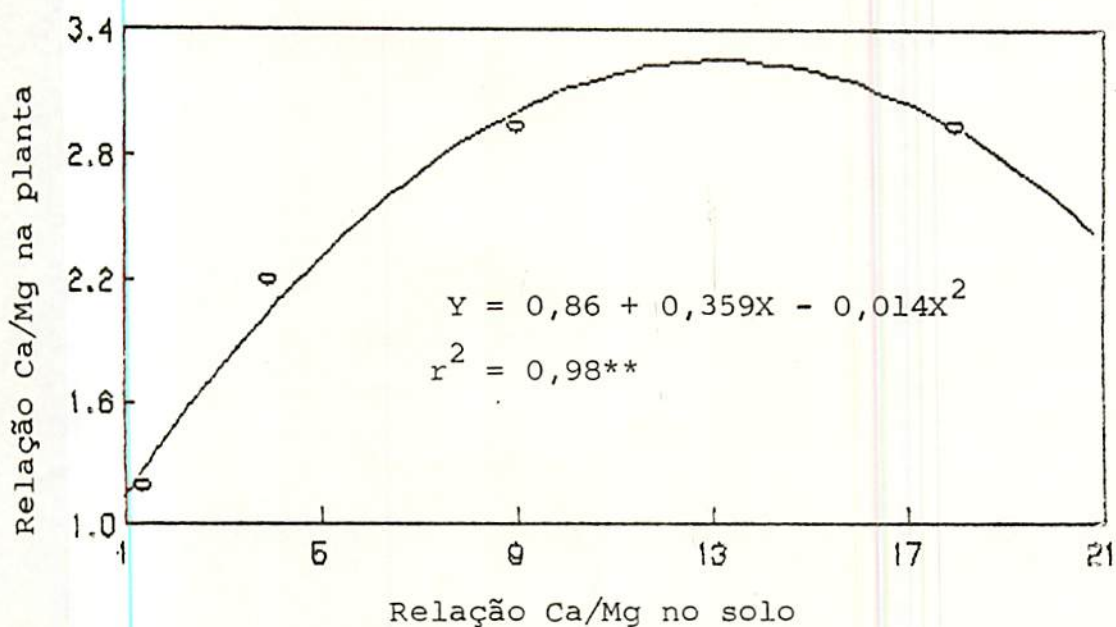


FIGURA 8 - Relação Ca/Mg no tecido do andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo.

4.3. Influência das relações Ca/Mg no solo, nas quantidades absorvidas de N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes e teores no tecido das plantas

4.3.1. N absorvido e teores no tecido

No Quadro 7 são apresentados os valores de N absorvido pelas forrageiras estudadas. Observa-se que somente para a decumbens é que houve resposta ao N absorvido, com diferença estatística sendo estes valores menores, à medida que se elevou as relações Ca/Mg no solo. A resposta desta forrageira apresentada na Figura 9, mostra que o N absorvido decresceu de forma quadrática, e teve um ponto máximo de 485,25 mg/vaso. Este comportamento se deve à resposta da matéria seca em função das relações Ca/Mg no solo, uma vez que os teores de N no tecido das forrageiras estudadas não foram influenciados pelas relações Ca/Mg no solo (Quadro 8). Entretanto para o milho, CARMELLO (1989), observou que os teores de N no tecido decresceram de forma quadrática, à medida que as relações Ca/Mg se elevaram.

Quanto aos valores dos teores observados, no caso do colonião, os resultados foram pouco inferiores aos encontrados por Gomide (1978), citado por MC DOWELL (1985), levando-se em conta a idade da planta forrageira. As demais forrageiras não foram comparadas.

QUADRO 7 - Quantidades de N absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Cclonião	408,64 a	329,38 a	349,13 a	348,46 a	16
Decumbens	543,23 a	526,94 a	495,07 ab	385,61 b	10
Brizantea	516,90 a	499,23 a	463,89 a	496,41 a	13
Andropogon	222,67 a	211,33 a	220,18 a	230,01 a	16

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

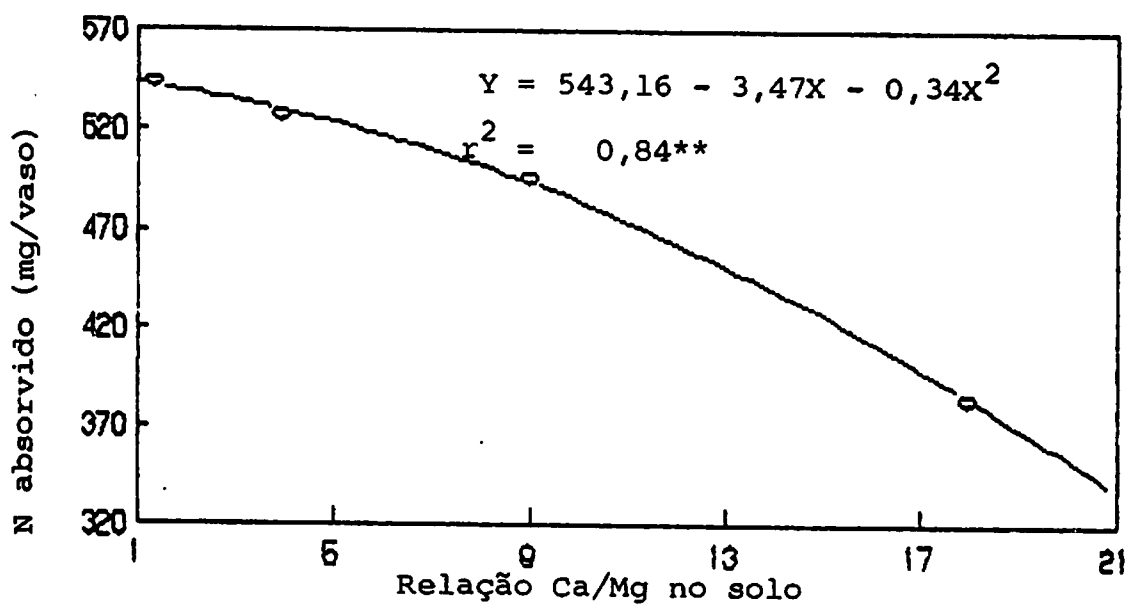


FIGURA 9 - N absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

QUADRO 8 - Teores de N no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	1,28 a	1,11 a	1,20 a	1,23 a	10
Decumbens	1,55 a	1,52 a	1,57 a	1,49 a	8
Brizantea	1,51 a	1,39 a	1,40 a	1,56 a	9
Andropogon	1,63 a	1,75 a	1,60 a	1,65 a	12

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

4.3.2. P absorvido e teores no tecido

No Quadro 9 são apresentados os valores de P absorvidos pelas forrageiras estudadas em função das relações Ca/Mg no solo. Observa-se que não houve influência das relações Ca/Mg no solo nos valores de P absorvido para todas as forrageiras.

No Quadro 10 observa-se que os teores também não foram influenciados pelas relações Ca/Mg no solo. Esses resultados concordam com os obtidos por CARMELLO (1989) para a cultura do milho, mas GROVE & SUMNER (1985), para a mesma cultura, observaram que além do Mg, o P também era afetado pela calagem excessiva, o que não ocorreu no presente trabalho, devido às dosagens da calagem não serem excessivas a ponto de provocar fixação do P.

QUADRO 9 - Quantidades de P absorvido pelas forrageiras, em função das relações de Ca/Mg no solo (mg/vaso).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	37,18 a	36,72 a	34,91 a	34,63 a	7
Decumbens	42,19 a	43,02 a	36,00 a	32,80 a	17
Brizantea	37,61 a	40,64 a	39,00 a	36,64 a	8
Andropogon	13,98 a	14,16 a	12,86 a	15,11 a	22

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

QUADRO 10 - Teores de P no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	0,12 a	0,12 a	0,12 a	0,12 a	1
Decumbens	0,13 a	0,11 a	0,12 a	0,13 a	6
Brizantea	0,12 a	0,11 a	0,11 a	0,11 a	3
Andropogon	0,12 a	0,11 a	0,11 a	0,10 a	5

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

Quanto aos valores dos teores de P no tecido das forrageiras, os obtidos no colônião foram bem próximos aos encontrados por Gomide (1978), citado por MC DOWELL (1983), levando-se em conta a idade da planta forrageira na ocasião do corte. As demais forrageiras não puderam ser comparadas.

4.3.3. K absorvido e teores no tecido

No Quadro 11 são apresentados os valores de K absorvido, em função das relações Ca/Mg no solo. Observa-se que somente para a brizantea é que houve resposta ao K absorvido, com diferença estatística, sendo que estes valores cresceram à medida que se elevaram as relações Ca/Mg no solo. A resposta desta forrageira, apresentada na Figura 10, mostra que a curva do K absorvido foi de forma quadrática, com um ponto máximo aproximado de 590.

No Quadro 12 são apresentados os teores de K no tecido das forrageiras estudadas, em função das relações Ca/Mg no solo. Observa-se uma tendência do colônião, da decumbens e da brizantea elevarem seus teores; já o andropogon, comportou-se indiferente. Nas Figuras 11 e 13 é ilustrado a curva dos teores de K no tecido das forrageiras colônião e brizantea, cresceram de forma quadrática, com pontos máximos de 1,612 e 1,89%, respectivamente, e na Figura 12 ilustra que os teores de K no tecido da decumbens cresceram de forma linear. Estes resultados são diferen-

QUADRO 11 - Quantidades de K absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	455,50 a	422,68 a	453,55 a	455,09 a	6
Decumbens	540,06 a	602,60 a	558,29 a	593,47 a	13
Brizantea	503,77 b	520,43 ab	573,72 a	587,28 a	5
Andropogon	247,09 a	279,11 a	262,26 a	291,79 a	16

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

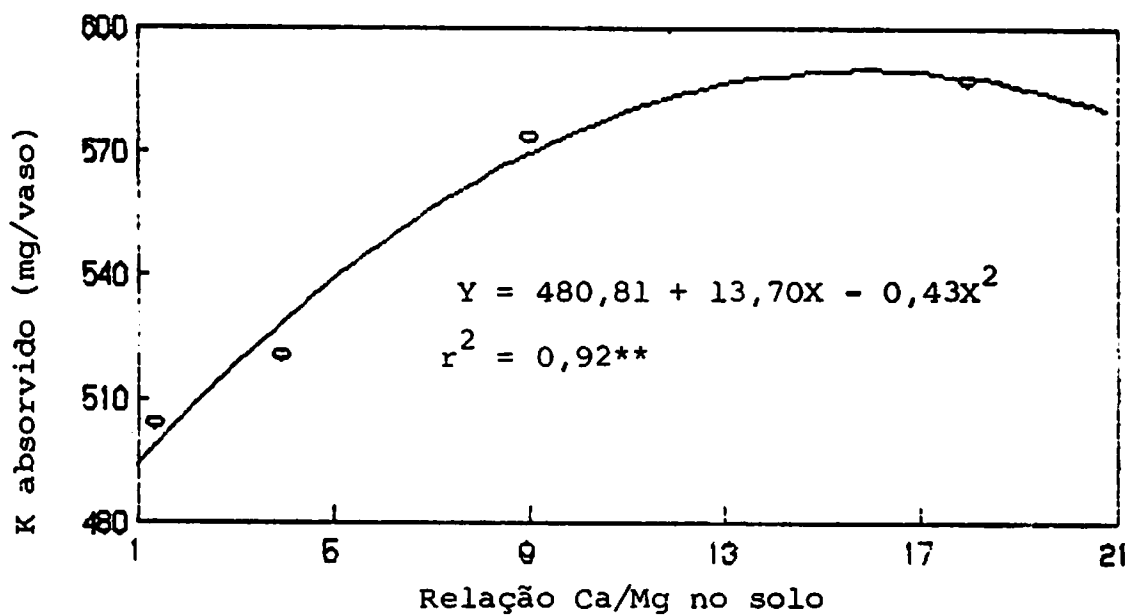


FIGURA 10 - K absorvido pela brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo.

