

DALTON ROBERTO SCHWENGBER

**EFEITOS DO GESSO E CALCÁRIO NA RELAÇÃO RAIZ/PARTE
AÉREA E TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES EM
TOCOS DE SERINGUEIRA (*Hevea spp.* clone IAN-873)**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de «MESTRE».

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1993



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

STATE OF ILLINOIS
COUNTY OF COOK
IN SENATE
JANUARY 10, 1900

That the following is the
report of the
Board of Trustees of the
University of Chicago
for the year ending
June 30, 1900.

REPORT OF THE BOARD OF TRUSTEES
OF THE UNIVERSITY OF CHICAGO
FOR THE YEAR ENDING
JUNE 30, 1900.

DALTON ROBERTO SCHWENGBER

EFEITOS DO GESSO E CALCÁRIO NA RELAÇÃO RAIZ/PARTE AÉREA E
TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES EM TOCOS DE SERINGUEIRA (*Hevea* spp.
clone IAN-873)

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área
de Concentração Fitotecnia, para obtenção do
grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

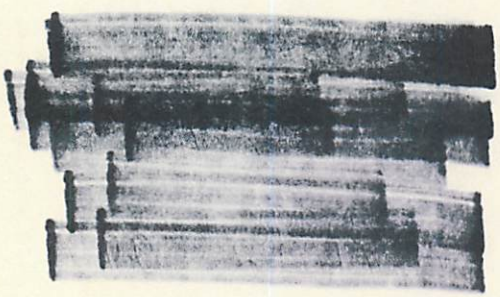
LAVRAS - MINAS GERAIS

1993

DALTON ROBERTO SCHWENBERG

EFETOS DO GESSO E CALCÁRIO NA REAÇÃO DO RAIZOPARTE LÉBERE E
EFORME POLARISSE E INFRINTES EM TODOS OS SBRINGURA (Novas 200)

1987-1988



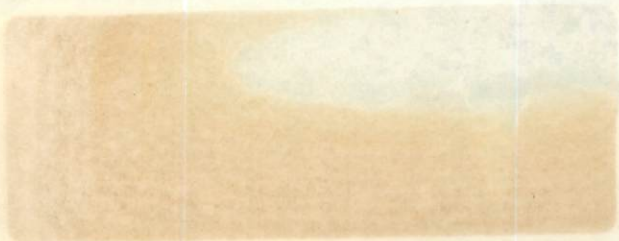
Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área
de Concentração Fitotecnia, para obtenção do
grau de "MESTRE"

1987

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

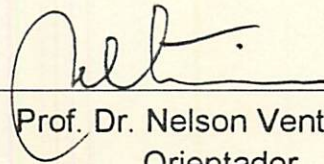
LAVRAS - MINAS GERAIS

1987

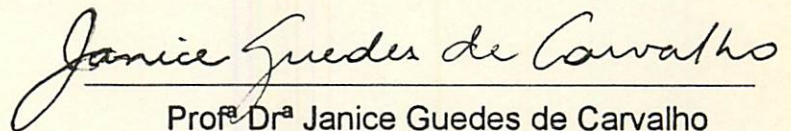


EFEITOS DO GESSO E CALCÁRIO NA RELAÇÃO RAIZ/PARTE AÉREA E
TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES EM TOCOS DE SERINGUEIRA (*Hevea* spp.
clone IAN-873)

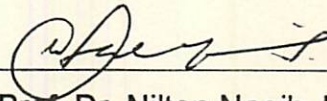
APROVADA:



Prof. Dr. Nelson Ventorim
Orientador



Prof.ª Dr.ª Janice Guedes de Carvalho
Co-orientadora



Prof. Dr. Nilton Nagib J. Chalfun

A meus pais,

Lauro e Mary Elaine,

A minha esposa,

Ceronir,

A meus filhos,

Laura, Júlio e Luís,

DEDICO

Orbita de Rotina da EMBRAPA

do de Mestrado em Agronomia

Laura e Mary Estima

em Engenharia Agrícola pela PUC

no Rio Grande do Sul em dezembro de 1978

na Associação de Assistência

da UFR-RS, ingressando na UFRS de Botânica

BIOGRAFIA DO AUTOR

DALTON ROBERTO SCHWENGBER, filho de Lauro Brasil Schwengber e Mary Elaine Schwengber, nasceu em Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, em 12 de outubro de 1953.

Concluiu os estudos secundários no Colégio São Luís, Santa Cruz do Sul, em 1971.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em dezembro de 1978.

De 1979 a 1984 trabalhou na Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural de Roraima/ASTER-RR, ingressando na UEPAT de Boa Vista, em 1985, hoje Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima da EMBRAPA.

Iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, da Escola Superior de Agricultura de Lavras em janeiro de 1991, defendendo dissertação em dezembro de 1993.

1871

1872

1873

1874

1875

1876

1877

1878

1879

1880

1881

1882

1883

1884

1885

1886

1887

1888

1889

1890

1891

1892

1893

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pela confiança e apoio na realização do curso.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela acolhida.

Aos Professores Nelson Ventorim e Janice Guedes de Carvalho, pela orientação e apoio.

Ao Professor Antonio Claudio Davide e Homero Fonseca Filho, pelo apoio e sugestões.

Ao Departamento de Biologia, pelo convívio e ensinamentos.

Ao Eng^o Agr^o MS João Batista Correa, laboratoristas do Departamento de Solos, e ao José Roberto Fernandes pela inestimável ajuda.

Ao pesquisador Nazareno, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, pelo auxílio.

A minha esposa Ceronir e ao meu irmão Milton, pelo valioso auxílio em todas as fases do trabalho.

Ao colega do CPAF-RR, Jamil Char El-Husny e família, contemporâneos em Lavras em parte do curso, pelo grande apoio prestado, que muito me auxiliou e a minha família.

Ao Elizel Vieira Rondon pela amizade.

Ao Luís Geraldo, Orivaldo e Waldo pelos auxílios prestados.

Ao Geraldo Cezar, pelas análises físicas de solo.

Aos funcionários do viveiro do Departamento de Ciências Florestais, em especial ao Carlos, pela ajuda.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO	04
2.1. Aspectos gerais da planta	04
2.2. Cálcio e alumínio e o crescimento radicular	09
2.3. Calagem e gessagem: Efeitos no solo e na planta	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Condução do experimento	19
3.2. Obtenção e medição de raízes	22
3.3. Características avaliadas	28
3.3.1 No solo	28
3.3.2 Na planta	28

3.4. Análises químicas da matéria seca da folha e do caule	29
3.5. Análise química do solo	29
3.6. Análises estatísticas.	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Ação de calcário e do gesso nos nutrientes do solo	31
4.1.1. Efeito nas sub-subparcelas	31
4.1.2. Efeito no solo das covas.	59
4.1.3. Efeito em amostras profundas do solo.	72
4.2. Ação do calcário e do gesso na planta	74
4.2.1. Aspectos morfológicos	74
4.2.2. Teores de nutrientes minerais na matéria seca	94
4.2.2.1. Teores nas folhas	95
4.2.2.2. Teores nos caules.	101
5. CONCLUSÕES	108
6. RESUMO	110
7. SUMMARY	113
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	116

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Características de Latossolo Vermelho Escuro. ESAL, Lavras - MG, Janeiro/1992.	18
2. Características de calcário e gesso agrícola. ESAL, Lavras - MG, Maio/92.	19
3. Características de mudas de raiz nua utilizadas para plantio. ESAL, Lavras - MG, Outubro/92	21
4. Totais mensais de chuvas ocorridas no Campus da Esal, de janeiro/92 a julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	32

Quadro	Página
5. Discriminação dos totais de água recebidos pelo solo, desde a aplicação do gesso em maio/92 até épocas de análise química do solo. ESAL, Lavras-MG, 1993.....	33
6. Resumo das ANAVAS para características químicas do solo das sub-subparcelas. ESAL, Lavras-MG, 1993.	34
7. Resumo das ANAVAS para as características químicas do solo no interior das covas. ESAL, Lavras-MG, 1993	60
8. Características químicas de amostras de solo retiradas junto às raízes excedentes a 1m de profundidade, em março/93, segundo as doses de calcário e gesso.. ESAL, Lavras-MG, 1993	73
9. Resumo das ANAVAS para comprimento da brotação, diâmetro da brotação, área foliar, razão raiz/parte aérea, comprimento de raiz, peso seco da raiz, peso seco da parte aérea, profundidade da raiz, afastamento lateral das raízes, raio médio de raiz, superfície radicular, porcentagem de raízes na camada 0-30 cm e volume de raízes. ESAL, Lavras-MG, 1993.	76

Quadro	Página
10. Características físicas do solo, 195 dias após o plantio definitivo dos tocos nas sub-subparcelas sem calcário e gesso.. ESAL, Lavras-MG, 1993. . .	92
11. Resumo das ANAVAS para teores (%) de nutrientes nas folhas.	
. ESAL, Lavras-MG, 1993.	96
12. Resumo das ANAVAS para teores (%) de nutrientes nos caules.	
. ESAL, Lavras-MG, 1993.	102

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Representação fotográfica dos materiais utilizados na coleta de sistemas radiculares. ESAL, Lavras-MG, 1993.	23
2. Representação fotográfica do estágio inicial da coleta de raízes. ESAL, Lavras-MG, 1993	24
3. Representação fotográfica de raízes descendentes. ESAL, Lavras-MG, 1993	25

Figura

Página

4. Representação fotográfica do sistema radicular de seringueira, no tratamento $E_2Ca_0Ge_0$, III R. ESAL, Lavras-MG, 1993. 27
5. Teores de cálcio a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993 38
6. Teores de magnésio a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993 43
7. Teores de potássio a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993 45
8. Saturação de bases (v%) a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993 48

Figura	Página
9. Teores de alumínio a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	51
10. Saturação de alumínio (m%) a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	53
11. Teores de fósforo a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	55
12. Teores de sulfato a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em março/93 e julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	57
13. Teores de cálcio na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	65

Figura	Página
14. Teores de magnésio na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	66
15. Teores de potássio na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	67
16. Saturação de bases (v%) na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	68
17. Teores de alumínio na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	69
18. Saturação de alumínio na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	70

Figura	Página
19. Teores de fósforo na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	71
20. Teores de sulfato na cova a diferentes profundidades no solo em função das doses de calcário e gesso, em julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993	72
21. Comprimento do broto aéreo, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..	78
22. Diâmetro do broto aéreo em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	78
23. Área foliar em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	79
24. Peso seco da parte aérea em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	80

Figura	Página
25. Peso seco da raiz em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	81
26. Relação raiz/parte aérea em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	82
27. Comprimento total de raízes em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	84
28. Profundidade de raízes em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	85
29. Raio médio das raízes em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	86
30. Superfície total das raízes em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	87

Figura	Página
31. Volume total das raízes em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	88
32. Percentagem de raízes na camada 0-30 cm, com base no comprimento em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	90
33. Afastamento lateral de raízes em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	91
34. Teores de nitrogênio nas folhas em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	97
35. Teores de fósforo nas folhas em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	97
36. Teores de potássio nas folhas em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	98

Figura	Página
37. Teores de cálcio nas folhas em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	100
38. Teores de magnésio nas folhas em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..	100
39. Teores de enxofre nas folhas em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..	101
40. Teores de nitrogênio nos caules em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..	103
41. Teores de fósforo nos caules em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..	104
42. Teores de potássio nos caules em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..	104
43. Teores de cálcio nos caules em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.	105

Figura**Página**

44. Teores de magnésio nos caules em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..... 106
45. Teores de enxofre nos caules em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993..... 107

1. INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea* spp.) é a principal espécie explorada comercialmente para a produção de borracha natural, produto insubstituível em alguns casos, como pneumáticos de aeronaves, luvas cirúrgicas, entre outros.