QUADRO 12 - Teores de K no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	1,44 ab	1,38 b	1,56 ab	1,61 a	7
Decumbens	1,53 b	1,73 b	1,76 b	2,26 a	12
Brizantea	1,478b	1,445 b	1,732 a	1,845 a	5
Andropogon	1,867 a	1,967 a	2,045 a	2,032 a	13

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

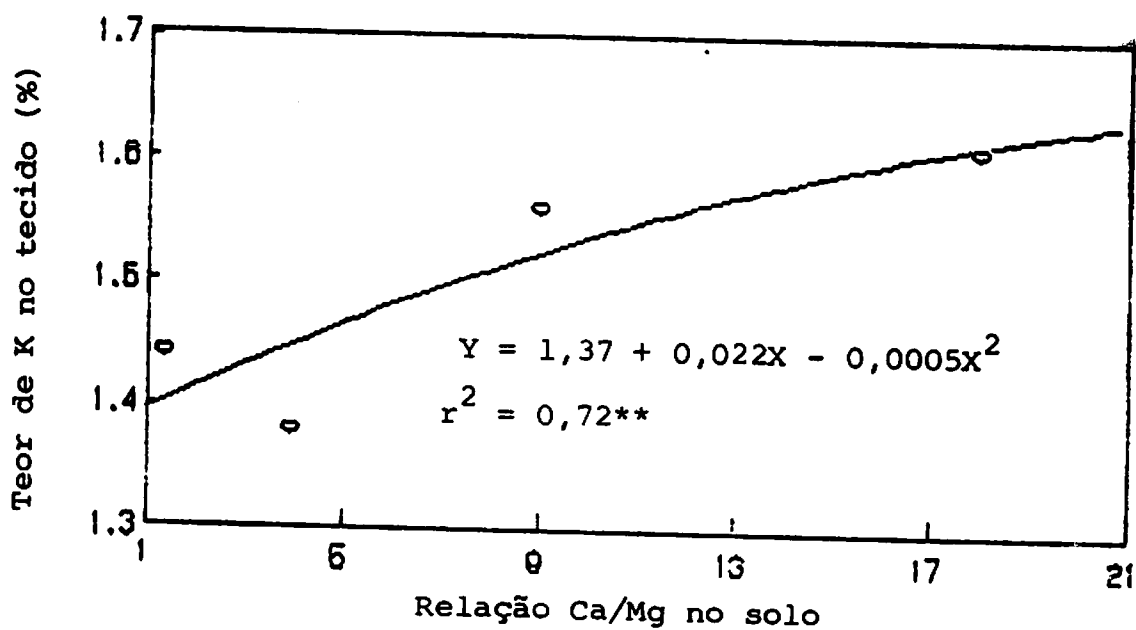


FIGURA 11 - Teor de K no tecido do colonião, em função da relação Ca/Mg no solo.

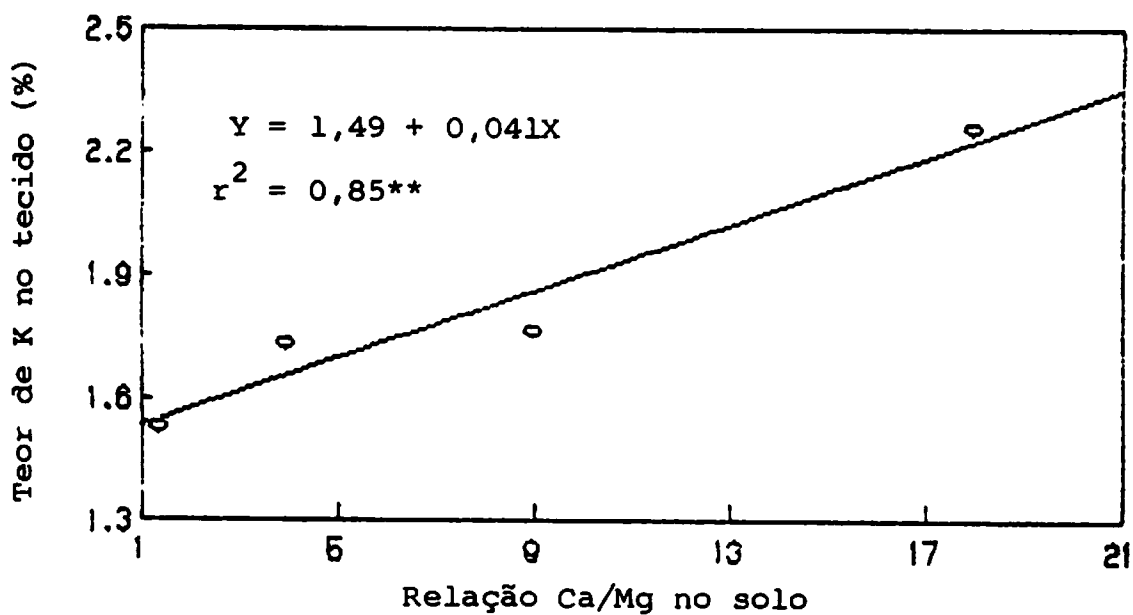


FIGURA 12 - Teor de K no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

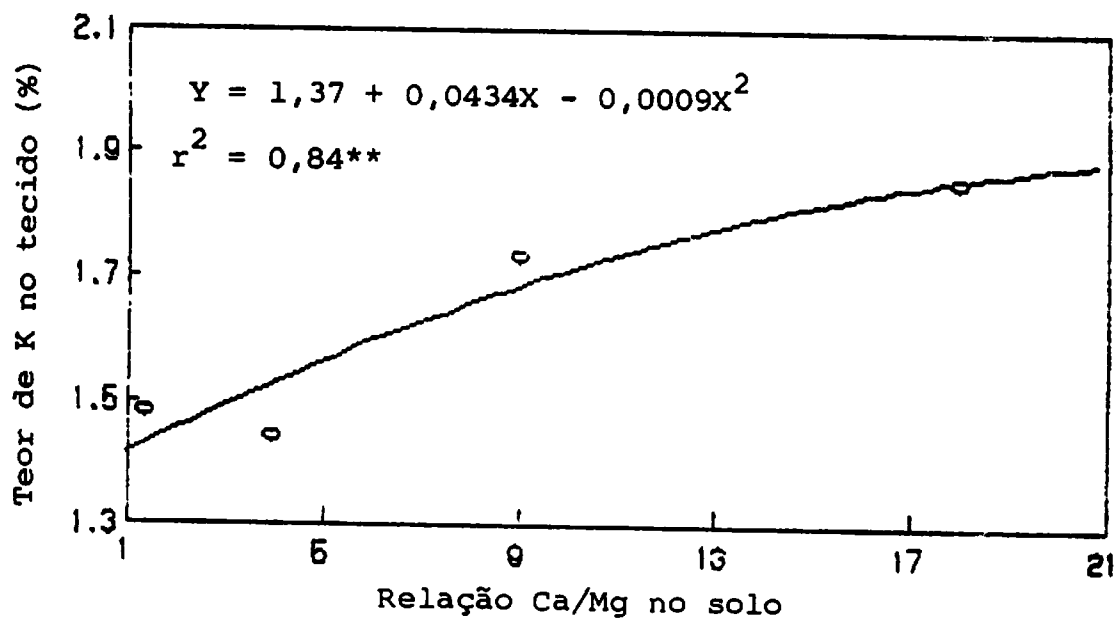


FIGURA 13 - Teor de K na brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo.

tes dos observados em milho, por JUO & UZO (1970), SOARES (1975) em centeio, CARMELLO (1989) em milho, BRADAWAY & BUSLER (1968) em aveia. Já ARANTES (1983), observou em milho, que os teores de K no tecido, foram indiferentes às relações Ca/Mg no solo.

Os diferentes resultados do presente trabalho em relação aos supracitados se devem provavelmente, à um sinergismo do Ca e K, uma vez que os corretivos com relações maiores de Ca/Mg não elevaram excessivamente os teores de Ca no solo, sendo os mesmos, considerados médios pela CFSEMG (1989). Esta observação foi feita primeiramente por VIETS (1944), em raízes de cevada, do qual recebeu o nome de efeito VIETS, sendo depois comprovado por OVERSTREET et alii (1952). Já os menores valores de K absorvido e teores de K no tecido, em relações menores de Ca/Mg do corretivo se devem, a uma competição do Mg em relação ao K, já que os teores deste cátion no solo cresceram em até 1,7 meq/100 g de solo, considerado alto pela CFSEMG (1989). Esta afirmação se fundamenta nas observações de FOY & BARBER (1958) em milho, SMITH (1975) em alfafa.

Quanto aos valores dos teores de K no tecido das forrageiras estudadas (Quadro 12), os observados no colômbio estiveram abaixo do encontrado por Gomide (1978), citado por MC DOWELL (1985), levando-se em conta a idade da planta forrageira. Entretanto, os valores foram bem próximos daqueles obtidos por MONTEIRO et alii (1980), em três cortes durante o ano:

4.3.4. Ca absorvido e teores no tecido

No Quadro 13 são apresentados os resultados de Ca absorvido pelas quatro forrageiras estudadas. Observa-se que com exceção do colômbio, as demais forrageiras apresentaram um aumento nos valores de Ca absorvido, à medida que se elevou as relações de Ca/Mg no solo, pelos devidos corretivos. O comportamento das forrageiras que responderam, são apresentados nas Figuras 14, 15 e 16, respectivamente para a decumbens, brizantea e andropogon. Observa-se que os valores de Ca absorvido cresceram de forma quadrática, com pontos máximos de 192,38; 222,20 e 75,12 mg/vaso, respectivamente.

Já com relação aos teores no tecido (Quadro 14), evidencia-se que todas as forrageiras elevaram seus teores no tecido, com a elevação das relações Ca/Mg no solo. Nas Figuras 17, 18, 19 e 20, observa-se que a curva dos teores de Ca no tecido foram quadráticas, com pontos máximos de 0,43; 0,60; 0,67 e 0,55% para o colômbio, decumbens, brizantea e andropogon, respectivamente.

A queda após certo ponto, nos valores de Ca absorvido e nos teores de Ca no tecido se deve mais à limitação do crescimento e desenvolvimento das plantas, ocorrida pela deficiência do Mg. Desta maneira, na falta do Mg, a absorção do Ca não é favorecida porque o Ca para ser absorvido, as plantas não devem sofrer nenhuma limitação, permitindo assim que as raízes permaneçam em constante crescimento, pois a nutrição da planta por este

QUADRO 13 - Quantidades de Ca absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	122,41 a	126,31 a	120,06 a	121,56 a	6
Decumbens	161,62 ab	208,68 a	179,38 ab	141,33 b	15
Brizantea	162,34 b	191,52 ab	214,18 a	208,72 a	7
Andropogon	48,28 b	64,42 ab	67,31 a	74,69 a	18

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

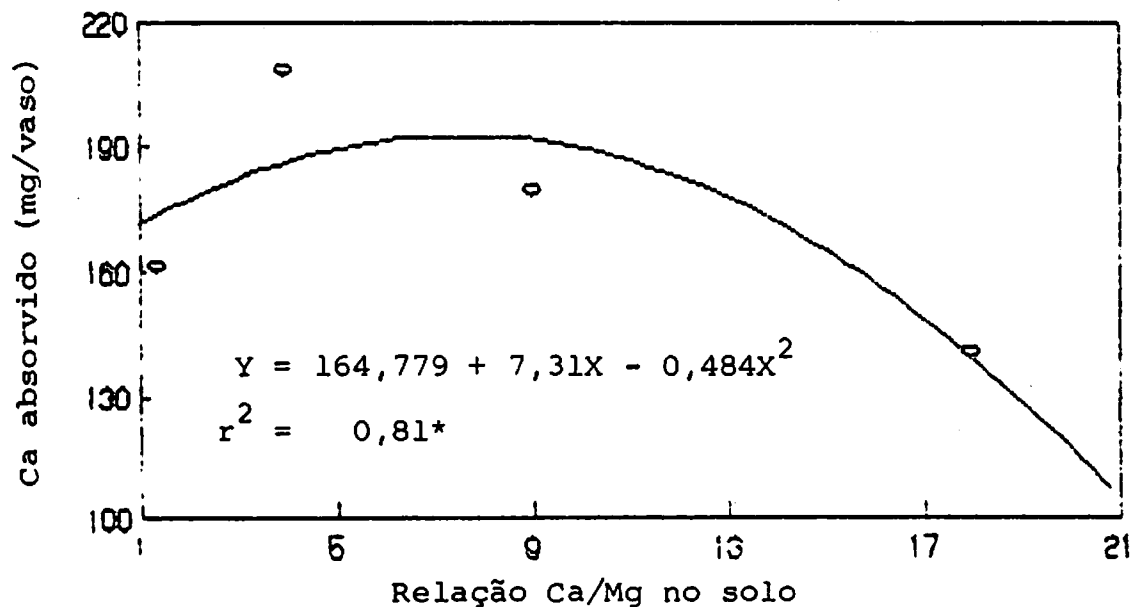


FIGURA 14 - Ca absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

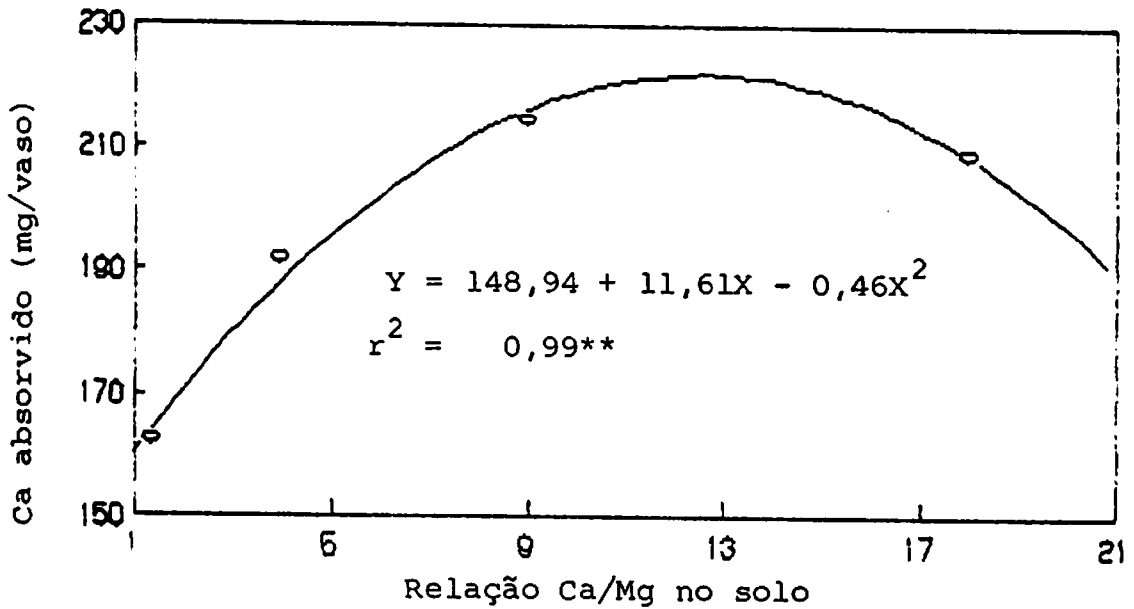


FIGURA 15 - Ca absorvido pela brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo.