De uma produção mundial de 5.092.000 toneladas de borracha natural em 1991, estima-se para o Brasil neste mesmo ano, uma produção de 35.000 toneladas (FAO, 1992).

Segundo BERNARDES et alii (sd), de 1969 a 1988, a produção brasileira de borracha natural apresentou um crescimento médio de 1,6% ao ano, enquanto que o consumo cresceu 6,6% ao ano, levando o país a importar mais de 75% de sua demanda. Conforme estes autores, 57% da produção brasileira provém de seringais nativos, com um custo de produção 2,5 vezes maior que nos seringais cultivados.

Atualmente vem ocorrendo no Brasil, o avanço da cultura da seringueira em áreas não tradicionais. De um total de 88.000 ha plantados com seringueira no Brasil em 1992, os estados de São Paulo, Mato Grosso, Espírito Santo e Minas Gerais contam com 32.000, 16.000, 8.000 e 3.000 hectares, respectivamente (PRODUTORES, 1993). Sendo a incidência do fungo *Microcyclus ulei*, causador do "mal-das-folhas", o grande entrave à cultura da seringueira na Amazônia, seus plantios em regiões de clima seco definido, por exemplo, ficam menos suscetíveis a ação danosa daquele fungo. Os cultivos se dão geralmente em terras ácidas e pobres.

Cochrane & Azevedo, citados por SOUZA & RITCHEY (1986), indicam que 73% dos cerrados tem pH inferior a 5,3. Oitenta e dois por cento de seus solos agricultáveis tem saturação de alumínio na camada arável maior que 10%, e 86% dos sub-solos da parte agricultável dos cerrados tem teores de cálcio inferiores a 0,4 meq/100 cc de solo.

LOPES (1984) considera os teores de matéria orgânica dos cerrados como médios, necessitando de adubação mineral com nitrogênio e enxofre.

Nos últimos anos, pesquisadores principalmente da África do Sul, Brasil e Estados Unidos vem estudando o uso do gesso agrícola visando principalmente diminuir os efeitos da acidez sub-superficial de solos pobres, e melhorar a absorção de nutrientes e água através de um conseqüente sistema radicular mais desenvolvido.

O gesso agrícola age fornecendo cálcio e enxofre às plantas, como também carreando cátions junto ao sulfato, para maiores profundidades, melhorando as condições para o desenvolvimento radicular. Lin et alii, citados por ALCORDO & RECHCIGL

(1993), indicam um acúmulo anual de 120 milhões de toneladas de fosfogesso, que é subproduto da indústria de H_3PO_4 , a nível mundial, enquanto que no Brasil, o acúmulo de gesso situa-se em 3,5 milhões de toneladas/ano (MALAVOLTA et alii, 1986).

Segundo BUENO (1987), a importância do alumínio na nutrição da seringueira ainda não está bem explicada e compreendida. Para CARVALHO et alii (1991), a seringueira apresenta maiores respostas ao cálcio após o 4º ano de idade, e muitos experimentos relacionados à calagem nos estágios iniciais da planta não apresentaram respostas devido aos teores de cálcio suficientes no solo ou ao cálcio contido nos adubos.

A aplicação da calagem junto ao gesso, pode minimizar problemas como lixiviação de bases e/ou desbalanços nutricionais (MALAVOLTA et alii, 1986).

Entretanto, são necessárias pesquisas visando observar os efeitos do gesso nas características morfológicas das raízes (SOUZA & RITCHEY, 1986).

Face ao exposto, as aplicações de gesso com calcário aumentarão os teores de bases trocáveis no sub-solo, propiciando condições para o aprofundamento do sistema radicular e aumentando assim a relação raiz/parte aérea. Deste modo estabeleceu-se o presente trabalho objetivando:

- 1 - Verificar, sob condições de campo, o crescimento radicular da seringueira bem como sua distribuição no sentido lateral e vertical;
- 2 - Verificar efeitos do gesso e/ou calcário no desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas;
- 3 - Acompanhar as variações de nutrientes no perfil do solo, e seus teores nas folhas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aspectos gerais da planta

A seringueira é uma espécie arbórea, que apresenta nos primeiros 3 anos de crescimento sucessivos fluxos de lançamentos alternados com períodos de repouso.

Seus plantios comerciais estendem-se desde latitudes de 29°N, na Índia, Burma e China, até 23°S, no estado de São Paulo, Brasil (WATSON, 1989a).

O "IAN-873" é um clone secundário, oriundo do cruzamento intra-específico de 2 clones primários de *Hevea brasiliensis*, um originário da Malásia (PB 86), e outro brasileiro (FB 1717). Suas árvores são altas e vigorosas, com rápido crescimento quando jovens, e a produção inicial é média, mas as subsequentes são altas, apresentando contudo, suscetibilidade ao vento e sensibilidade ao déficit hídrico (GONÇALVES, 1991).

SCHUURMANN & GOEDEWAAGEM (1971) e BÖHM (1979) descrevem várias técnicas para o estudo dos sistemas radiculares, conforme as características que se desejam averiguar.

INFORZATO & REIS (1974) estudaram a distribuição dos sistemas radiculares de cafeeiros em profundidade, entre plantas e entre linhas de plantio, em plantas com 4 idades distintas, através da retirada de blocos de terra ao redor da planta.

MENDES (1990), trabalhando em seringal com 4,5 anos de idade, concluiu que se pode estimar a distribuição do sistema radicular das plantas pela variação do potencial matricial da água no solo, através do uso de tensiômetros. Verificou que para plantas com esta idade, 63,5% das raízes da entrelinha de plantio encontram-se de 0 a 30 cm de profundidade, e também que 85,7% estão a até 2 m de distância do tronco da planta, sempre considerando-se peso seco.

A seringueira desenvolve uma forte raiz pivotante e extensas raízes laterais, sendo que o sistema radicular em uma planta adulta perfaz 15% do peso seco total (WEBSTER & PAARDEKOOOPER, 1989). Estes autores citam estudo (Rooting, 1958), em que plantas com 3 anos de idade, em solos sem impedimentos, apresentaram raiz pivotante com 1,5 m de comprimento e laterais com 6 a 9 metros de comprimento, enquanto plantas com 7 a 8 anos de idade apresentam a pivotante com 2,4 m e laterais com mais de 9 m de comprimento.

Soong (1976) citado por WEBSTER & PARDEKOOOPER (1989), verificou que em seringueiras enxertadas, copas vigorosas determinavam um maior desenvolvimento de

raízes absorventes, e que a densidade destas também era inversamente proporcional ao conteúdo de argila do solo, à excessão de alguns solos argilosos com boa estrutura devido ao seu alto conteúdo de sesquióxidos. Na maioria dos solos deste estudo, 50% das raízes absorventes da camada de 0 a 45 cm de profundidade estavam nos 7,5 cm superficiais do solo.

CASTRO & VIRGENS FILHO (1987), citam que em solos aluviais da Amazônia a seringueira apresenta a raiz principal desenvolvida até 20 a 40 cm de profundidade, sendo que as laterais crescem proporcionalmente mais.

KUMMEROW & RIBEIRO (1982), estudando as radículas de seringueiras com 5 anos de idade, nos 15 cm superficiais do solo, verificaram que as mesmas apresentavam diâmetro médio de 0,73 mm, comprimento específico de 6,7 m/g de matéria seca, comprimento total de 409 m/m² de terreno, e superfície radicular de 0,94 m²/m² de terreno.

Solos com teores de argila entre 50 e 70% não são limitantes para a cultura da seringueira na Malásia, mas teores de argila entre 70 e 90% são considerados como limitação séria (WATSON, 1989a)

AVILAN & MENEZES (1979), verificaram que as raízes de mangueira (*Mangifera indica L*) não proliferaram quando o solo apresentou valores de macroporosidade abaixo da faixa entre 3 e 4%.

A relação raiz/parte aérea traz uma avaliação da eficiência dos 2 órgãos na competição por recursos. Segundo AUNG (1974), esta relação pode mudar com a idade da planta, com seu estágio de desenvolvimento, e com fatores ambientais.

Em geral, quando o suprimento de minerais é insuficiente, as raízes se tornam dreno dominante, aumentando a relação raiz/parte aérea (MARSCHNER, 1986). MAIZLISH et alii (1980), estudando a planta de milho aos 17 dias, em solução nutritiva, verificaram que a relação raiz/parte aérea passou de 0,64 para 1,58, quando o nitrogênio da solução foi diminuído de 210 para 0 ppm.

A proporção de fotossintatos dirigida para o crescimento e metabolismo das raízes pode ser bem expressiva, 30% em plantas anuais, podendo ser maior em plantas perenes (MARSCHNER, 1986). Se isto representa alto consumo de carbono, o estabelecimento de um amplo sistema radicular, com alta taxa de renovação de raízes proporcionará maior absorção de nutrientes e água, principalmente em solos pobres.

A seringueira apresenta até aos 3 anos, sucessivos fluxos de crescimento da parte aérea, alternados com períodos de repouso (CASTRO & VIRGENS FILHO, 1987).

Halle & Martin (1968), citados por BORCHERT (1991), mostram um crescimento contínuo da raiz da seringueira até 140 dias de idade, com 3 lançamentos foliares. O repouso periódico no crescimento da parte aérea pode ocorrer em resposta à incapacidade da raiz em atender às demandas do vigoroso crescimento da parte aérea, sendo que após algumas semanas novo surto aéreo pode surgir, após o crescimento da raiz estabelecer novo equilíbrio entre as partes.