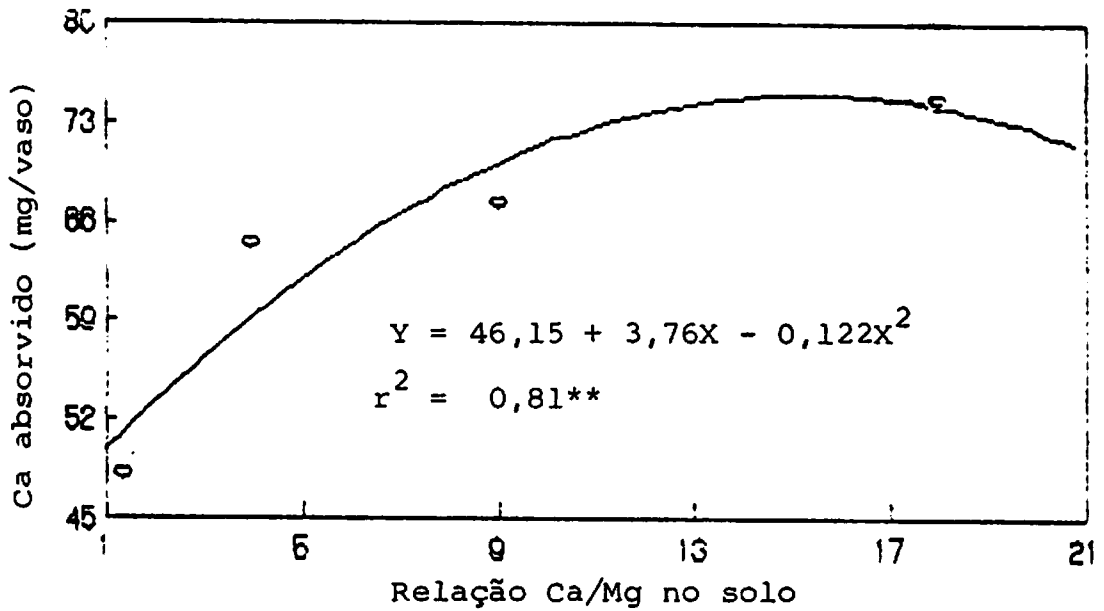


FIGURA 16 - Ca absorvido pelo andropogon em função da relação Ca/Mg no solo.

QUADRO 14 - Teores de Ca no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	0,38 b	0,42 a	0,42 a	0,43 a	3
Decumbens	0,46 b	0,60 a	0,57 ab	0,54 ab	12
Brizantea	0,43 b	0,53 b	0,65 a	0,66 a	7
Andropogon	0,36 b	0,45 a	0,53 a	0,52 a	10

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

nutriente, só se dá via apoplasto, onde não ocorreu a suberização das células da endoderme (estrias de Caspary) (BANGERTH, 1979). Resultados com tendências similares ao do presente trabalho, foram observados nos trabalhos de ARANTES (1983), CARMELLO (1989) e MELLO & KAMINSKI (1990).

Quanto aos valores dos teores de Ca no tecido das forrageiras do presente trabalho (Quadro 14), os observados no colonião foram superiores aos encontrados por Gomide (1978), citado por MC DOWELL (1985). Entretanto foram inferiores se comparados com os obtidos por MONTEIRO et alii (1980).

Existem vários fatores que influenciam os teores de Ca no tecido das forrageiras, entre os quais a idade da planta (Gomide, 1978, citado por MC DOWELL, 1985), nível da fertiliza -

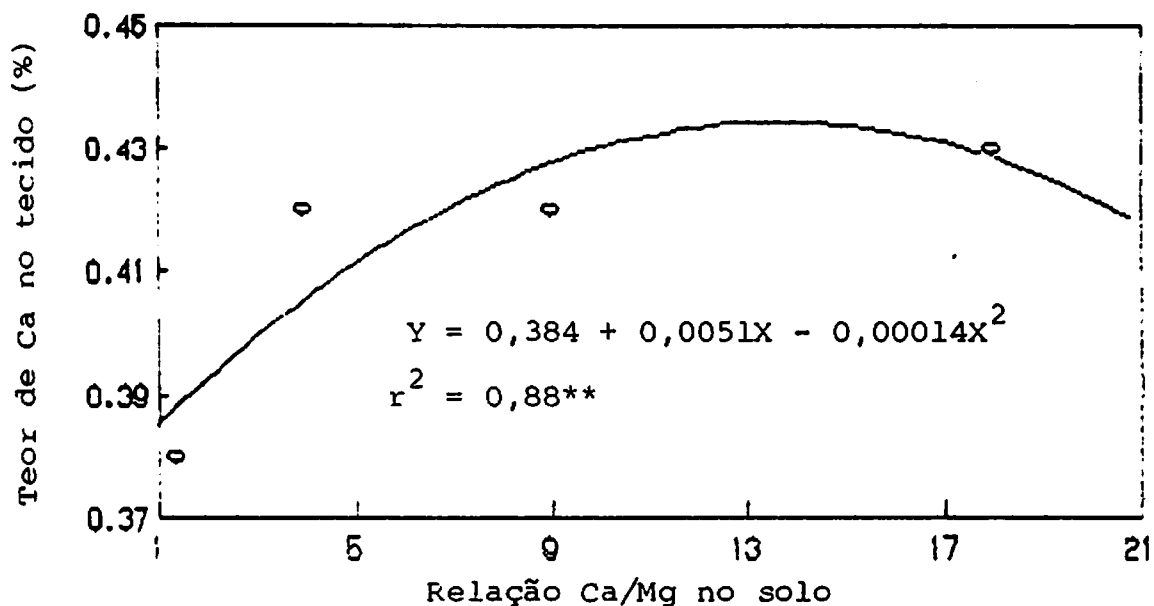


FIGURA 17 - Teor de Ca no tecido do colônio, em função da relação Ca/Mg no solo.

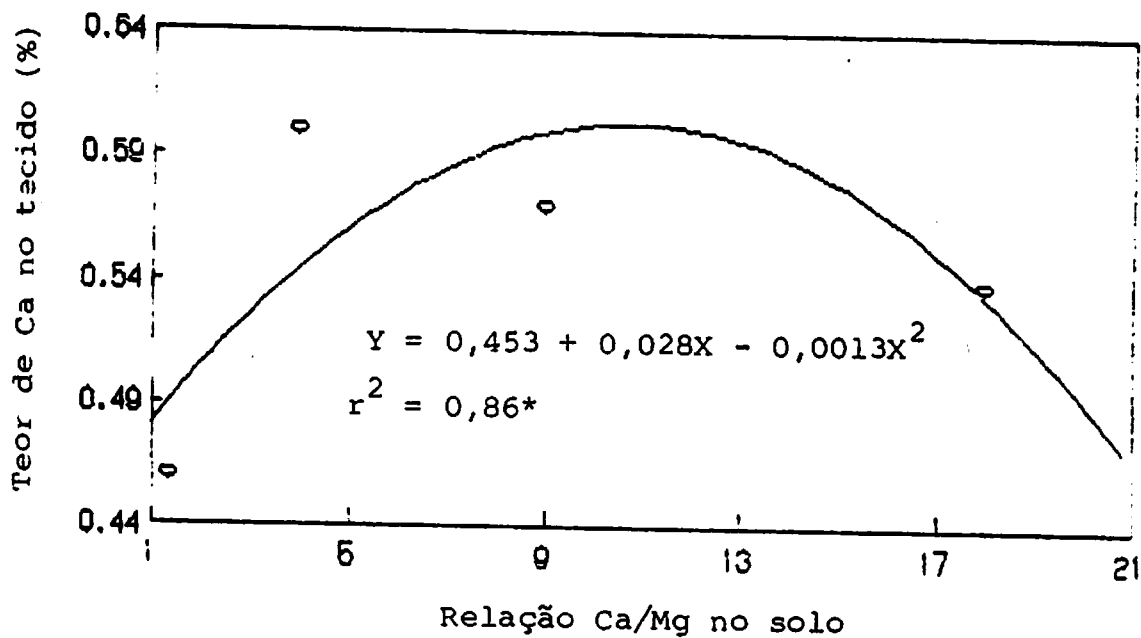


FIGURA 18 - Teor de Ca no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

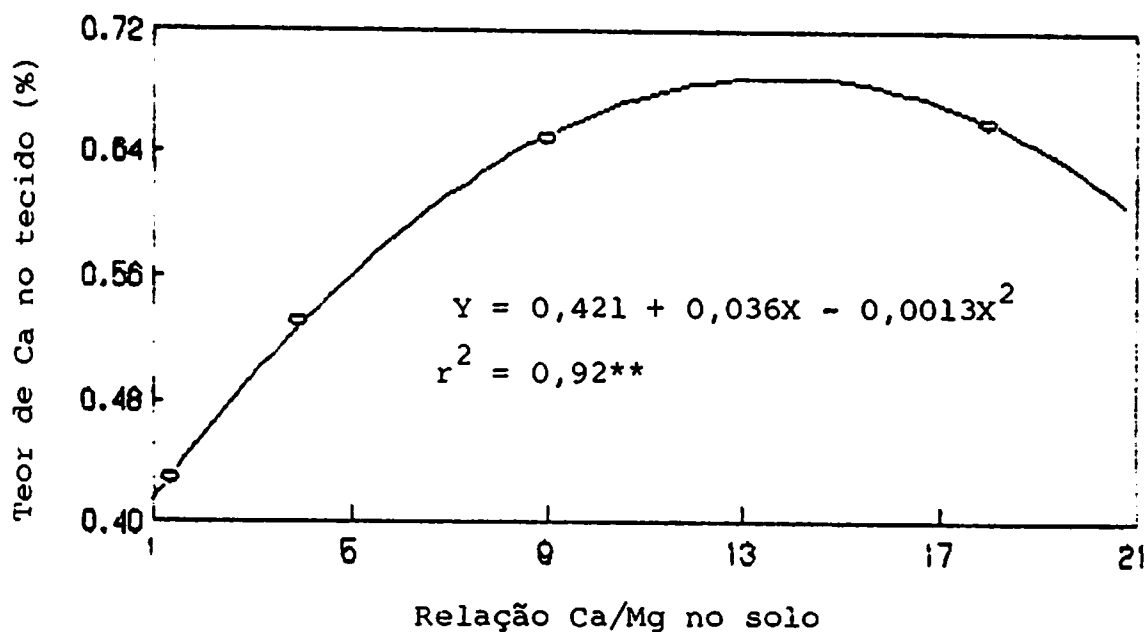


FIGURA 19 - Teor de Ca no tecido da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo.