HAAG et alii (1986) determinaram em seringueira um total de 540 g de peso seco na parte aérea, aos 12 meses, em condições de campo, para o clone Fx 3865.

VIÉGAS et alii (1992), estudando o crescimento de seedlings de seringueira, verificaram aos 120 dias em solução nutritiva valores de 52 cm para altura, 0,44 cm de diâmetro para o caule, e pesos secos da parte aérea e da raiz de 3,72 g e 1,30 g respectivamente.

Comparativamente a outras culturas, a exportação de nutrientes pela colheita (látex) é pequena na seringueira, embora a quantidade de nutrientes para a formação da biomassa seja elevada (BATAGLIA, 1987). As maiores necessidades nutricionais ocorrem do 2^a ao 4^o ano (CASTRO & VIRGENS FILHO, 1987).

Em seringueira, um excesso de adubação nitrogenada pode provocar muito crescimento da copa, aumentando problemas de quebra pelos ventos. A deficiência de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio resultam em casca mais fina, com menor espessura do floema e do raio do caule (Hamzah et alii, 1975, citados por BATAGLIA, 1987).

O excesso de magnésio em certos clones pode ocasionar instabilidade no látex, diminuindo seu fluxo. CASTRO & VIRGENS FILHO, 1987, sugerem a relação Mg:P no látex de 0,7 a 0,13 como a ideal.

Tan (1975), citado por CASTRO & VIRGENS FILHO (1987), verificou que as hastes e raízes da seringueira constituem reservas de nutrientes, que são fornecidos para as folhas novas no reenfolhamento periódico.

Em seringueira jovem, teores mais altos de nitrogênio, fósforo e potássio são encontrados nas folhas dos lançamentos superiores. Estes teores diminuem nos lançamentos inferiores (WATSON, 1989b). Teores foliares de nitrogênio e potássio decrescem com a idade, e os de cálcio aumentam.

BATAGLIA (1987), citando levantamento em seringais adultos no Estado de São Paulo (Bataglia & Cardoso, 1986), sugere como teores foliares adequados para N, P e K, respectivamente 2,9%, 0,18%, 1,30%.

VIÉGAS et alii (1992), determinaram a concentração de nutrientes em seedlings de seringueira em solução nutritiva, sendo que aos 120 dias os teores de N, P, K, Ca, Mg e S foram: nas folhas, 3,61%, 0,88%, 1,35%, 0,97%, 0,45% e 0,29%, e no caule, 2,43%, 0,77%, 1,10%, 0,41%, 0,38% e 0,22%, respectivamente.

ALVIM & MACHADO (1972), comparando o recrutamento de minerais e crescimento de seedlings de seringueiras e de cacauzeiros em solução nutritiva, até 100 dias de idade, verificaram que a seringueira apresentou menor consumo de minerais, devido menor crescimento, mas apresentou maior relação raiz/parte aérea, e maior atividade radicular, medida pelo coeficiente respiratório das raízes.

2.2. Cálcio e alumínio e o crescimento radicular

O cálcio é um nutriente que mesmo em altas concentrações não é tóxico. O cálcio penetra com facilidade no apoplasto, ligando-se de forma trocável com a parede celular

e o exterior da membrana plasmática, embora sua absorção para o interior do citoplasma seja restrita e sem muita ligação à processos metabólicos. A atividade do cálcio se deve muito à sua capacidade de coordenação que possibilita ligações intermoleculares estáveis mas reversíveis, sujeitas às alterações do ambiente. A concentração de Ca^{++} no citoplasma e sua mobilidade no floema são baixas, ativando a ação de algumas enzimas. O teor de cálcio nas plantas varia de 0,1 a mais de 5% do peso seco, conforme a espécie, o órgão do vegetal e o ambiente. As dicotiledôneas são mais exigentes em cálcio do que as monocotiledôneas. A presença de outros cátions na solução externa ou o baixo pH exigem maior concentração externa de cálcio para o crescimento ótimo. A paralização do crescimento das raízes na ausência de cálcio exógeno é devida principalmente à inibição da expansão celular (MARSCHNER, 1986), possivelmente pela sua ação na incorporação de substâncias na parede celular.

HOWARD & ADAMS (1965) verificaram que a relação na solução do solo cálcio/total de cátions de 0,10 a 0,15 era necessária para crescimento de raízes de algodoeiro no sub-solo.

Ritchey et alii (1983), citados por FURLANI & BERTON (1992), determinaram a faixa de 0,002 a 0,05 meq Ca/100 g de solo, como teores mínimos de cálcio trocável no solo para o crescimento de raízes de trigo.

A adição de cálcio à solução nutritiva provocou maior crescimento nas raízes de trigo, mas o efeito deve-se também à diminuição da atividade do Al^{+++} , devido ao aumento

da força iônica da solução provocado pela adição do cálcio (Camargo, 1985, citado por FURLANI & BERTON, 1992).

Em trabalho com macieira, verificou-se que em solos sem alumínio, o crescimento radicular correlacionou-se às concentrações e atividades de Ca^{++} , e que o calcário calcítico foi a substância mais eficiente para aumentá-las (Pavan et alii, 1987, citados por FURLANI & BERTON, 1992).

A concentração de alumínio na solução dos solos minerais é menor que 1 mg/litro em pH maior que 5,5, mas aumenta muito com pH menor. Embora concentrações de 0,2 a 5 mg/litro de alumínio no solo ou solução nutritiva possam ser benéficas ao crescimento de milho ou legumes tropicais, no geral altas concentrações de alumínio são prejudiciais. O efeito benéfico de baixas concentrações de alumínio a algumas culturas poderia advir da prevenção da toxicidade de cobre, manganês ou fósforo pelo alumínio, ou pelo seu possível efeito fungicida para certas podridões de raiz (MARSCHNER, 1986).

A toxidez de alumínio aparece primeiramente nas raízes, que se tornam grossas, pela inibição da elongação. O alumínio poderia se ligar ao DNA, impedindo a divisão de células nos meristemas das raízes (Morimura & Matsumoto, 1978, citados por MARSCHNER, 1986).

O alumínio pode interferir na absorção de fósforo, pela precipitação do mesmo na superfície da raiz ou no espaço livre da mesma, e afetar a absorção de cálcio e magnésio, via competição catiônica ou bloqueio de sítios de ligação da raiz (MARSCHNER, 1986).

SANTANA et alii (1977), estudando o efeito do alumínio sobre plântulas de seringueira em solução nutritiva, observaram efeitos benéficos no crescimento em doses de 8 a 32 ppm de alumínio.

CARVALHO et alii (1985), em estudo semelhante, verificaram que 20 ppm de alumínio na solução nutritiva causaram maior diâmetro do caule das plântulas de seringueira e maior produção de matéria seca.

Segundo BUENO (1987), a seringueira é acumuladora e tolerante à concentração de alumínio até 15 ppm.

SOUZA (1991), estudando plantas de seringueira em solução nutritiva durante 50 dias, verificou que a seringueira absorveu pouco alumínio, com baixa translocação para a parte aérea. Até o nível de 20 ppm de alumínio (20 mg/l), o pH 4,0 e a concentração de 2 ppm de fósforo na solução foram as condições em que se teve menos precipitação de fosfatos de alumínio, resultando nas maiores concentrações de alumínio tóxico.

Diversos trabalhos citados por FURLANI & BERTON (1992) mostram a importância da força iônica da solução na atividade do íon Al^{+++} , fitotóxico, e os efeitos deste íon no crescimento das raízes de trigo, arroz, milho, sorgo, café e soja (Camargo et alii, 1981; Furlani et alii, 1984; Camargo, 1984; Pavan & Bingham, 1982; Mascarenhas et alii, 1984; Camargo, 1985). A formação do par $AlSO_4^-$ também é considerada benéfica, devido considerar-se este íon não fitotóxico (Cameron et alii, 1986; Kinraide & Parker, 1987a e Kinraide, 1991, citados por FURLANI & BERTON, 1992).

2.3. Calagem e gessagem: Efeitos no solo e na planta

Os solos tropicais são geralmente ácidos, devido às chuvas, comuns na região, que lixiviam as bases trocáveis. Também a carência de minerais apropriados para a reposição adequada destas bases, bem como a absorção de cátions acidifica o solo. A aplicação de certos adubos pode contribuir para aumentar a acidez.

A calagem consiste na incorporação de rochas calcáreas à superfície do solo, sendo que os ânions derivados da sua dissolução, derivados de ácidos fracos, reagem com os íons H^+ e Al^{+++} da solução do solo, diminuindo suas concentrações, enquanto os cátions acompanhantes se fixam aos pontos do complexo de troca deixados vagos pelo H^+ e Al^{+++} . Para surtir efeito, necessita de umidade no solo e certa antecipação da aplicação relativamente aos resultados desejados.

A calagem pode beneficiar as plantas diretamente pela diminuição da acidez ativa e indiretamente afetando a disponibilidade de vários nutrientes, a solubilidade de Al^{+++} e Mn^{++} tóxicos, e a atividade microbiana (VITTI, 1987).

Segundo CARVALHO et alii (1991), embora a seringueira apresente maiores exigências de cálcio do 3º para o 4º ano em diante, a maioria dos trabalhos de calagem com seringueira não apresentaram respostas devido os solos apresentarem teores suficientes, ou o elemento ser fornecido nos adubos. O avanço da cultura em áreas de baixa fertilidade, o uso de clones melhorados e de adubos concentrados exigirão atenção quanto a nutrição da planta.

COELHO (1990), estudando o efeito de relações Ca/Mg no calcário, de doses de potássio e de calcário sobre seedlings de seringueira, em casa de vegetação, verificou que 24% da necessidade calculada da calagem foi a que determinou melhor crescimento dos porta-enxertos, sendo que estes se mostraram pouco sensíveis à relação Ca/Mg do calcário.

O cálcio do calcário desce pouco e lentamente no perfil do solo, devido ao ânion carbonato desaparecer na atmosfera, não podendo acompanhar o cálcio. Assim, nos últimos anos, vários pesquisadores, principalmente na África do Sul, Brasil e Estados Unidos, vem estudando o uso do gesso agrícola, como instrumento para lixiviar cálcio para o subsolo e diminuir a acidez deste como forma de proporcionar melhores condições para as raízes das culturas.

O gesso agrícola é o sulfato de cálcio di-hidratado, subproduto da fabricação do ácido fosfórico, com solubilidade de 2 g/litro, aproximadamente, bem superior à do calcário (VITTI, 1987), o que permitiria dissolver 1,6 ton/ha, ou 0,8 meq gesso/100 cc solo, ao se considerar retenção máxima de água de 30% e uma camada de solo de 20 cm (RAIJ, 1988). Sua movimentação no perfil guarda relação com a água percolada pelo solo.