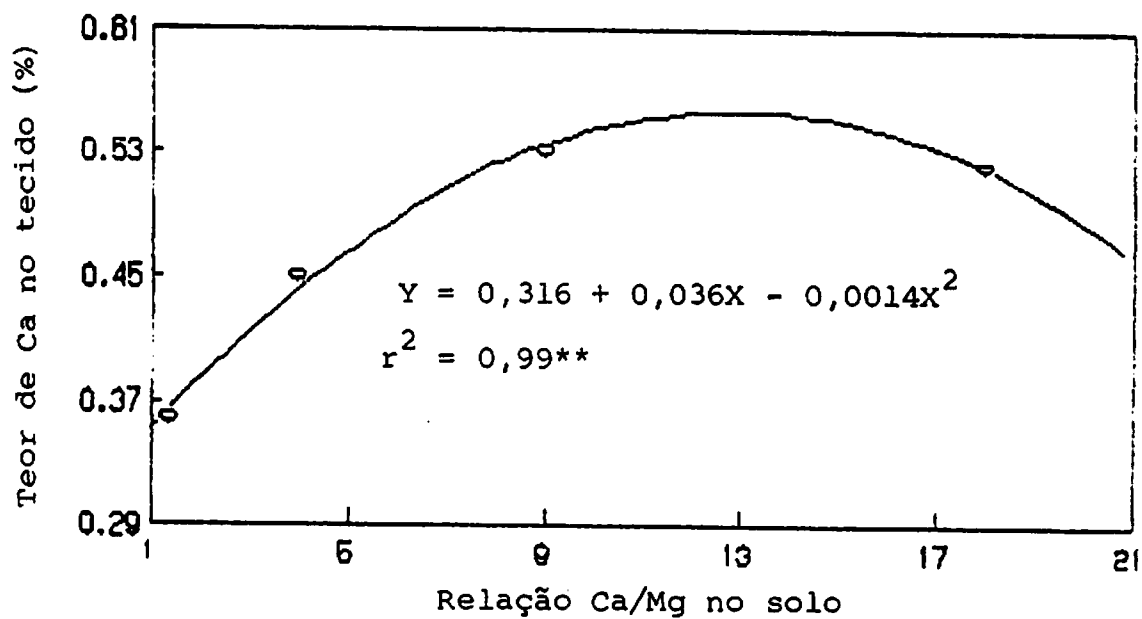


FIGURA 20 - Teor de Ca no tecido do andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo.

ção do N (MONTEIRO et alii, 1980) e o próprio teor de Ca no solo (WADDINGTON et alii, 1972).

4.3.5. Mg absorvido e teores no tecido

No Quadro 15 são apresentados os resultados de Mg absorvido para as forrageiras estudadas. Observa-se que as médias sofreram acentuados decréscimos, em função do alargamento das relações Ca/Mg no solo. Desta maneira, para ilustrar o fenômeno nas figuras, necessitou-se utilizar equações potenciais para as forrageiras colonião, decumbens e brizantea, e hiperbólica para o andropogon, Figuras 21, 22, 23 e 24. Essas tendências foram ob

QUADRO 15 - Quantidades de Mg absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	138,53 a	91,05 b	59,71 c	43,79 c	10
Decumbens	336,91 a	212,38 b	129,48 c	79,52 d	7
Brizantea	350,71 a	211,27 b	148,97 bc	88,50 c	15
Andropogon	38,63 a	28,57 b	23,15 b	25,92 b	18

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

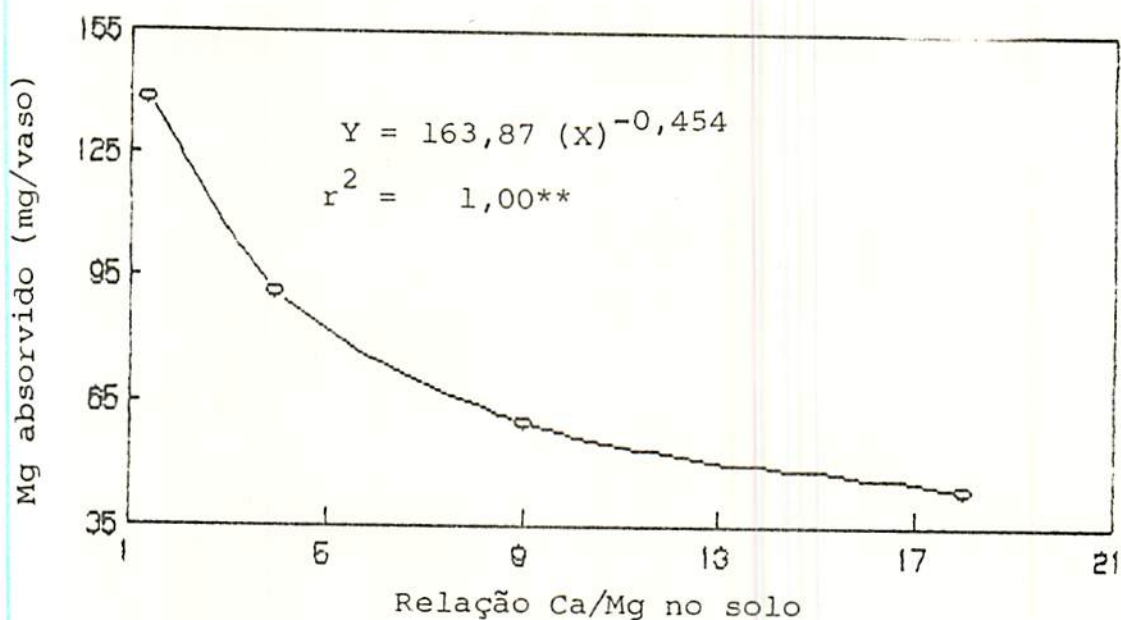


FIGURA 21 - Mg absorvido pelo colonião, em função da relação Ca/Mg no solo.

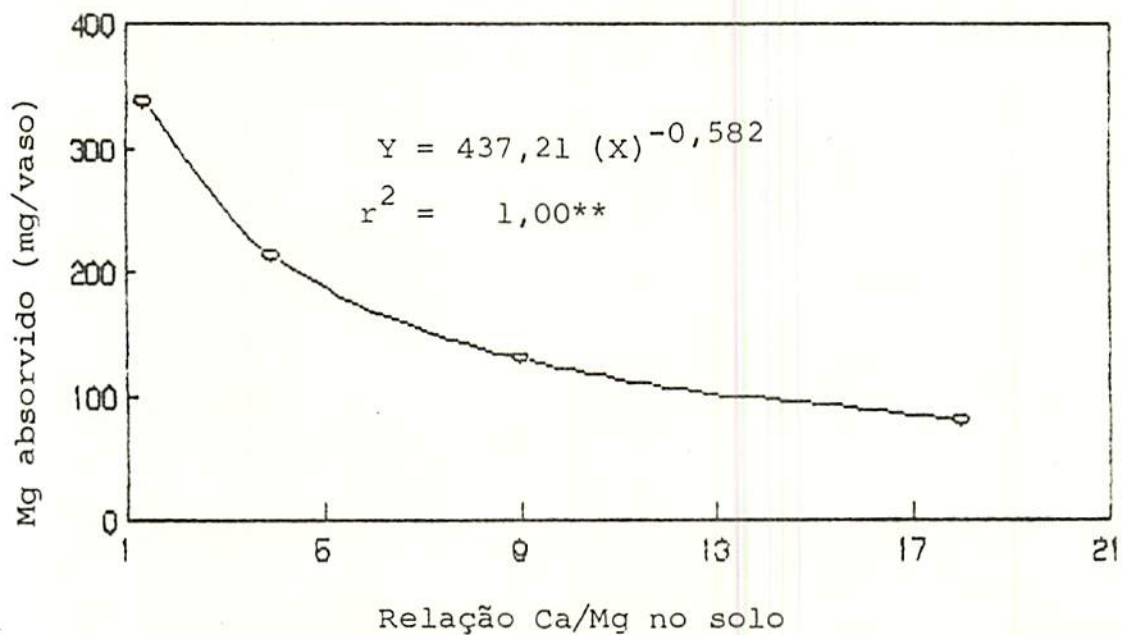


FIGURA 22 - Mg absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

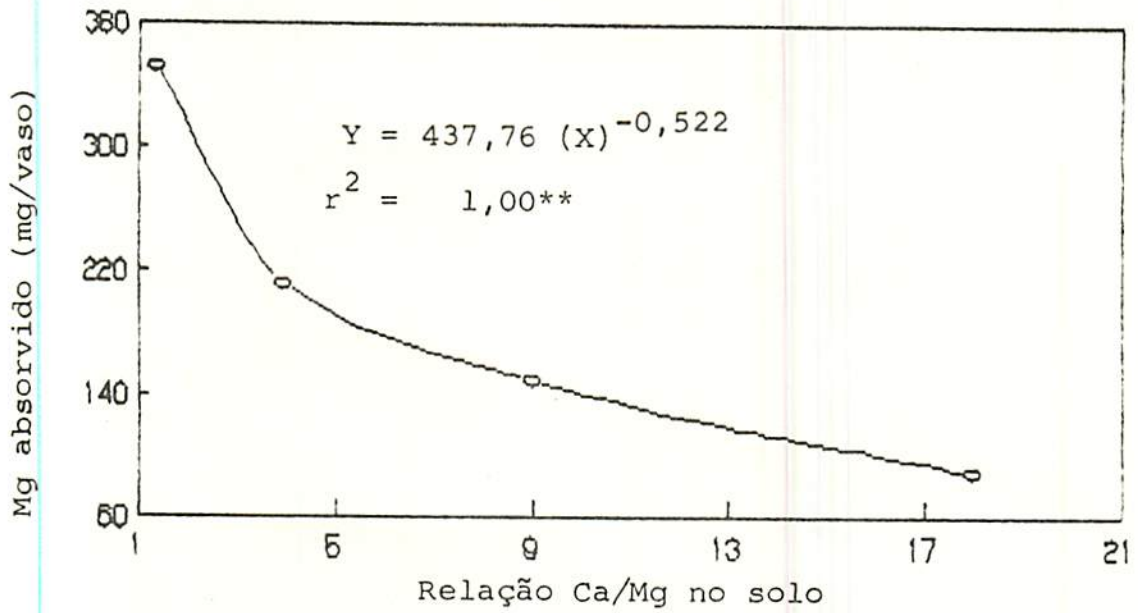


FIGURA 23 - Mg absorvido pela brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo.

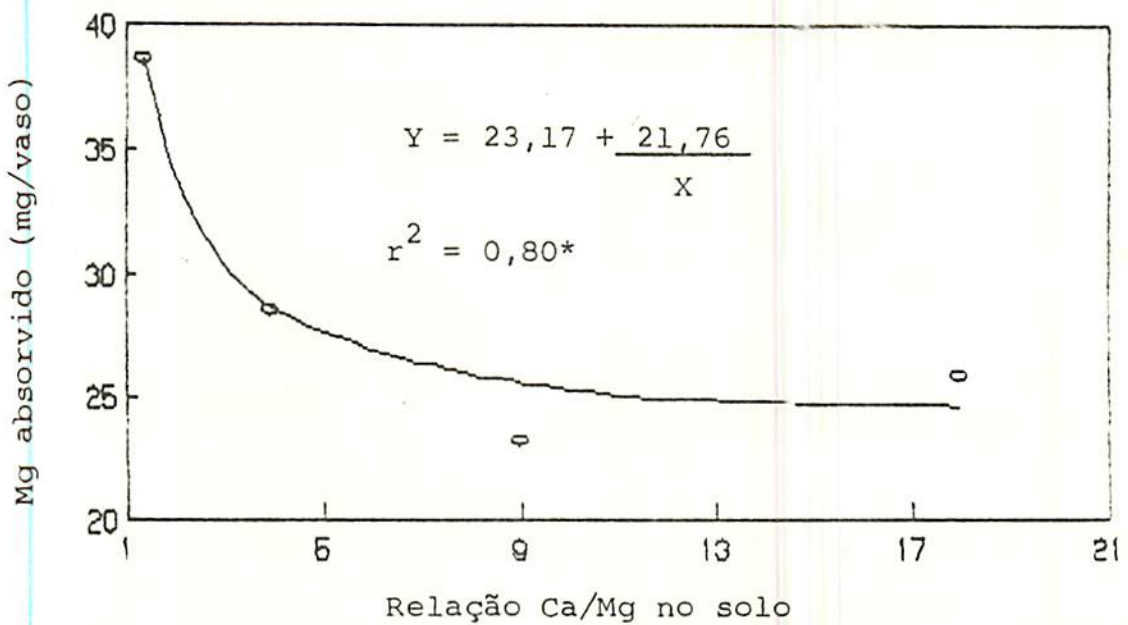


FIGURA 24 - Mg absorvido pelo andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo.

servadas de maneira idêntica para os teores de Mg no tecido, Quadro 16 e Figuras 25, 26, 27 e 28, e neste caso a curva de resposta ajustada para o andropogon, também foi a equação potencial. Estes resultados, se devem sem dúvida, à adição de Mg no solo pelos corretivos com porcentagens de 32, 13 e 4 de MgO. Desta maneira, os teores deste nutriente no solo passaram a 0,4, 0,8 e 1,7 meq/100 g, respectivamente (Quadro 3). Segundo o boletim de Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (CFSEMG, 1989), esses teores são considerados baixos, médios e altos, respectivamente.