O conteúdo de 0,63% P_2O_5 do gesso, pode ser significativo para as plantas, em altas doses de aplicação.

Segundo VITTI (1987), a ação do gesso no solo se daria em profundidade pela descida do $CaSO_4$, que se dissociaria em profundidade em Ca^{++} e SO_4^{-} , os quais

participariam de trocas iônicas com o Al^{+++} da fração argila, resultando em $AlSO_4^+$ não tóxico, que também se formaria na camada superficial do solo. Outra possibilidade de diminuir o alumínio seria a formação de complexos sólidos de sulfato de alumínio.

Oates & Caldwell (1985), citados por RAIJ (1988), atribuem ao flúor, uma das impurezas do gesso agrícola, a ação de reduzir o alumínio do solo, pela formação de complexos.

Um aspecto benéfico do gesso seria de que, aprofundando o sistema radicular das plantas, estas absorveriam mais nitrato em profundidade; a presença de uma planta que absorvesse mais ânions que cátions, resultaria num aumento do pH, diminuindo a acidez em profundidade (RAIJ, 1988).

PAVAN & VOLKWEISS (1986) mostraram em um latossolo vermelho escuro que o gesso diminuiu a disponibilidade de Ca^{++} em solução, pela formação de $CaSO_4^0$, quando o teor de Al total foi baixo neste solo, o que levou o SO_4^{--} a reagir preferencialmente com o Ca.

O sulfato apresenta curvas de eluição semelhantes ao nitrato. Pode ser adsorvido por troca iônica pelas cargas variáveis do solo, com a diminuição do pH, ou por adsorção específica, em que há liberação de hidroxila. Este último evento é chamado de "auto-calagem", embora seja reversível. Segundo Bolan et alii (1986), citados por RAIJ (1988), a pré-incubação com sulfato diminuiu sua lixiviação, devido a mudanças na natureza da absorção.

O efeito do gesso na diminuição da saturação de alumínio, (m%), é devido ao efeito de diluição, causado pela adição do cálcio.

Para diminuir as perdas de Mg e K passíveis de ocorrerem pela aplicação de gesso, recomenda-se a calagem simultânea, que possibilita a ligação dos dois íons às cargas negativas que são liberadas pelo calcário (MALAVOLTA et alii, 1986).

A diminuição do alumínio trocável pelo uso do gesso é verificada em vários trabalhos (Reeve & Sumner, 1972; Pavan et alii, 1984; Pavan & Bingham, 1988b, entre outros, citados por RAIJ, 1988).

CASCARDO (1991), não verificou efeito do gesso na matéria seca de plantas de seringueira aos 8 meses de idade em casa de vegetação. As raízes não se aprofundaram, apesar da descida de cálcio no perfil dos vasos. Os teores de cálcio aumentaram nas folhas e caules, com as doses de gesso.

BRAGA (1991) estudando mudas de eucalipto em casa de vegetação, até 150 dias de idade, não verificou efeito do gesso no crescimento das raízes, enquanto a parte aérea cresceu com as doses de gesso. Os íons cálcio e magnésio desceram nos vasos acompanhando o sulfato, enquanto o potássio desceu independentemente do mesmo.

CORREA (1992), estudando o efeito do gesso associado ao calcário na cultura do cafeeiro, em condições de campo, verificou a diminuição da saturação de alumínio e aumento da saturação por bases em profundidade no solo. O autor observou ainda que a cultura absorveu mais cálcio, magnésio e enxôfre, nas mesmas condições.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, em área do viveiro do Departamento de Ciências Florestais da ESAL, com o plantio de tocos enxertados de seringueira (*Hevea* spp. clone IAN-873).

O solo é um Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa a muito argilosa com 2% de declividade, cujas características se encontram no Quadro 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 3 repetições, em esquema de parcelas sub-subdivididas (2 x 2 x 3).

A área total do experimento foi de 1978 m², com parcelas de 260 m², sub-parcelas de 120 m² e sub-subparcelas de 36 m² cada, havendo 4 plantas por sub-subparcela, distanciadas 3 m uma da outra.

Os tratamentos constituíram-se de:

- Nas parcelas: E₁ - coleta das plantas aos 100 dias do plantio;

E₂ - coleta das plantas aos 160 dias do plantio.

QUADRO 1. Características de Latossolo Vermelho Escuro. ESAL, Lavras - MG, Janeiro/1992.

Características	Camadas (cm)				
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
pH em H ₂ O	4,8	4,6	4,4	4,5	4,6
P (ppm) ¹	11,0	4,0	2,0	2,0	1,0
K (ppm) ¹	42,0	36,0	23,0	20,0	16,0
Ca (meq/100 cc) ²	1,4	0,8	0,7	0,8	0,8
Mg (meq/100 cc) ²	0,9	0,7	0,4	0,7	0,3
Al (meq/100 cc) ²	0,8	1,2	1,2	1,0	0,7
H + Al (meq/100 cc) ³	8,8	9,8	9,8	7,9	7,0
S (meq/100 cc)	2,4	1,6	1,2	1,6	1,1
t (meq/100 cc)	3,2	2,8	2,4	2,6	1,8
T (meq/100 cc)	11,2	11,4	11,0	9,5	8,1
m (%)	25,0	43,0	51,0	39,0	38,0
V(%)	21,0	14,0	11,0	16,0	14,0
SO ₄ ⁻ (ppm)	25,4	24,5	30,5	28,4	25,4
C (%)	2,1	1,7	1,4	1,2	1,1
Argila (%)	59,0	64,0	70,0	74,0	74,0
Areia (%)	26,0	22,0	18,0	16,0	15,0

1. Extrator Mehlich 1.

2. Extrator KCl 1 N.

3. Acetato de cálcio 1 N.

- Nas sub-parcelas: Ca₀, sem calagem;

Ca₁, 3.200 kg/ha de calcário.

- Nas sub-subparcelas: Ge₀, sem gesso;

Ge₁, 1.500 kg/ha de gesso agrícola;

Ge₂, 3.000 kg/ha de gesso agrícola.

A quantidade de calcário tomou por base a elevação da saturação em bases para 50%, na camada de 0-20 cm do solo.

A dosagem Ge₁ de gesso considerou a eliminação do Al trocável excedente a 20% da CTC efetiva na camada 20-40 cm de profundidade (MALAVOLTA, 1992).

As características dos materiais empregados encontram-se no Quadro 2.

QUADRO 2. Características de calcário e gesso agrícola. ESAL, Lavras-MG, Maio 1992.

	CaO%	MgO%	PN	RE	PRNT
Calcário	39,0	10	94,6	74	70
Gesso agrícola	30,8	-	-	-	-

3.1. Condução do experimento

A aplicação do calcário foi feita em fevereiro/92, 8 meses antes do plantio das mudas, a lanço. Metade da aplicação se deu antes da aração, e a outra metade após, seguida de gradagem.

O gesso foi aplicado em maio/92, a lanço, seguindo-se sua incorporação com enxadão. Promoveram-se revolvimentos de solo equivalentes, nas áreas que não receberam calcário ou gesso.

A abertura e fechamento das covas ocorreram em maio/92. As covas tiveram dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,60 m, mais um funil no fundo de 30 cm (CFSEMG, 1989), recebendo 109 g map/cada. A terra dos 50 cm superficiais foi colocada na parte inferior das covas.

O plantio definitivo dos tocos de seringueira foi feito em outubro/92, abrindo-se coveta com cavadeira tipo boca-de-lobo no centro da cova, até profundidade aproximada de 40 cm, compactando-se a terra ao redor da muda para eliminação de bolsas de ar. Aplicou-se 10 g de Aldrin 40TS à terra da coveta para prevenção de cupins. As mudas foram provenientes do viveiro do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais em Leopoldina - MG, como tocos enxertados de raiz nua, com enxertos do clone IAN-873, parafinadas e tratadas com Nafusaku (20% de Ácido Naftaleno Acético) (PEREIRA & PEREIRA, 1986).

Para o plantio, as mudas foram classificadas por tamanho, estabelecendo-se 3 classes, dispostas cada uma num bloco. O Quadro 3 fornece as características das mudas utilizadas.

QUADRO 3. Características de mudas de raiz nua utilizadas para plantio*. ESAL, Lavras-MG, outubro 1992.

Classe	Comprimento da maior raiz (mm)	Parte aérea (cm)	Diâmetro na base enxerto (cm)	Peso fresco toco (g)	Nº bifurcações da raiz principal
I	35,0	24,4	2,86	316	4,4
II	28,9	23,8	2,55	228	4,2
III	29,6	20,7	2,03	138	4,4

* Média de 5 tocos.

O plantio definitivo recebeu irrigação nas covas através de regadores manuais, com aplicação de água em bacia construída no pé da planta, com 30 cm de raio, na base de 4,2 l/aplicação, totalizando 180 l/planta.

O controle do mato foi realizado por capinas manuais. As adubações de cobertura foram feitas aos 45 e 100 dias do plantio, utilizando-se 45 g de uréia e 25 g KCl/planta tanto na 1ª como na 2ª operação (CFSEMG, 1989).

Foram realizadas 3 análises químicas do solo, aos 40, 160 e 280 dias após o plantio das mudas, correspondendo aos meses de novembro/92, março/93 e julho/93, respectivamente. As amostragens foram realizadas com trado no interior das sub-sub-parcelas, distantes das covas, em 5 profundidades, de 20 em 20cm, até 1m de profundidade.

Em março/93, quando da segunda e última coleta dos sistemas radiculares das plantas, retiraram-se também amostras de solo para análise química, em profundidades

maiores que 1m. Estas amostras foram retiradas manualmente, sob as covas, em intervalos de 20cm, até a profundidade atingida pelas raízes.

A análise química do solo de julho/93 compreendeu também amostragens no interior das covas não perturbadas pela coleta dos sistemas radiculares das plantas. Estas amostragens foram feitas com trado holandês, de 20 em 20cm até 1m de profundidade.

Em abril/93, 195 após o plantio das mudas, foram determinados valores de densidades do solo, macro e microporosidade (EMBRAPA, 1979) apenas nas sub-sub-parcelas testemunhas, que não receberam calcário e tampouco gesso. Foram retiradas 3 amostras do solo das sub-subparcelas, distantes das covas, nas profundidades de 8-18cm, 60-70cm e 130-140cm, e uma amostra no interior da cova não perturbada por coleta de raízes, na profundidade de 40-50cm.

3.2. Obtenção e medição de raízes

A obtenção das raízes teve início após a retirada da brotação aérea do toco. Foi coletado o sistema radicular de 1 planta por sub-subparcela, todas analogamente posicionadas nas diversas sub-subparcelas.

A coleta dos sistemas radiculares foi feita por camadas de solo de 15 cm, da superfície até a profundidade máxima das raízes.

A Figura 1 ilustra os materiais utilizados na coleta, destacando-se 2 cilindros de chapa de ferro laminado 16, com raios de 10 cm e 15 cm, altura de 15 cm, um serrote de poda e uma pequena pá de corte.

Para a obtenção dos sistemas radiculares abriram-se valetas, com dimensões de 0,60 m x 1,00 m x 1,00 m para a 1ª coleta, e 0,60 x 1,40 m x 1,20 m para a última, suficientemente afastados das plantas para não atingirem raízes laterais, feitas para acomodarem o operário em seu trabalho.



FIGURA 1. Representação fotográfica dos materiais utilizados na coleta de sistemas radiculares. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Após a introdução do cilindro maior ao solo, no centro da cova, coletaram-se as raízes de seringueira nesta camada de 15cm, situadas desde a valeta até o cilindro (Figura 2), sendo as raízes acondicionadas com terra em sacos plásticos, todos etiquetados quanto a camada e distâncias ao centro da cova.

Com o auxílio do serrote ou da pá manual, foi destacado o cilindro com terra, seguindo-se depois a busca das demais raízes que ultrapassaram os limites do cilindro,

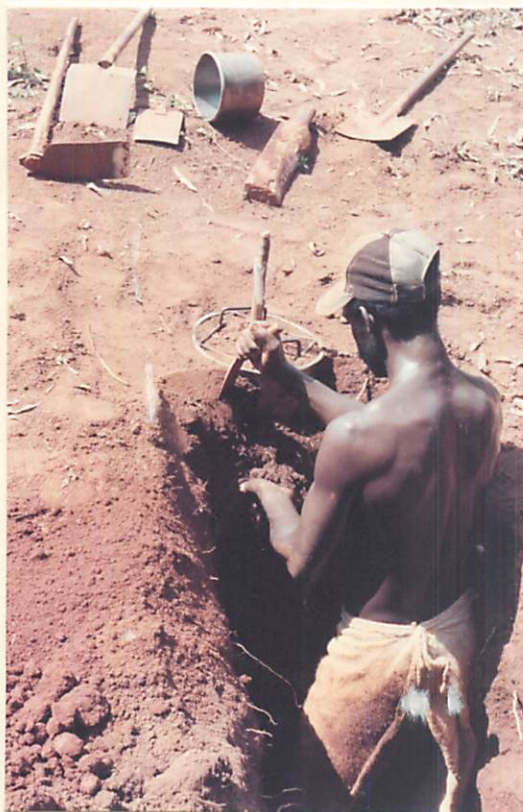


FIGURA 2. Representação fotográfica do estágio inicial de coleta de raízes. ESAL, Lavras-MG, 1993.

na camada. A Figura 3 ilustra que se pode ter uma estimativa de raízes a serem encontradas na camada imediatamente inferior.

O procedimento se sucedeu no sentido descendente, camada por camada, utilizando-se o cilindro menor conforme a diminuição de raízes, e aprofundando a valeta para trabalho do operário, quando necessário. Os blocos de terra oriundos dos cilindros foram acondicionados em sacos plásticos de 40 l. O rendimento na coleta de raízes foi de 9 covas/dia e 4 covas/dia, respectivamente na 1ª e 2ª coletas.

A separação das raízes da terra deu-se em girau, constituído de 3 peneiras sobrepostas e articuláveis, podendo-se suspender a superior, expondo a inferior. O



FIGURA 3. Representação fotográfica de raízes descendentes. ESAL, Lavras-MG, 1993.

tamanho das peneiras foi de 60 cm de diâmetro, e suas malhas de 12, 31 e 45 fios/20 cm de tela, respectivamente da superior à inferior. Sobre a peneira inferior, para cada bloco de terra lavado, era estirada tela plástica removível, de 1,00 m x 0,50 m, malha de 124 fios/20 cm de tela, para receber o material proveniente das 2 peneiras superiores.

O abastecimento de água se deu por mangueira plástica, em cuja extremidade instalou-se torneira automática, com controle de esguicho, trabalhando-se com vazão de 5,6 l/minuto.

Os blocos de terra de uma determinada cova foram lavados numa sequência lógica, do superior ao inferior, este contendo as extremidades do sistema radicular.

Após a lavagem da terra e separação das raízes de seringueira nas 2 peneiras superiores, o material resultante sobre a tela plástica sofreu 3 lavagens em bacia, sendo que os sobrenadantes foram colocados sobre uma quarta peneira, com malha de 132 fios/20cm de tela, onde se procedeu a catação final de raízes de seringueira.

A identificação das raízes de seringueira foi facilitada pelas suas ligações ao toco, geralmente até 45 cm de profundidade.

As raízes lavadas foram acondicionadas em álcool 50% (BÖHM, 1979), para análise posterior.

O rendimento de lavagem na 2ª coleta situou-se em 2 covas/ dia, ou 15 blocos de terra/dia, com consumo d'água de 340 l/cova.

A Figura 4 ilustra um sistema radicular antes da medição de comprimento.

A medição do comprimento das raízes foi feita segundo TENNANT (1975), usando-se malha de 1 cm e fator para multiplicação de 0,7857.

Após a medição de seu comprimento, a raiz retornou ao álcool por 24 horas, para determinação de seu volume, em proveta de 100 cc. Por fim, após permanecer em estufa com circulação de ar a 70°C, até peso constante, foi determinado seu peso seco.



FIGURA 4. Representação fotográfica do sistema radicular de seringueira, no tratamento $E_2Ca_0Ge_0$, IIR. Esal, Lavras-MG, 1993.

3.3. Características avaliadas

3.3.1 No solo:

Determinaram-se nas sub-subparcelas em 3 épocas, e em covas concomitantemente à última amostragem, as variáveis P (ppm), K (ppm), Ca (meq/100 cc), Mg (meq/100 cc), V (%), Al (meq/100 cc), m (%) e SO_4^{2-} (ppm), sempre até 1m de profundidade. Em Março/93, determinaram-se estas variáveis também em amostras de solo excedentes a 1m de profundidade.

Foi feita uma determinação de valores de densidade do solo, macro e microporosidade para sub-subparcelas sem aplicação de calcário e de gesso.

3.3.2 Na planta:

Foram determinados os teores foliares e do caule de N (%), P (%), K (%), Ca (%), Mg (%) e S (%).

Determinaram-se também comprimento do broto aéreo (cm), diâmetro do broto aéreo (cm), peso seco da parte aérea (g), razão raiz/parte aérea, peso seco de raiz (g), comprimento de raiz (cm), profundidade de raiz (cm), afastamento lateral de raízes (cm), percentagem de raiz na camada 0-30cm, com base no comprimento (%) e volume das raízes (cm^3).

Para determinação da área foliar, multiplicaram-se o comprimento de cada folíolo pela sua largura, e o resultado por 0,674, obtendo-se a superfície do folíolo. Este índice

foi obtido como média da divisão do peso do xerox recortado dos folíolos de 6 plantas pelos respectivos pesos dos retângulos de papel não recortados.

O raio médio das raízes foi determinado com base em seus comprimentos e volumes, onde:

$$\text{Raio médio} = [\text{Volume}/(\pi \cdot \text{comprimento})]^{1/2}$$

A superfície radicular foi obtida pela relação:

$$\text{Superfície radicular} = 2 \pi \cdot \text{raio médio} \cdot \text{comprimento}$$

3.4. Análises químicas da matéria seca da folha e do caule

As determinações de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas e caules foram feitas segundo MALAVOLTA et alii (1989); os extratos da matéria seca foram obtidos por digestão nitroperclórica. O P foi determinado por colorimetria; o Ca e o Mg por espectrofotometria de absorção atômica; o K por fotometria de chama e o S por turbidimetria. Os teores de N foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl.

3.5. Análise química do solo

As determinações químicas foram realizadas conforme VETTORI (1969) com modificações (EMBRAPA, 1979) para $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$; P e K, extraídos pelo HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N. O S foi determinado por turbidimetria.

3.6. Análises estatísticas

Os parâmetros de planta e solo foram submetidas à análise de variância, conforme o delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas sub-subdivididas, comparando-se as médias pelo teste de Tukey.

Os dados foram analisados com o uso do programa de computador SANEST*.

* SANEST - Sistema de Análise Estatística. Autores: Élio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado, IAC.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Ação do calcário e do gesso nos nutrientes do solo

4.1.1 - Efeito nas sub-subparcelas

São apresentados os efeitos das doses de calcário e de gesso sobre os teores de cálcio, magnésio, potássio, alumínio, fósforo e sulfato, e sobre os valores da saturação em bases e da saturação por alumínio, em 5 profundidades do perfil do solo das sub-subparcelas, em 2 épocas de amostragem, Março/93 e Julho/93. O período de Março/93 coincidiu com a última coleta das plantas, após 5,5 meses do plantio, enquanto que a análise de solo em Julho/93 ampliou o tempo de observação dos efeitos dos tratamentos sobre o solo.

As médias dos parâmetros de solo, em Março/93 e Julho/93, contemplando os efeitos conjuntos do calcário e do gesso, segundo as 6 combinações das doses de calcário e de gesso, em 5 profundidades do solo, são apresentadas em figuras.

As figuras apresentam as diferenças mínimas significativas, nas várias profundidades, para as comparações de médias de gesso dentro da mesma dose de calcário, válidas para Março/93 e Julho/93.

O texto especifica as diferenças mínimas significativas para as médias de calagem em Março/93 e Julho/93, quando estes efeitos da calagem forem significativos, devido facilitarem uma melhor interpretação das figuras.

O Quadro 4 fornece os totais mensais de chuvas ocorridas em Lavras-MG no período de abrangência do experimento.

QUADRO 4. Totais mensais de chuvas ocorridas no Campus da Esal, de janeiro/92 a julho/93. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Mês	Chuva (mm)	Mês	Chuva (mm)
Jan/92	719,9*	Nov/92	225,8
Fev/92	241,2	Dez/92	196,6
Mar/92	236,2	Jan/93	201,0
Abr/92	111,8	Fev/93	276,1
Mai/92	93,9	Mar/93	134,2
Jun/92	0	Abr/93	60,7
Jul/92	14,1	Mai/93	28,0
Ago/92	25,4	Jun/93	54,0
Set/92	184,7	Jul/93	0
Out/92	147,0		

* Record em 30 anos

O Quadro 5 discrimina as quantidades de água recebidas pelo solo desde a época de aplicação do gesso, em Maio/92, até as amostragens do solo nas sub-subparcelas feitas em Março/93 e Julho/93 e a amostragem do solo nas covas, feita em Julho/93.