QUADRO 16 - Teores de Mg no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	0,44 a	0,30 b	0,20 c	0,16 d	7
Decumbens	0,96 a	0,61 b	0,41 c	0,28 d	7
Brizantea	1,02 a	0,59 b	0,45 b	0,28 c	13
Andropogon	0,28 a	0,21 b	0,18 b	0,18 b	12

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

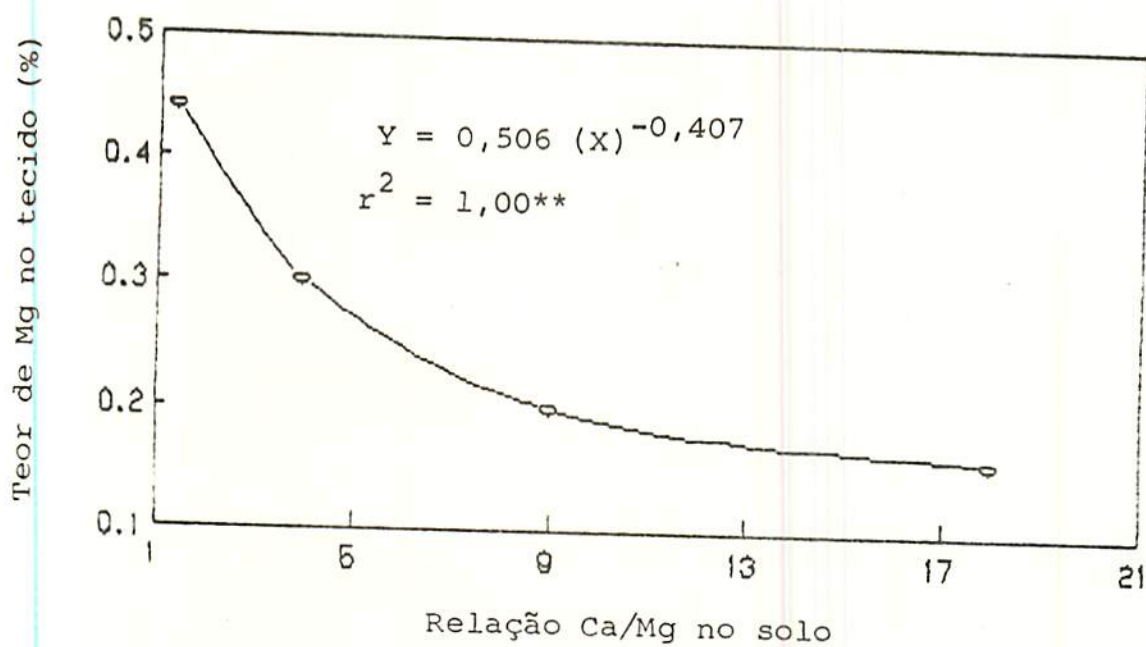


FIGURA 25 - Teor de Mg no tecido do colônio, em função da relação Ca/Mg no solo.

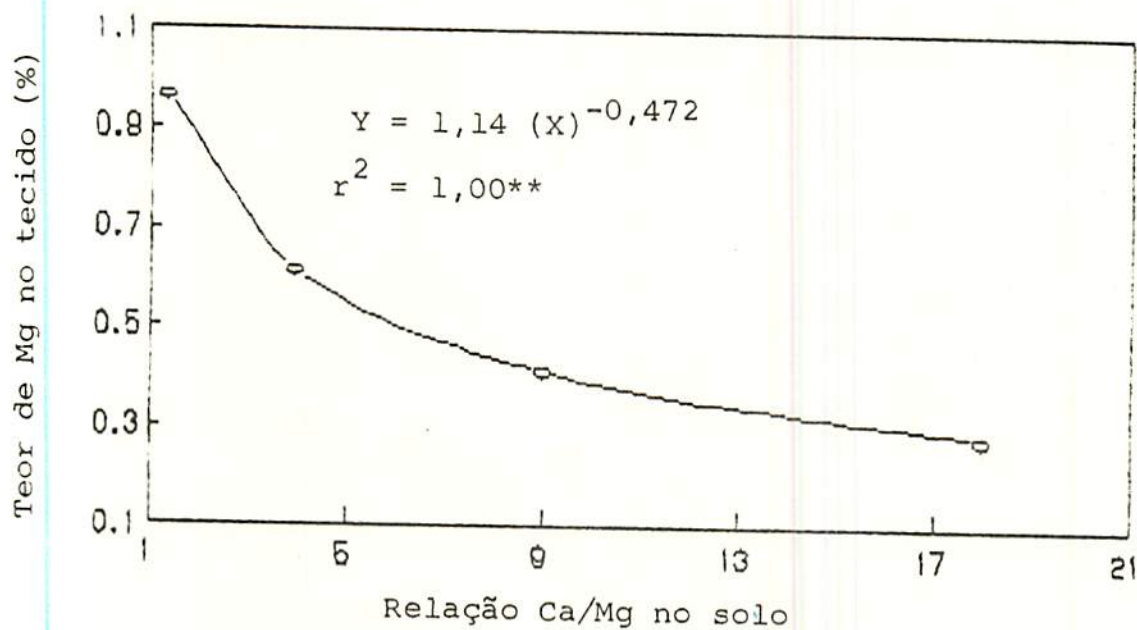


FIGURA 26 - Teor de Mg no tecido da decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

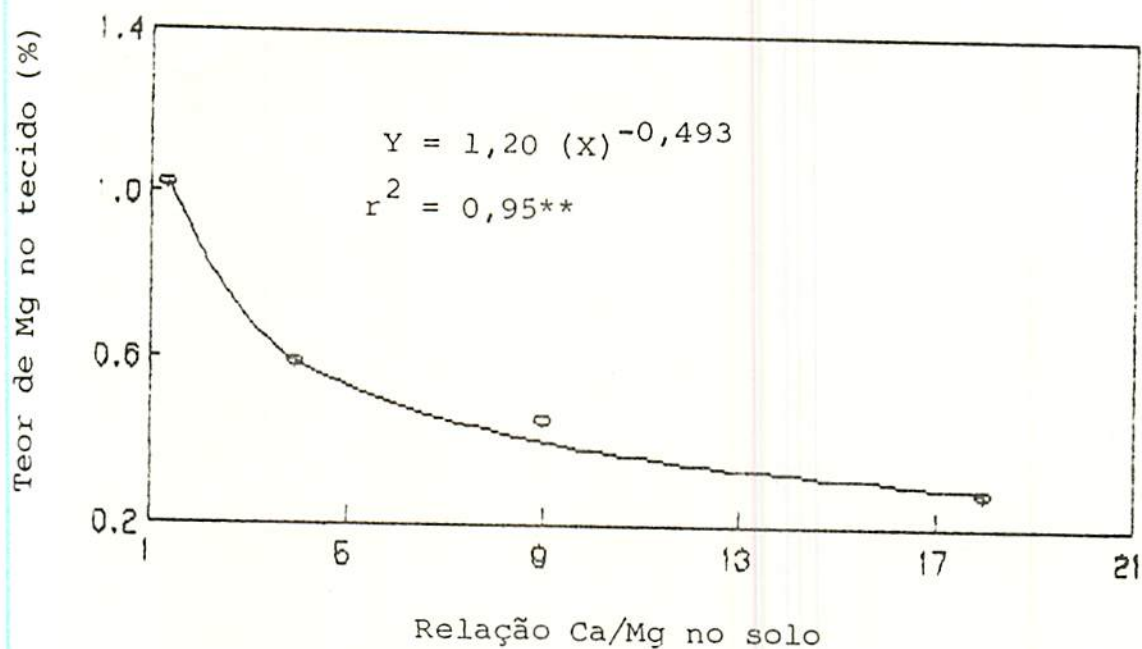


FIGURA 27 - Teor de Mg no tecido da brizantea, em função da relação Ca/Mg no solo.

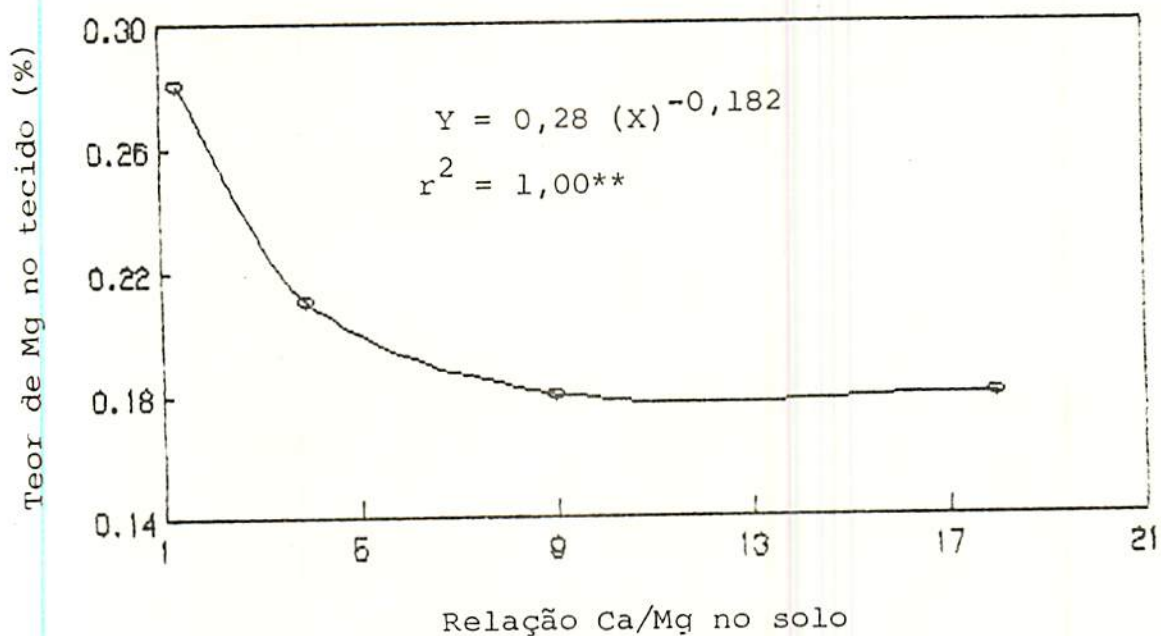


FIGURA 28 - Teor de Mg no tecido do andropogon, em função da relação Ca/Mg no solo.

Resultados com semelhantes tendências foram observados em milho por SILVA (1980), ARANTES (1983) e CARMELLO (1989), em aveia por MELLO & KAMINSKI (1990), só que as diferenças entre as médias, em função das relações Ca/Mg no solo, foram em menores magnitudes. Isto ocorreu provavelmente porque os teores de Mg originalmente do solo eram maiores do que os do presente trabalho. Constata-se ainda no Quadro 16, que os teores de Mg no tecido para o colômbio, onde a relação Ca/Mg foi de 18 e andropogon nas relações 9 e 18, estavam abaixo de 0,20%. Ruminantes pastando nestas condições, segundo GRUNES (1970), poderiam ficar predispostos à doença denominada tetania das pastagens ou hipomagnesemia.

Quanto aos valores dos teores de Mg no tecido encontrados nas forrageiras estudadas (Quadro 16), os observados no colômbio, somente na relação Ca/Mg 9 é que o teor de Mg no tecido foi semelhante aos observados por GALLO et alii (1974) e GOMIDE (1978), citado por MC DOWELL (1985). Já nas relações Ca/Mg 1,4 e 4, os teores foram superiores, e na relação 18, inferior.