QUADRO 5. Discriminação dos totais de água recebidos pelo solo, desde a aplicação do gesso em Maio/92, até épocas de análise química do solo. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Local	Época	Chuvas (mm)	Irrigação (mm)	Totais (mm)
Parcela	Março/93	1365,4	-	1365,4
	Julho/93	1571,9	-	1571,9
Cova	Julho/93	1571,9	1657,5*	3229,4

* 1016,1mm aplicados antes do plantio definitivo em out/92 e 641,4mm aplicados após o mesmo.

Conforme o quadro 5, a chuva caída até Março/93 para agir sobre o gesso nas sub-subparcelas foi de 1.365 mm, sendo que desta data até a amostragem de Julho/93 choveram apenas mais 206 mm.

O Quadro 6 resume as Análises de Variância dos parâmetros de solo das sub-subparcelas.

A época de amostragem influenciou os teores de cálcio nas 4 primeiras profundidades (Quadro 6). Os teores médios de cálcio em Março/93 e Julho/93 foram respectivamente 3,18 e 2,36 meqCa/100cc de solo na camada 0-20cm, 1,68 e 0,67 meqCa/100cc de solo na camada 20-40 cm, 0,66 e 0,45 meqCa/100cc de solo na camada 40-60 cm e 0,49 e 0,37 meqCa/100cc de solo na camada 60-80 cm do perfil do solo. A figura 5 permite uma visualização dos menores teores de cálcio em Julho/93 frente aos de Março/93.



O Conselho de Administração da Companhia aprovou em sua reunião de 22 de maio de 2013, a proposta de distribuição de dividendos em dinheiro no valor de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) para o exercício de 2013, a ser paga em 27 de maio de 2013, em 10 parcelas mensais de R\$ 100.000,00 (cem mil reais), a partir de 27 de maio de 2013, com o primeiro pagamento em 27 de maio de 2013 e o último em 27 de maio de 2014.

Parcela	Data	Valor (R\$)	Saldo em Debitos (R\$)
1ª	27/05/2013	100.000,00	100.000,00
2ª	27/06/2013	100.000,00	200.000,00
3ª	27/07/2013	100.000,00	300.000,00
4ª	27/08/2013	100.000,00	400.000,00
5ª	27/09/2013	100.000,00	500.000,00
6ª	27/10/2013	100.000,00	600.000,00
7ª	27/11/2013	100.000,00	700.000,00
8ª	27/12/2013	100.000,00	800.000,00
9ª	27/01/2014	100.000,00	900.000,00
10ª	27/02/2014	100.000,00	1.000.000,00

Conforme o quadro acima, a dívida decorrente da distribuição de dividendos em dinheiro no valor de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) para o exercício de 2013, a ser paga em 27 de maio de 2013, em 10 parcelas mensais de R\$ 100.000,00 (cem mil reais), a partir de 27 de maio de 2013, com o primeiro pagamento em 27 de maio de 2013 e o último em 27 de maio de 2014, encontra-se em aberto no balanço patrimonial da Companhia em 31 de dezembro de 2013 no valor de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais).

A dívida decorrente da distribuição de dividendos em dinheiro no valor de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) para o exercício de 2013, a ser paga em 27 de maio de 2013, em 10 parcelas mensais de R\$ 100.000,00 (cem mil reais), a partir de 27 de maio de 2013, com o primeiro pagamento em 27 de maio de 2013 e o último em 27 de maio de 2014, encontra-se em aberto no balanço patrimonial da Companhia em 31 de dezembro de 2013 no valor de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais).

QUADRO 6. Resumo das ANAVAS para as características químicas do solo das sub-subparcelas.
ESAL, Lavras - MG, 1993.

Causas de Variação	GL	QM									
		P (ppm)					K (ppm)				
		0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm	0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm
Bloco	2	1,9074	2,3518	0,5185	0,1296	0,2407	800,055	463,388**	532,296**	484,462*	273,907*
Época	2	6,2407	32,5185*	4,5740*	0,0185	0,1296	740,722	532,055**	158,518*	32,462	31,240
Resíduo (A)	4	3,1851	3,7129	0,6018	0,6851	0,4351	145,861	16,527	14,268	28,462	30,574
Parcelas	8										
Calagem	1	0,1666	1,8518	0,0185	0,1666	0,2962	824,462	1,851	29,629	42,666	22,685
Épo x Cal	2	7,3888	0,0740	0,3518	0,7222	0,3518	264,685	52,240	16,967	239,055*	288,574*
Resíduo (B)	6	2,4259	0,7777	0,4629	0,5370	0,4444	193,777	47,222	53,462	41,314	48,833
Subparcelas	17										
Gesso	2	1,2407	0,7962	1,3518	0,5185	0,4629	128,666	100,388*	56,518	3,907	19,574
Épo x Ges	4	2,4351	1,4074	0,1851	0,9074	0,3240	77,222	57,777	89,407**	92,074	63,657
Cal x Ges	2	3,3889	1,4629	0,9074	0,6666	0,9074	64,296	110,018*	178,740**	64,055	55,129
Épo x Cal x Ges	4	1,8611	1,3518	1,5740	0,5555	0,2129	126,185	25,407	19,907	48,111	35,435
Resíduo (C)	24	3,5648	1,1018	0,8796	0,4907	0,4074	79,824	22,546	20,314	63,555	73,787
Total	53										
CV (A) - %		14,847	23,865	17,632	27,236	23,457	13,550	6,948	8,446	14,776	15,976
CV (B) - %		18,324	15,447	21,869	34,100	33,524	22,086	16,608	23,120	25,175	28,554
CV (C) - %		38,474	31,845	52,212	56,461	55,593	24,553	19,877	24,684	54,083	60,794

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continua...

QUADRO 6. Continuação...

Causas de Variação	GL	QM									
		S (ppm)					Al (meq/100 cc)				
		0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm	0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm
Bloco	2	112,737	173,969	572,782	553,921	861,231	0,112*	0,173	0,597	0,905*	0,390*
Época	2	675,196	699,867*	493,901	23,169	160,995	0,747**	1,070**	0,073	0,005	0,075
Resíduo (A)	4	127,549	97,788	289,347	521,965	318,245	0,009	0,042	0,094	0,107	0,024
Parcelas	8										
Calagem	1	415,112	1804,516*	296,853	28,572	0,004	5,351**	3,577**	0,806	0,201	0,201
Épo x Cal	2	235,595	42,303	73,399	238,232	311,741	0,002	0,235	0,135	0,353	0,133
Resíduo (B)	6	81,812	183,660	744,007	1814,101	1595,978	0,143	0,113	0,257	0,475	0,207
Subparcelas	17										
Gesso	2	4317,235**	2245,251**	342,050**	71,542	67,579	0,190*	0,031	0,073	0,016	0,031
Épo x Ges	4	254,345**	26,272	60,749	72,131	90,787	0,176**	0,043	0,014	0,039	0,019
Cal x Ges	2	31,157	170,977	182,097	27,101	73,413	0,130*	0,017	0,010	0,021	0,108
Épo x Cal x Ges	4	141,148*	86,575	126,011	105,489	39,399	0,010	0,043	0,022	0,014	0,014
Resíduo (C)	24	43,978	58,518	58,606	115,780	70,907	0,033	0,026	0,033	0,031	0,036
Total	53										
CV (A) - %		12,952	10,108	20,252	33,382	34,278	7,394	8,942	12,979	19,687	14,680
CV (B) - %		14,669	19,591	45,925	88,011	108,558	41,642	20,523	30,291	58,571	60,965
CV (C) - %		18,629	19,154	22,325	38,511	39,633	35,051	17,287	18,939	26,184	44,323

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continua...

QUADRO 6. Continuação...

Causas de Variação	GL	QM									
		m (%)					v (%)				
		0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm	0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm
Bloco	2	199,185*	162,740	1897,462*	4008,666**	3092,240**	58,962	62,166	248,000*	436,074**	338,666*
Época	2	709,240**	4125,574**	621,407	87,500	52,796	1068,129*	617,555*	32,000	3,907	33,555
Resíduo (A)	4	17,462	90,379	128,074	189,416	70,518	63,851	31,555	17,666	8,685	42,888
Parcelas	8										
Calagem	1	7004,166**	8816,666**	3783,407*	1148,166	1031,407	11382,518**	1779,629**	416,666*	75,851	181,500
Épo x Cal	2	28,166	322,722	468,962	1183,166	900,129	663,574	162,074	46,888	41,796	27,555
Resíduo (B)	6	165,777	216,648	410,611	894,388	594,722	135,333	32,092	36,8148	40,592	35,592
Subparcelas	17										
Gesso	2	271,796*	483,462**	224,129	45,500	142,907	160,351*	99,555*	45,388*	23,351	28,388
Épo x Ges	4	153,657	43,851	51,574	51,666	120,018	55,407	16,777	3,722	3,629	21,694
Cal x Ges	2	222,055	153,166	27,361	65,055	402,462	272,240**	4,518	9,722	16,462	38,888
Épo x Cal x Ges	4	11,472	170,222*	90,740	30,222	122,685	67,962	28,296	10,111	10,740	4,861
Resíduo (C)	24	75,296	61,296	101,324	73,916	137,601	47,194	19,537	11,324	9,064	15,537
Total	53										
CV (A) - %		10,293	9,117	8,621	11,351	8,832	9,420	14,743	16,786	11,202	21,200
CV (B) - %		44,851	21,167	21,830	34,686	36,274	19,395	21,026	34,269	34,247	27,313
CV (C) - %		52,355	19,501	18,782	17,369	30,221	19,838	28,415	32,920	28,031	31,256

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continua...

QUADRO 6. Continuação...