4.3.6. S absorvido e teores no tecido

No Quadro 17 são apresentados os valores de S absorvido, em função das relações Ca/Mg no solo. Observa-se que somente para a decumbens, é que houve resposta ao S absorvido. Na Figura 29, observa-se que a curva dos valores de S absorvido de-

QUADRO 17 - Quantidades de S absorvido pelas forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (mg/vaso).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	67 a	68 a	64 a	64 a	8
Decumbens	61 a	62 a	55 ab	47 b	11
Brizantea	59 a	57 a	57 a	57 a	10
Andropogon	19 a	19 a	18 a	20 a	12

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

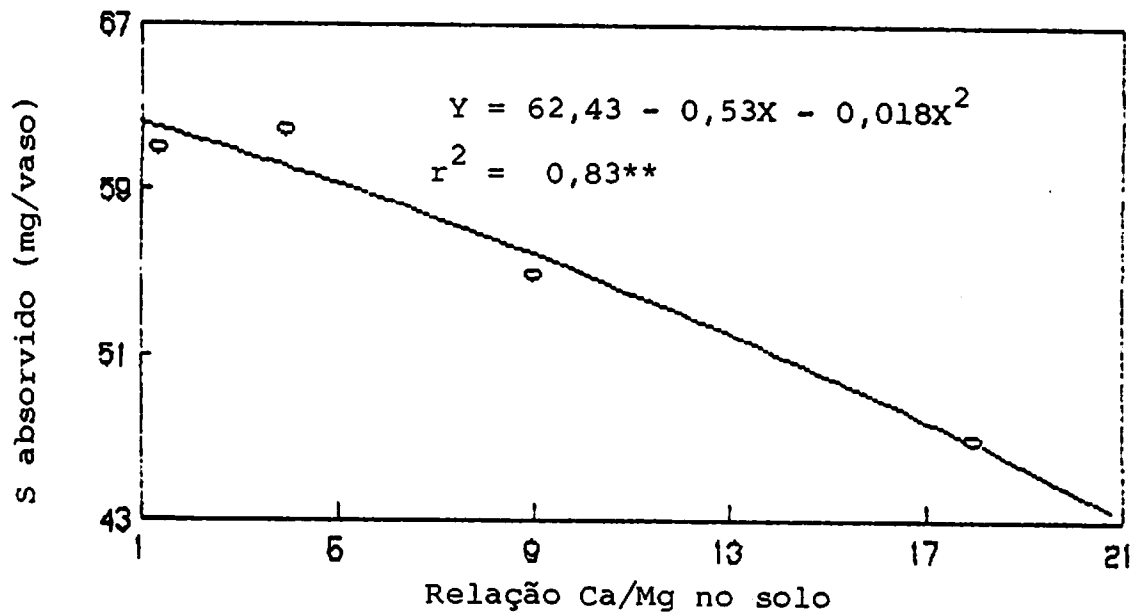


FIGURA 29 - S absorvido pela decumbens, em função da relação Ca/Mg no solo.

QUADRO 18 - Teores de S no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.).

Forrageira	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	0,22 a	0,22 a	0,22 a	0,22 a	8
Decumbens	0,17 a	0,18 a	0,17 a	0,18 a	7
Brizantea	0,17 a	0,16 a	0,17 a	0,18 a	10
Andropogon	0,14 a	0,14 a	0,14 a	0,14 a	6

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, à nível de 5%.

criaram em função das relações Ca/Mg no solo de forma quadrática, com um ponto máximo de 74 mg/vaso. Este comportamento, se deve mais à influência da produção de matéria seca, em função das relações Ca/Mg no solo, pois como se constata no Quadro 18, não houve influência das relações Ca/Mg no solo nos teores de S no tecido, em todas as forrageiras estudadas. Referindo-se a este parâmetro, os resultados não concordam com os obtidos por CARMELLO (1989), que observou os teores de S no tecido do milho, cresceram de forma quadrática, em função das relações Ca/Mg no solo.

Quanto aos valores dos teores de S no tecido (Quadro 18), no caso dos observados no colonião, foram superiores aos encontrados por GALLO et alii (1974) e MALAVOLTA et alii (1974). A discrepância dos teores de S com outras literaturas, se deve à

variação deste nutriente no tecido. O S apresenta um rápido declínio dos seus teores no decorrer do desenvolvimento das plantas (VITTI & NOVAES, 1986). Em colônia, SMITH & DOLBY (1977) verificaram que os teores de S caíram aproximadamente a metade num intervalo de 14 dias.

4.3.7. Quantidades de micronutrientes B, Cu, Zn, Fe e Mn absorvidos e teores no tecido das forrageiras estudadas, em função das relações Ca/Mg no solo

Nos Quadros 19 a 22 são apresentados os valores de

QUADRO 19 - Quantidades de micronutrientes absorvidos pelo colônia, em função das relações Ca/Mg no solo ($\mu\text{g}/\text{vaso}$).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	397,16 a	92,32 a	346,28 a	2846,00 a	3346,00 a
4,0	337,01 a	97,63 a	319,72 a	2962,49 a	2962,49 a
9,0	360,06 a	95,53 a	406,14 a	2490,71 a	2490,71 a
18,0	367,77 a	92,40 a	397,40 a	2412,65 a	2412,65 a
\bar{M}	354,00	95,97	367,39	2157,42	2802,96
CV (%)	12	23	25	24	16

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, à nível de 5%.

QUADRO 20 - Quantidades de micronutrientes absorvidos pela decumbens, em função das relações Ca/Mg no solo ($\mu\text{g}/\text{vaso}$).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	460,50 a	186,02 a	561,76 a	5087,06 a	3203,61 a
4,0	497,97 a	150,73 a	458,13 a	2475,35 a	3005,86 a
9,0	408,52 a	204,58 a	566,85 a	6867,16 a	3055,00 a
18,0	294,34 a	128,36 a	610,35 a	2872,58 a	2587,87 a
\bar{M}	415,33	167,42	549,28	4325,54	2963,08
CV (%)	24	28	28	34	23

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

QUADRO 21 - Quantidades de micronutrientes absorvidos pela brizantea, em função das relações Ca/Mg no solo ($\mu\text{g}/\text{vaso}$).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	426,36 a	116,37 a	468,52 a	2980,63 a	3646,09 a
4,0	402,50 a	151,06 a	479,23 a	2094,45 a	3260,88 a
9,0	335,08 a	140,27 a	546,61 a	2030,25 a	3005,31 a
18,0	355,07 a	114,44 a	495,56 a	1994,15 a	2893,62 a
\bar{M}	379,76	130,54	497,48	2274,87	3201,48
CV (%)	18	25	14	29	13

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

QUADRO 22 - Quantidades de micronutrientes absorvidos pelo andropogon, em função das relações Ca/Mg no solo ($\mu\text{g}/\text{vaso}$).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	227,46 a	82,93 a	198,24 a	1438,80 a	1425,32 a
4,0	191,57 a	76,84 a	362,65 a	1303,76 a	1553,99 a
9,0	224,19 a	78,75 a	405,62 a	1942,63 a	1429,86 a
18,0	209,03 a	92,64 a	537,51 a	1102,40 a	1723,40 a
\bar{M}	213,06	82,79	376,18	1446,90	1533,14
CV (%)	27	23	44	49	15

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

micronutrientes absorvidos pelas forrageiras colonião, decumbens, brizantea e andropogon, em função das relações Ca/Mg no solo. Observa-se que os resultados não apresentaram diferença estatística.

Nos Quadros 23 a 26 são apresentados os teores de micronutrientes pelas forrageiras colonião, decumbens, brizantea e andropogon, respectivamente. Observa-se que os teores das forrageiras estudadas não foram influenciados pelas relações Ca/Mg no solo. Os resultados deste trabalho não concordam com as observações de JUO & UZO (1977) e GROVE & SUMNER (1985), que constata -

QUADRO 23 - Teores de micronutrientes no tecido do colônio, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	13 a	3 a	17 a	117 a	105 a
4,0	14 a	3 a	18 a	102 a	97 a
9,0	14 a	3 a	19 a	101 a	95 a
18,0	14 a	4 a	17 a	103 a	94 a
\bar{M}	12	3	22	104	98
CV (%)	7	10	18	19	14

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

QUADRO 24 - Teores de micronutrientes no tecido da decumbens, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	16 a	5 a	18 a	144 a	92 a
4,0	17 a	5 a	17 a	128 a	94 a
9,0	20 a	6 a	18 a	168 a	94 a
18,0	15 a	5 a	18 a	118 a	96 a
\bar{M}	17	5	18	135	94
CV (%)	21	10	20	30	26

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

QUADRO 25 - Teores de micronutrientes no tecido da brizantea, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	16 a	5 a	19 a	141 a	92 a
4,0	17 a	5 a	18 a	145 a	94 a
9,0	17 a	6 a	21 a	147 a	94 a
18,0	16 a	5 a	20 a	144 a	96 a
\bar{M}	17	5	17	143	94
CV (%)	18	15	22	28	21

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

QUADRO 26 - Teores de micronutrientes no tecido do andropogon, em função das relações Ca/Mg no solo (ppm matéria seca).

Relação Ca/Mg no solo	Micronutrientes (1)				
	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1,4	17 a	6 a	25 a	126 a	105 a
4,0	15 a	5 a	25 a	119 a	109 a
9,0	17 a	6 a	27 a	121 a	111 a
18,0	15 a	6 a	26 a	107 a	113 a
\bar{M}	16	6	26	118	108
CV (%)	18	15	23	27	21

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

ram que o excesso de Ca do calcário afetou a absorção do Zn em milho. Já CARMELLO (1989), para a mesma cultura, constatou que os teores de Zn não foram influenciados pelas relações Ca/Mg no solo. O Mn absorvido no presente trabalho para todas as forrageiras teve uma tendência de diminuir com a elevação das relações Ca/Mg do solo, e esta tendência, foi observada de maneira semelhante por JUO & UZO (1977).

Quanto aos valores dos teores encontrados nas forrageiras estudadas (Quadros 23 a 26), os do colômbio e das duas braquiárias (decumbens e brizantea), são bem próximos aos observados por GALLO et alii (1974).

4.4. Teores totais de K, Ca e Mg no tecido das forrageiras, em função das relações Ca/Mg no solo

No Quadro 27 são apresentados os resultados dos teores totais de K, Ca e Mg no tecido das forrageiras estudadas. Observa-se que o acúmulo de bases no tecido das forrageiras foi aproximadamente constante, independente das relações Ca/Mg no solo.

Nas Figuras 30 a 33 observa-se que quando as relações Ca/Mg no solo foram amplas, o K foi o nutriente que mais contribuiu para que os teores totais permanecessem constantes. Este fato, se deve, provavelmente, ao efeito VIETS, ou seja, um sinergismo de K e Ca (VIETS, 1944; OVERSTREET et alii, 1952).

QUADRO 27 - Teores totais de K, Ca e Mg no tecido das quatro forrageiras estudadas, em função das relações Ca/Mg no solo (% m.s.).

Forrageira (1)	Relação Ca/Mg no solo				CV (%)
	1,4	4,0	9,0	18,0	
Colonião	2,26 a	2,09 a	2,18 a	2,20 a	5
Decumbens	2,95 a	2,95 a	2,74 a	3,08 a	8
Brizantea	2,98 a	2,60 a	2,93 a	2,78 a	4
Andropogon	2,51 a	2,63 a	2,75 a	2,73 a	10

(1) Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5%.

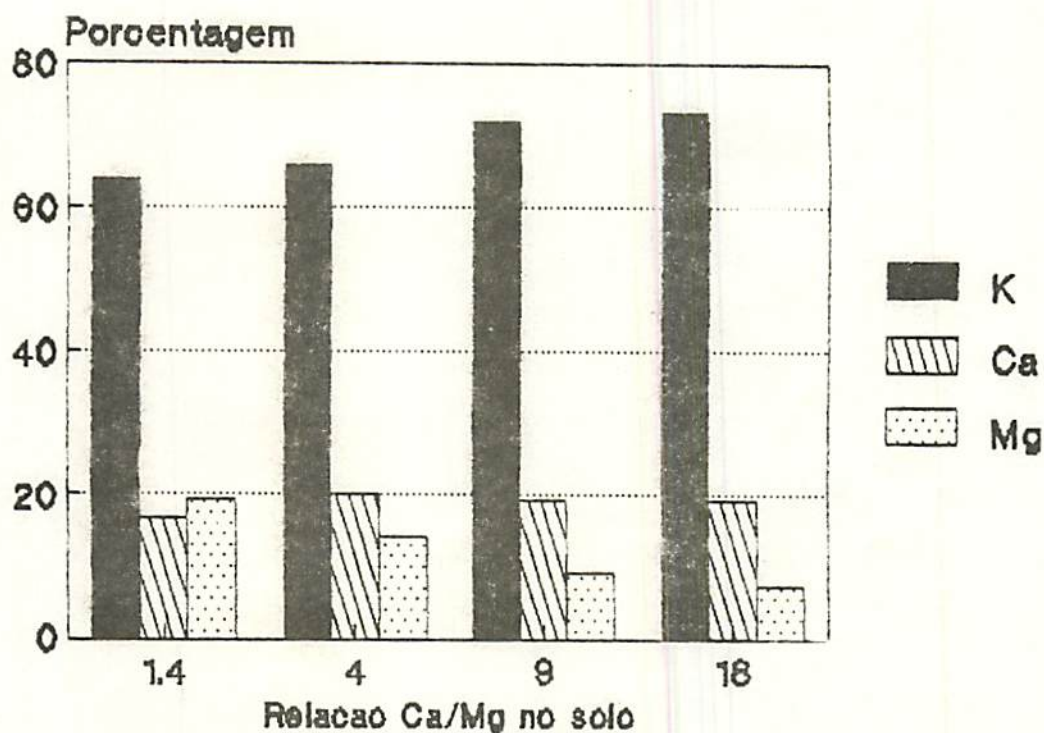


FIGURA 30 - Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido em porcentagens no colonião, em função das relações Ca/Mg no solo.