Causas de Variação	GL	QM									
		Ca (meq/100 cc)					Mg (meq/100 cc)				
		0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm	0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm
Bloco	2	0,625	0,068	0,269*	0,273**	0,143	0,020	0,040	0,035**	0,0201**	0,019
Época	2	3,665*	5,221**	0,274*	0,074*	0,045	0,600	0,143*	0,050**	0,0090*	0,011
Resíduo (A)	4	0,360	0,178	0,014	0,006	0,050	0,152	0,014	0,001	0,0004	0,003
Parcelas	8										
Calagem	1	42,666**	8,322**	1,014**	0,155*	0,081	8,639**	0,782**	0,089**	0,0046	0,022
Épo x Cal	2	2,660	0,957*	0,161	0,066	0,037	0,726	0,079	0,025*	0,0068	0,005
Resíduo (B)	6	0,557	0,132	0,043	0,024	0,020	0,279	0,035	0,004	0,0022	0,009
Subparcelas	17										
Gesso	2	1,172	1,461**	0,160*	0,025	0,031	0,298**	0,023	0,020	0,0002	0,002
Épo x Ges	4	0,192	0,165	0,009	0,004	0,015	0,189**	0,011	0,004	0,0005	0,001
Cal x Ges	2	0,857	0,057	0,005	0,004	0,067*	0,106	0,003	0,005	0,0024	0,009
Épo x Cal x Ges	4	0,255	0,248*	0,036	0,009	0,026	0,195**	0,005	0,001	0,0021	0,004
Resíduo (C)	24	0,443	0,075	0,032	0,014	0,019	0,039	0,041	0,014	0,0018	0,005
Total	53										
CV (A) - %		8,531	13,482	8,173	7,417	21,458	21,555	14,969	7,607	5,580	14,370
CV (B) - %		15,003	16,441	20,411	20,378	19,524	41,202	33,300	20,031	17,291	32,636
CV (C) - %		23,160	21,485	30,335	26,582	32,983	26,686	61,859	60,858	27,339	43,110

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

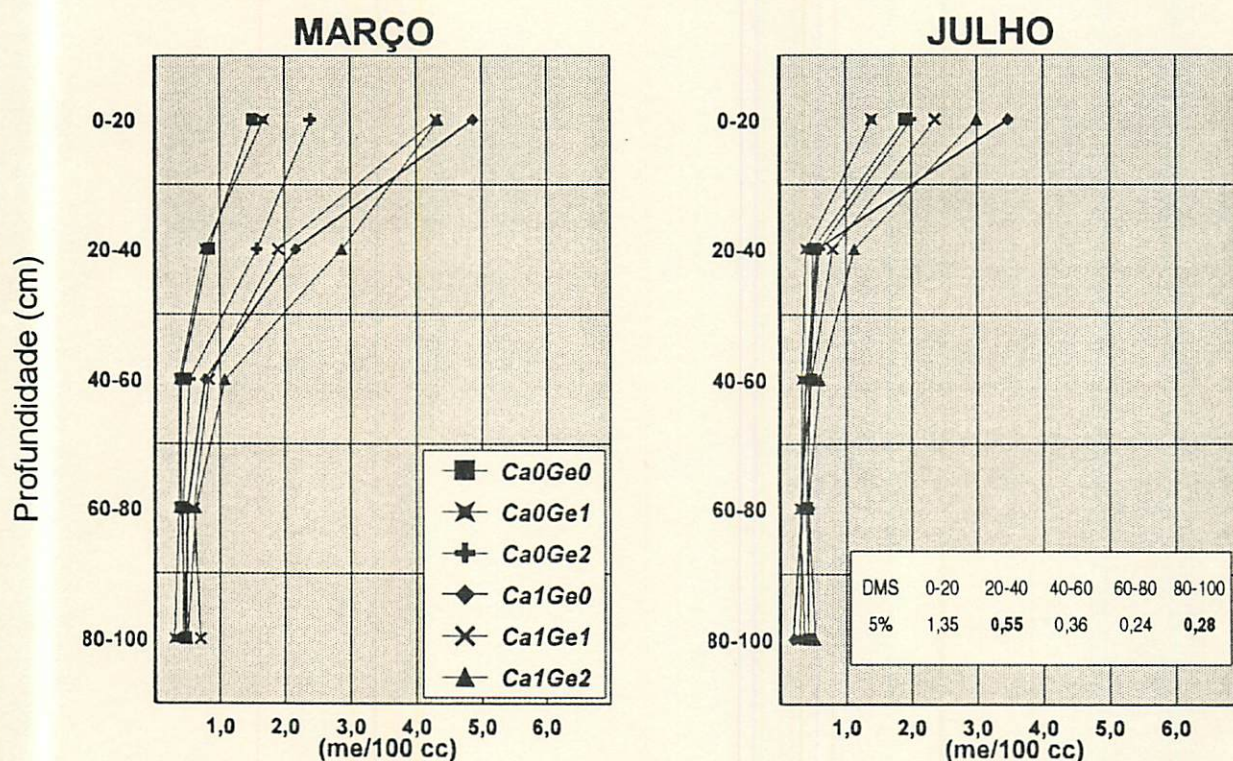


FIGURA 5. Teores de cálcio a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Sendo o mês de Julho um dos mais secos na região, enquanto que em Março ainda ocorrem chuvas (Quadro 4), a umidade do solo pode estar influenciando os teores de nutrientes encontrados. BOARETTO, 1989, cita que a época de amostragem do solo influencia os resultados das análises.

A calagem influenciou os teores de cálcio nas 4 primeiras camadas do solo (Quadro 6). As médias dos tratamentos sem e com calagem foram respectivamente 1,98 e 3,76 meqCa/100cc de solo na camada 0-20 cm, 0,88 e 1,67 meqCa/100cc de solo na

camada 20-40 cm, 0,46 e 0,73 meqCa/100cc de solo na camada 40-60 cm e 0,39 e 0,50 meqCa/100cc de solo na camada 60-80 cm do perfil do solo.

O efeito do gesso nos teores de cálcio ocorreram na 2^a e 3^a camadas do solo (Quadro 6). Na camada 20-40 cm, a média dos tratamentos com aplicação máxima de gesso, Ge₂, de valor 1,6 meqCa/100cc de solo, foi superior à média dos tratamentos Ge₁ e Ge₀, de valores 1,09 e 1,14 meqCa/100cc de solo, respectivamente. Na camada 40-60cm, a média dos tratamentos Ge₂ foi superior a dos tratamentos Ge₁, com valores 0,70 e 0,52 meqCa/100cc de solo, respectivamente.

Em Março/93, as médias dos tratamento sem calagem foram inferiores às médias dos tratamentos com calagem nas 3 primeiras profundidades, com valores respectivamente de 1,86 e 4,50 meqCa/100cc de solo na camada 0-20 cm (DMS 5% 0,86), de 1,06 e 2,31 meqCa/100cc de solo na camada 20-40 cm (DMS 5% 0,41) e de 0,43 e 0,89 meqCa/100cc de solo na camada 40-60 cm (DMS 5% 0,24).

Em Julho/93, a média dos tratamentos com calagem foi superior à média dos tratamentos sem calagem na camada 0-20 cm, com valores de 2,94 e 1,77 meqCa/100cc de solo, respectivamente (DMS 5% 0,86).

Em Março/93, na camada 20-40cm, o tratamento Ge₂ apresentou média de 2,22 meqCa/100cc de solo, superior às médias de Ge₀ e Ge₁, com valores de 1,50 e 1,33 meqCa/100cc de solo, respectivamente. Embora a figura 5 apresente as médias dos tratamentos combinados de calagem com gessagem, a análise da figura permite uma

verificação geral dos efeitos isolados da calagem, do gesso ou da época, expostos acima, relativos a Março/93 e Julho/93.

Conforme a figura 5, em Março/93, na camada 20-40 cm, dentre os tratamentos sem calagem, Ca_0Ge_2 apresentou maior teor de cálcio que Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_0 , com valores respectivamente de 1,56, 0,76 e 0,83 meqCa/100cc de solo. Entre os tratamentos com calagem, na mesma profundidade, Ca_1Ge_2 também apresentou maior teor de cálcio que Ca_1Ge_1 e Ca_1Ge_0 , os valores sendo respectivamente 2,86, 1,90 e 2,16 meqCa/100cc de solo.

Em Julho/93 (Figura 5), entre os tratamentos com calcário, Ca_1Ge_2 apresentou maior teor de cálcio que o tratamento Ca_1Ge_0 na camada 20-40cm, com os valores 1,13 e 0,56 meqCa/100cc de solo, respectivamente. Na camada 80-100cm, Ca_1Ge_2 apresentou maior teor de cálcio que Ca_1Ge_0 , com valores respectivamente de 0,53 e 0,2 meqCa/100cc de solo.

Considerando-se que a calagem efetuada adicionou ao solo 3,18 meqCa/100cc de solo, enquanto que os níveis 1 e 2 de gesso adicionaram respectivamente 0,82 e 1,64 meqCa/100cc de solo, espera-se maior ação do calcário na camada de incorporação. Embora a perda do íon carbonato como CO_2 para a atmosfera dificulte a lixiviação do cálcio da calagem, os teores iniciais consideráveis de SO_4^{--} na área experimental (Quadro 1) podem ter contribuído para a lixiviação do cálcio do calcário.

CORREA(1992) verificou incrementos dos teores de cálcio no perfil até 80 cm de profundidade, no período de 14 meses.

Conforme o Quadro 6, a época de amostragem influenciou os teores de magnésio do solo. Nas profundidades de 20-40 cm, 40-60 cm e 60-80 cm, os teores médios de Março/93, respectivamente 0,41, 0,25 e 0,18 meqMg/100cc de solo, foram superiores aos teores de Julho/93, respectivamente 0,23, 0,14 e 0,13 meqMg/100cc de solo. Os diferentes teores de umidade do solo entre as épocas (ver Quadro 4) podem estar ocasionando a diferença de valores encontrada.

A calagem afetou os teores de magnésio nas 3 primeiras camadas do solo (Quadro 6). Nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, as médias dos tratamentos com calagem, respectivamente 1,14, 0,45 e 0,24 meqMg/100cc de solo, foram superiores às médias dos tratamentos sem calagem, respectivamente 0,34, 0,21 e 0,16 meqMg/100cc de solo.

Deve-se levar em consideração que o calcário aplicado (Quadro 2) incorporou ao solo 1,13 meqMg/100cc de solo. O aumento dos teores de magnésio em profundidade por efeito da calagem pode estar relacionado aos teores iniciais consideráveis de sulfato na área experimental (Quadro 1).

O gesso teve efeito nos teores de magnésio na profundidade 0-20 cm (Quadro 6). Nesta camada, a média dos tratamentos Ge_2 foi menor que a média dos tratamentos sem gesso Ge_0 , com valores de 0,66 e 0,89 meqMg/100cc de solo respectivamente, sugerindo a lixiviação de Magnésio pelo gesso. O efeito do gesso nesta profundidade ocorreu nos tratamentos que receberam calagem, sendo a média de Ca_1Ge_2 menor que a média de Ca_1Ge_0 , com valores respectivamente de 0,97 e 1,33 meqMg/100cc de solo.

CORREA (1992) observou maior distribuição de magnésio no perfil do solo pela ação do gesso nos tratamentos com calcário.

Em Março/93, a calagem seguiu a tendência geral, aumentando os teores de magnésio nas 3 camadas iniciais do solo, sendo as médias para os tratamentos sem e com calcário respectivamente de 0,29 e 1,47 meqMg/100cc de solo na camada 0-20 cm (DMS 5% 0,60); de 0,24 e 0,58 meqMg/100cc de solo na camada 20-40 cm (DMS 5% 0,21) e de 0,17 e 0,33 meqMg/100cc de solo na camada 40-60 cm (DMS 5% 0,08).