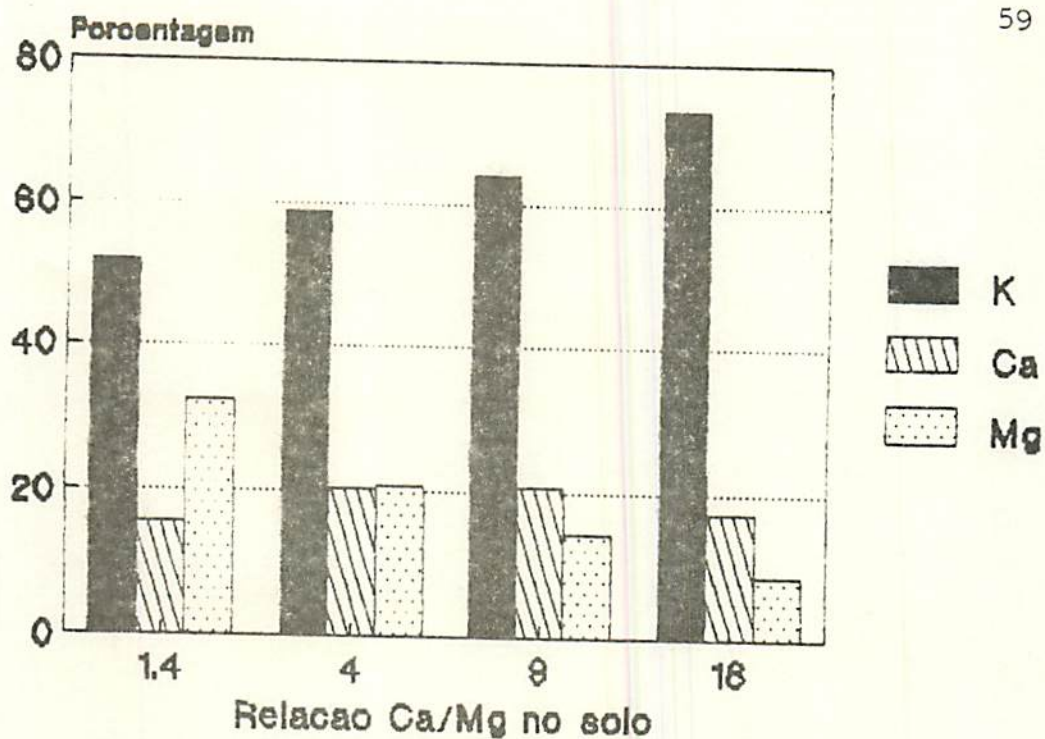


FIGURA 31 - Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido, em porcentagens na decumbens, em função das relações Ca/Mg no solo.

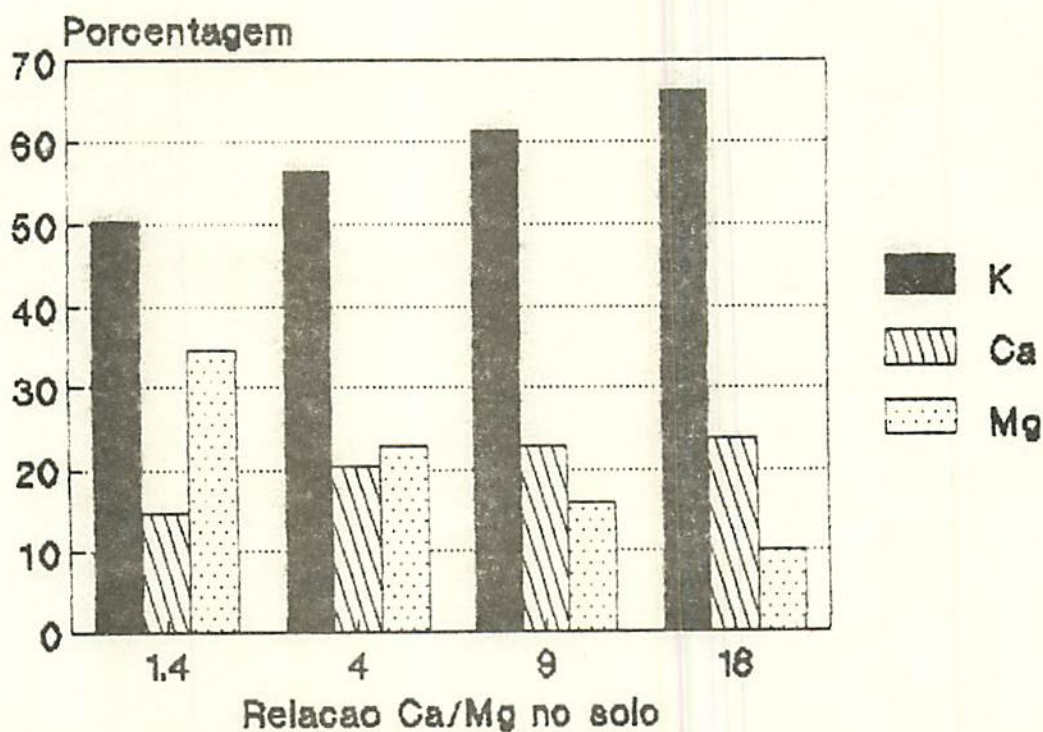


FIGURA 32 - Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido em porcentagens, na brizantea, em função das relações Ca/Mg no solo.

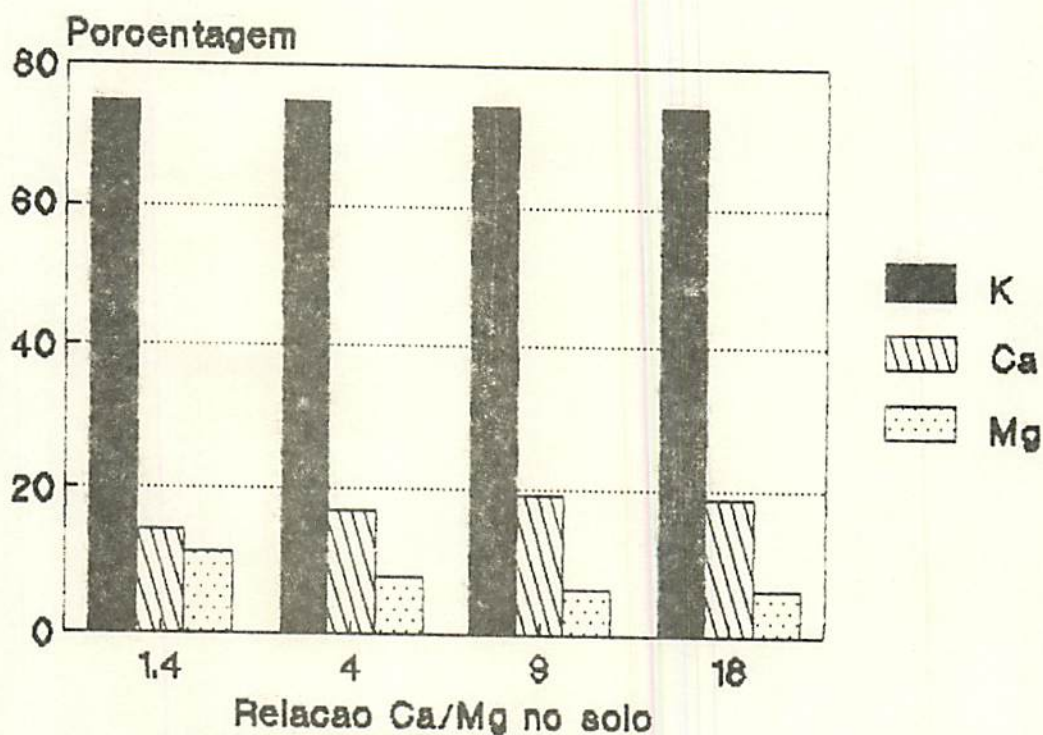


FIGURA 33 - Teores relativos de K, Ca e Mg no tecido, em porcentagens, no andropogon, em função das relações Ca/Mg no solo.

Em condições das relações estreitas Ca/Mg no solo, houve uma maior absorção do Mg, sendo bem superior à do Ca e suficiente para afetar a absorção do K. Essas observações foram feitas por Scharrer & Jung (1955) em girassol, citado por MENGEL & KIRKEY (1978). Entretanto, estes autores observaram que os teores de Ca no tecido eram bem mais afetados que os de K.

Tendências similares nos teores totais de cátions no tecido, em função das relações Ca/Mg no solo, concordam com o trabalho clássico em alfafa, desenvolvido por BEAR & PRINCE (1945), que observaram valores aproximadamente constantes nos

teores totais de cátions no tecido, cultivados em 20 solos diferentes. Da mesma forma, observa-se no trabalho de CARMELLO (1989) em milho, que os teores totais de cátions no tecido foram indiferentes às relações Ca/Mg no solo. Entretanto, resultados diferentes foram obtidos por ARANTES (1983) em milho. Esse autor observou que os teores totais de cátions no tecido se elevaram à medida que as relações Ca/Mg no solo foram menores.

5. CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitiram as seguintes conclusões:

- a produção de matéria seca das forrageiras colônião, decumbens e brizantea foi influenciada pelas relações Ca/Mg no solo, mas o andropogon mostrou-se indiferente;

- os teores e quantidades de nutrientes absorvidos, principalmente o K, o Ca e o Mg, variaram em função das relações Ca/Mg no solo;

- fica evidenciado que as relações Ca/Mg do calcário representa um fator importante na escolha do corretivo da acidez do solo em pastagens.

6. RESUMO

A região dos Campos das Vertentes de Minas, microrregião Campos da Mantiqueira, destaca-se em importância na atividade da pecuária de leite, no Estado de Minas Gerais. No entanto, a baixa produtividade verificada na mesma, se deve às más condições das pastagens de baixo valor nutritivo. Isto se deve, à baixa fertilidade natural de seus Latossolos, que apresentam acidez elevada e baixos níveis de Ca e Mg.

Para elevar a produtividade, é de suma importância a correção da acidez do solo, pela calagem. Entretanto, a eficiência da calagem pode estar comprometida, porque os calcários beneficiados na região são calcíticos e seu uso indiscriminado pode afetar o equilíbrio Ca/Mg/K no solo, e conseqüentemente, prejudicar a produção de forragem e seu valor nutritivo.

Em face do exposto, o presente trabalho foi instalado em casa de vegetação, em vasos de 4 litros com 3.000 gramas de solo, no Departamento de Ciência do Solo, da ESAL e teve por objetivo estudar os efeitos da aplicação de corretivos com diferentes relações de Ca/Mg no crescimento e nutrição mineral de qua-

tro espécies forrageiras (colonião, decumbens, brizantea e andropogon), em um Latossolo variação Una textura argilosa. Os tratamentos constaram da adição de óxidos de Ca e Mg em diferentes proporções de forma a induzir as seguintes relações Ca/Mg no solo: 2, 5, 10 e 20.

Os resultados obtidos demonstraram que aumentos nas relações Ca/Mg no solo, provocados pelos corretivos, influenciaram a produção de matéria seca, bem como os teores e quantidades de nutrientes absorvidos pelas forrageiras. Evidenciaram-se aumentos dos teores de K no tecido e dos teores e quantidades de Ca, enquanto que para o Mg, para ambos os parâmetros, a tendência foi de decréscimo.

Desta maneira, pode-se concluir que na correção da acidez do solo, a relação Ca/Mg do calcário é um fator importante na produção e nutrição mineral das plantas forrageiras.

7. SUMMARY

EFFECT OF Ca/Mg RATIO OF LIME ON HERBAGE DRY MATTER AND MINERAL NUTRITION OF FORAGE SPECIES.

The objective of this work was study the effect of the Ca/Mg ratio of limestone in the mineral nutrition and growth of four forage species, Panicum maximum (Jacq.), Andropogon gayanus, Brachiaria decumbens Stapf e Brachiaria brizantea.

It was carried at the greenhouse facilities at Soil Science Department in the Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL. Soil utilized in the experiment was a Yellow Latosol from the region of "Campos das Vertentes" microregion of "Campos da Mantiqueira", Minas Gerais State of Brazil. This soil is characterized as very acid and poor in Ca and Mg, with high aluminum saturation. In order to increase crop production in this soil, lime is a required practice of management.

The treatments included the addition of oxides of Ca and Mg in different proportions aiming to induce the following relations of Ca/Mg in the soil: 2; 5; 10; and 20.

The results suggested that increases in the Ca/Mg ra

tion in the soil due to the lime materials, presented significant effect in herbage dry weight as well as in nutrient content of the plants tissue. Increases in K and Ca content were observed. In the other way, the Mg content decreases with the increasing in the Ca/Mg ratio.

In this way, it was possible to conclude that in liming practice the Ca/Mg ratio of lime is an important factor in the mineral nutrition and production of forage species.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANTES, E.M. Efeitos da relação Ca/Mg do corretivo e níveis de potássio na produção de matéria seca, concentração de K, Ca, Mg e equilíbrio catiônico do milho (*Zea mays* L.). Lavras, ESAL, 1983. 62p. (Tese MS).
- BALDEON, J.R.M. Efeito das épocas de calagem na disponibilidade de fósforo aplicado 180 dias antes do plantio do arroz (*Oryza sativa* L.) em Latossolos sob cerrado. Piracicaba, ESALQ, 1986. 93p. (Tese MS).
- BANGERTH, F. Calcium physiological disorders of plant. Annual Review of Phytopatology, Palo Alto, 17:97-122, 1979.
- BARBER, S.A. Soil nutrient bioavailability, a mechanistic approach. New York, John Wiley & Sons, 1984. 398p.

- BASEDIN, P.N. Effect of various rations of absorbed Ca and Mg on some properties of Serozens and plants yields. Soil and Fertilizers, Harpenden, 29(1):27, 1966.
- BEAR, F.E. & PRINCE, A.L. Cations equivalentes constance in alfafa. Journal of the American Society of Agronomy, Madison, 37(3):217-22, Mar. 1945.
- BLACK, C.A. Soil-plant relationships. New York, John Wiley and Sons, 1967. 792p.
- BRADAWY, R. & BUSSLER, W. Supply and absorption of cation in long term experiment with oats. Potash Review, Berna, 9(15):1-9, 1968.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil - folhas sf. 23/24. Rio de Janeiro, 1983. v.32, 775p.
- CARMELLO, Q.A. de C. Saturação por bases e relações entre K, Ca e Mg do solo na nutrição potássica do milho (Zea mays L.) cv. Piranão. Piracicaba, ESALQ/USP, 103p. 1989. (Tese Doutorado).
- CHISTENSON, D.R.; WHITE, R.P. & DOLL, E.C. Yields and magnesium uptake by plants as affected by soil pH and calcium levels. Agronomy Journal, Madison, 65(2):205-6, Mar./Apr. 1973.

- COELHO, F.S. & VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais, 4ª aproximação, Lavras, 1989. 158p.
- CURI, N. Relação solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG). Brasília, 1990. 22p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Leite. Programa de pesquisa em pastagem para a região dos "Campos das Vertentes". Coronel Pacheco, 1987. 5p.
- _____. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual - 1975-1976. 2.ed. Planaltina, 1976. v. 1, 154p.
- _____. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual 1976-1977. Planaltina, 1978. v.2, p.45-52.
- _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solos, Rio de Janeiro, 1979, n.p.

EPSTEIN, E. The essential role of calcium in selective cations transport by plants cells. Plant Physiology, Lancaster, 36 (4):437-44, July 1961.

_____. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. São Paulo, EDUSP, 1975. 341p.

EVANS, H.J. Elements other nitrogen, potassium and phosphorus in the mineral nutrition of sugar cane. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE, 10, Honolulu. Proceedings... Honolulu, 1959. p.473-508.

FINE, L.O. & SHANNON, D.G. Growth and composition of sudangrass on high - calcium low-magnesium soil. Agronomy Journal, Madison, 68(4):671-74, July/Aug. 1976.

FOY, C.D. & BARBER, S.A. Magnesium deficiency and corn yield on two acid Indians soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 32(1):145-8, Jan./Feb. 1958.

_____; CHANEY, R.L. & WHITE, M.C. The physiology of metal toxicity in plants. Annual Review of Plant Physiology, California, 29:511-48, 1978.

- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S. & AQUINO, L.H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras-MG. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 4(1):5-8, jan./abr. 1980.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI-A.M.C.; MATTOS, H.B. de; SANTINI, H.J. & FONSECA, M.P. Composição química inorgânica de forrageira do Estado de São Paulo. Boletim de Indústria Animal, São Paulo, 31(1):115-37, jan./jun. 1974.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 2.ed. São Paulo, Nobel, 1985. 466p.
- GROVE, J.H. & SUMNER, M.E. Lime induced magnesium stress in corn impact of magnesium and phosphorus availability. Soil Science Society of American Journal, Madison, 49(6):1192-6, Sept./Oct. 1985.
- _____ ; _____ & SYERS, J.K. Effect of lime on exchangeable magnesium in variable surface charge soils. Soil Science Society of American Journal, Atlanta, 45(3):497-500, May/June 1981.
- GRUNES, D.L.; STOUT, P.R. & BROWNELL. Grass tetany of ruminants. Advances Agronomy, London, 22:332-74, 1970.

- HALSTEAD, R.L.; McLEAN, A.J. & NIELSEN, K.F. Ca:Mg ratios in soil and the yield and composition of alfalfa. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 38(2):85-93, 1958.
- HOWARD, D.D. & ADAMS, F. Calcium requirement for penetration of subsoils by primary cotton roots. Soil Science Society Proceedings, Baltimore, 29(5):558-62, Sept./Oct. 1965.
- JACKSON, M.L. Análise química de suelos. 2.ed., Barcelona, Omega, 1970. 662p.
- JUO, A.S.R. & UZO, F.D. Liming and interactions in two ultisols from southern Nigeria. Plant and Soil, The Hague, 47(2):419-30, June 1977.
- KAMPATH, E.J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 34(2):252-4, Mar./Apr. 1970.
- _____. Phosphorus fixation and availability in high weathered soils. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; Base para utilização agropecuária, 4, Brasília, 1976. Quarto... Belo Horizonte, Itatiaia, 1977. p.333-98.
- _____ & FOY, C.D. Lime-fertilizer-plant interactions in acid soils. In: OLSON, R.A.; ARMY, T.J.; HANWAY, J.J. & KILMER, V.J., ed., Fertilizer technology and use. 2.ed. Madison, Soil Science Society of America Proceedings, 1971. p.105-51.

KEY, J.L.; KURTZ, L.T. & TUCKER, B.B. Influence of ratio of exchangeable calcium - magnesium on yield and composition of soy beans and corn. Soil Science, Baltimore, 93(4):265-70, Apr. 1962.

KIEHL, E.J. Reação do solo, acidez e alcalinidade. In: _____. Manual de Edafologia. São Paulo, Agronômica Ceres, 1979. p. 246-62.

LIEROP, V.W.; MARTEL, Y.A. & CESCAS, M.P. Onion response to lime on acid histosol as affected by Ca/Mg ratios. Soil Science Society of America Journal, Madison, 43(6):1172-6, Nov./Dec. 1979.

MALAVOLTA, E. O pH e as plantas. In: _____. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. p.27-40.

_____; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. de & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. p.583-621.

_____ & KLIELMANN, H.J. Desordem nutricional no cerrado. Piracicaba, POTAFÓS, 1985. 136p.

- MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T.; LOVADINI, L.A. & FREIRE, E.S. Adubação mineral do feijoeiro. XI - Efeito de N, P e K e da calagem em campos cerrados do planalto paulista. Bragantia, Campinas, 26(22):303-16, jun. 1967.
- MAYLAND, H.F. & GRUNES, D.L. Magnesium concentration in Agropyron desertorum fertilizer with Mg and N. Agronomy Journal, Madison, 66(1):79-82, Jan./Feb. 1974.
- Mc DOWELL, L.R. Nutrition of ruminants in warm climates. Academic Press, Florida, 1985. 443p.
- MELLO, J.W.V. & KAMINSKI, J. Relações cálcio, magnésio em corretivos da acidez e doses do potássio no solo. I. Efeito sobre o rendimento de matéria seca e acumulação de Ca, Mg e K na aveia. Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 20(1-2):113-24, 1990.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 3.ed. Ber-Switzerland, International Potash Institute, 1978. 665p.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A. & BOHNEN, H. Recomendações de adubo e calcário para solos e culturas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS. Faculdade de Agronomia, 1971. 29p. (Boletim Técnico, 2).

- MIRANDA, L.N. de; MIELNICZUK, J. & LOBATO, E. Calagem e adubação corretiva. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; uso e manejo, 5, Brasília, 1980. Quinto... Brasília, Editerra, 1980. p. 523-78.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S. & MASCARENHAS, H.A.A. Ensaio de adubação da soja e do feijoeiro em solo do arenito Botucatu, com vegetação de cerrado. Bragantia, Campinas, 23(5):45-54, jan. 1964.
- MONTEIRO, F.A.; LIMA, S.A.A.; WERNER, J.C. & MATTOS, H.B. Adubação potássica em leguminosas e em capim colônia adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, 37(1):127-48, jan./jun. 1980.
- MORE, D.P.; OVERSTREET, R. & JACOBSON, L. Uptake of magnesium and its interaction with calcium in excised barley roots. Plant Physiology, Rockville, 36(3):290-5, May 1961.
- NEPTUNE, A.M.L. O magnésio como nutriente para as culturas. In: SEMINÁRIO FÓSFORO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES - SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVA NA AGRICULTURA, São Paulo, 1986. Anais... São Paulo, Manah, 1986. p.74-9.

OVERSTREET, R.; JACOBSON, L. & HANDLEY, R. The effect of calcium on the absorption of potassium by barley roots. Plant Physiology, Lancaster, 27(3):583-90, July 1952.

PEREIRA, J.P. Adubação de capins do gênero Brachiaria. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, Nova Odessa, 1986. Encontro... Nova Odessa, Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, Instituto de Zootecnia, 1986. cap.5, p. 119.

QUAGGIO, J.A. Métodos de laboratório para a determinação da necessidade de calagem em solos. In: RAIJ, B. van; BATAGLIA, O.C. & SILVA, N.M. da. coord. Acidez e calagem no Brasil; Simpósio. Campinas, SBCS, 1983. p.33-48.

RAIJ, V. va. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.

_____ ; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, D.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

ROSOLEM, C.A. Interpretação dos teores de bases trocáveis do solo. In: BÜLL, L.T. & ROSOLEM, C.A., coord. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu, 1989. p.97-128.

- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. & BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K do solo na produção de sorgo sacarino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(12):1443-8, 1984.
- RUSSELL, R.S. Soil conditions and plant growth. 10th Edn. London, Longman, 1973. 849p.
- SANCHEZ, P. Suelos del trópico: características e manejo. San José, IICA, 1981. 660p.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
- SFREDO, G.J. Efeito das relações entre Ca e Mg sobre o pH, Al⁺⁺⁺ Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ no solo e sobre a produção de matéria seca do sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Viçosa, UFV, 1976. 61p. (Tese MS).
- SILVA, J.E. da. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento do milho em solos sob cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(3):329-33, 1980.
- SIQUEIRA, C. Calagem para plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1986. p.77-91.

- SMITH, D. Effects of potassium top dressing a low fertility silt loam soil on alfafa herbage yields and composition and soil K values. Agronomy Journal, Madison, 67(1):60-4, Jan./Feb. 1975.
- SMITH, F.W. & BOLBY, G.R. Derivation of diagnostic indices for assessing the sulphur status of Panicum maximum var. trichogloe. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, 8(3):221-40, 1977.
- SOARES, E. Influência da relação entre teores trocáveis de cálcio e magnésio do solo na absorção de potássio pelo centeio (Secale cereale L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 73p. 1975. (Tese MS).
- VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, EPEM.A. 1969, 24p. (Boletim Técnico, 7).
- VIETS, F.G. Calcium and other polyvalent cation as accelerators of ion accumulation by excised barley roots. Plant Physiology, Lancaster, 19(3):466-80, July 1944.
- VITTI, G.S. & NOVAES, N.J. Adubação com enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1, Nova Odessa, 1985. Anais... Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.191-231.

- VOLKWEISS, S.J. & RAIJ, B. van. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; base para utilização agropecuária, 4, Brasília, 1976. Quarto... Belo Horizonte, Itatiaia, 1976. p.317-32. 1977.
- WADDINGTON, D.V.; MOBERG, E.L. & DUICH, J.M. Effect of N source, K source and K rate on soil nutrient levels and Bentgrass, Agrostis palustris Huds. Agronomy Journal, Madison, 64(5): 562-6, Sept./Oct. 1972.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Nova Odessa, Instituto de Zootecnia, 1984. 49p. (Boletim Técnico 18).

APÊNDICE

QUADRO 1A - Relações Ca/Mg estabelecidas nos corretivos, e quantidades de CaO + MgO aplicados nos vasos de 3.000 g de solo, para induzir as relações Ca/Mg pretendidas.

Relações Ca/Mg no solo pretendidas	Meq/100cm ³ de solo necessários já subtraído da existentes no solo		Quantidades adicionadas em gramas de CaO+MgO para 3.000 cm ³ de solo		Total do peso em grama dos corretivos	Porcentagens relativas do CaO+MgO, nos corretivos aplicados	
	Ca	Mg	CaO	+ MgO		CaO + MgO (g)	CaO (%) + MgO (%)
2	2,1	1,4	1,80	+ 0,850	2,650	68	+ 32
5	2,9	0,6	2,44	+ 0,363	2,803	87	+ 13
10	3,3	0,2	2,80	+ 0,120	2,920	96	+ 4
20	3,6	0	3,00	+ 0	3,000	100	+ 0