Em Março/93 o efeito do gesso na camada 0-20cm seguiu a tendência geral, com a média de Ge_2 menor que a média de Ge_0 , respectivamente 0,63 e 1,08 meqMg/100cc de solo. Em Julho/93, nesta mesma camada, a média de Ge_1 com valor 0,3 meqMg/100cc de solo foi menor que as médias de Ge_0 e Ge_2 , com valores de 0,63 e 0,67 meqMg/100cc de solo, respectivamente. A observação da Figura 6 permite uma verificação das relações expressas acima, referentes a Março/93 e Julho/93.

Na figura 6, em Março/93, na camada 0-20 cm, considerando-se os tratamentos com calagem, o de nível 2 de gesso Ca_1Ge_2 apresentou menor teor de magnésio que o sem gesso Ca_1Ge_0 , sendo as médias respectivamente 0,93 e 1,86 meqMg/100cc de solo.

Em Julho/93 (Figura 6), na camada 0-20 cm, entre os tratamentos com calagem, Ca_1Ge_1 apresentou menor teor de magnésio que Ca_1Ge_2 , com valores de 0,43 e 0,96 meqMg/100cc de solo, respectivamente.

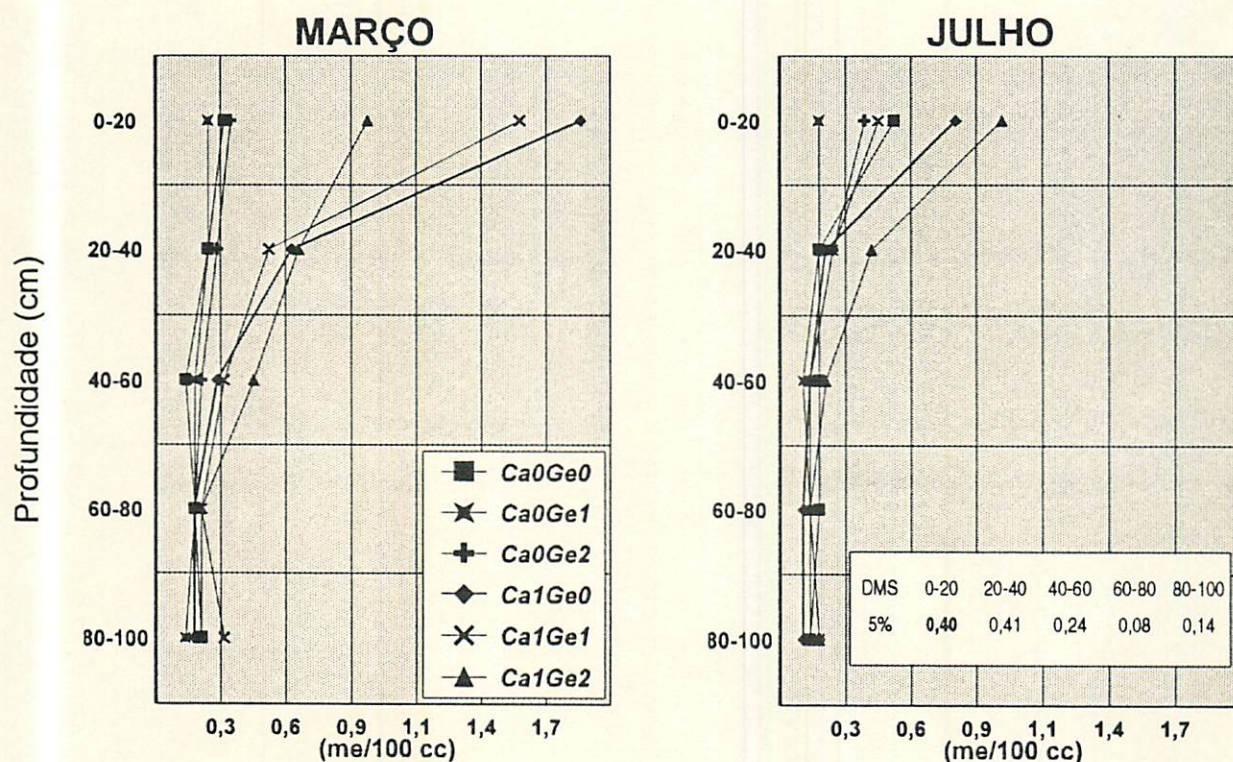


FIGURA 6. Teores de magnésio a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

A aplicação de calcário dolomítico junto ao gesso é indicada para evitar desequilíbrio entre as bases do solo e para diminuir a lixiviação de Magnésio e Potássio (MALAVOLTA et alii, 1986).

Conforme o Quadro 6, a época da amostragem do solo influenciou os teores de potássio do solo. O teor médio de Julho/93 foi inferior ao de Março/93 na camada 20-40 cm, com valores de 17,7 e 26,3 ppm de K, respectivamente.

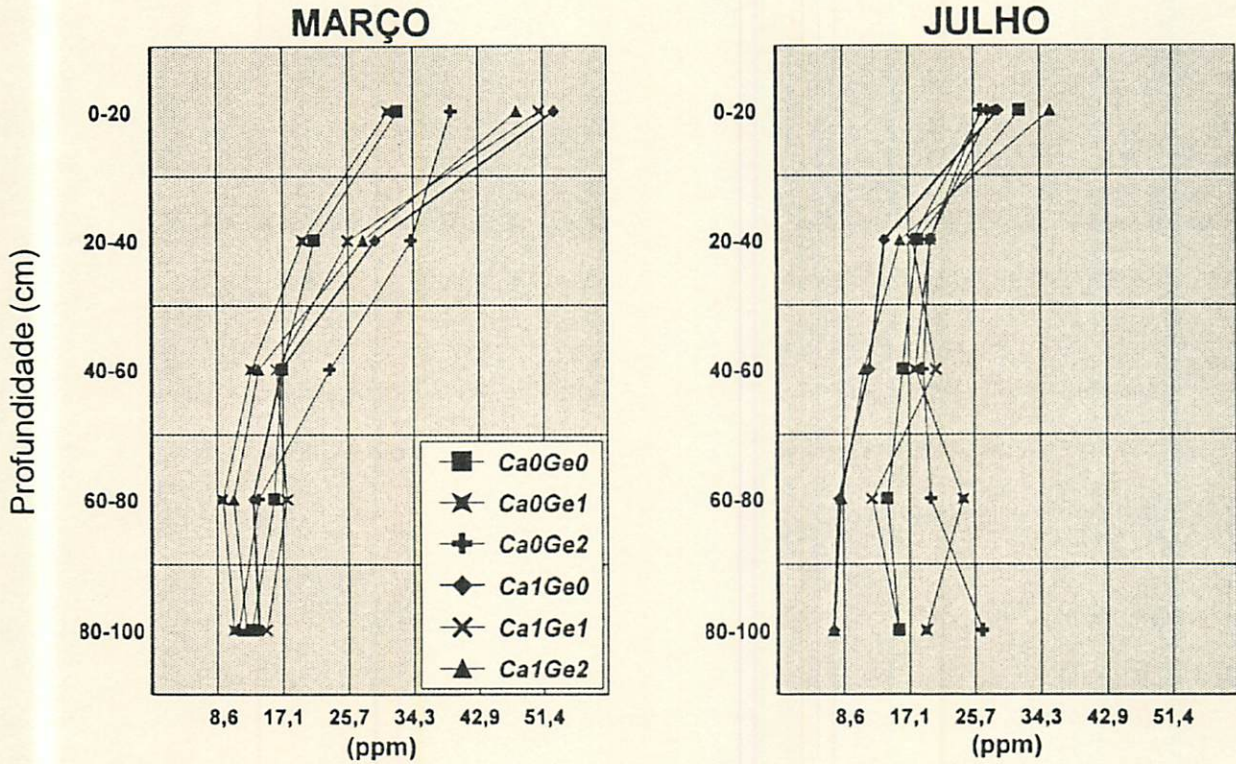
Na camada 20-40 cm, a média dos tratamentos com nível 2 de gesso Ge₂, foi superior à média dos tratamentos Ge₁, com valores de 26,2 e 21,5 ppm de K, respecti-

vamente. A ação do gesso nesta camada se deu nos tratamentos sem calcário, sendo que o tratamento Ca_0Ge_2 apresentou média de 28,9 ppm de K, superior às médias dos tratamentos Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_0 , com valores de 19,8 e 22,4 ppm de K, respectivamente. De maneira análoga, na camada 40-60 cm, entre os tratamentos sem calagem, Ca_0Ge_2 apresentou maior teor de potássio que Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_0 , com valores respectivamente de 24,6, 15,2 e 17,2 ppm de K. OLIVEIRA et alii, 1986, citando Lopes, 1975, afirmam que o surgimento de algum ácido sulfúrico do enxofre do gesso poderia dissolver minerais, aumentando a disponibilidade de potássio, entre outros nutrientes.

Em Março/93, na camada 0-20 cm, os tratamentos que receberam calagem apresentaram maior teor de potássio que os tratamentos sem calagem, sendo as médias 50,7 e 34,2 ppm de K, respectivamente, (DMS 5% 16,0). Por outro lado, em Julho/93, a calagem diminuiu os teores de potássio nas camadas 60-80 e 80-100 cm, com as médias de 19,6 e 9,6 ppm de K na camada 60-80 cm nos tratamentos sem e com calagem respectivamente (DMS 5% 7,4), e médias de 20,6 e 10,1 ppm de K na camada 80-100 cm, respectivamente nos tratamentos sem e com calagem (DMS 5% 8,0).

Segundo RAIJ (1991), a calagem diminui a disponibilidade de potássio. MALAVOLTA et alii (1986) consideram que a calagem diminui a lixiviação de potássio devido a possibilidade de sua ligação às cargas negativas liberadas pela calagem.

Em Março/93, na camada 20-40 cm, a média dos tratamentos com nível 2 de gesso Ge_2 foi superior à média dos tratamentos Ge_1 , com valores 30,8 e 22,7 ppm de K, respectivamente.



DMS	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
5%	18,2	9,6	9,1	16,2	17,5

FIGURA 7. Teores de potássio a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Na Figura 7, em Março/93, tem-se na camada 20-40 cm, entre os tratamentos sem calagem, que o nível 2 de gesso Ca_0Ge_2 apresentou média de 34 ppm de K, superior às médias de Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_0 , respectivamente com valores 19,6 e 21,3 ppm de K; Na camada 40-60 cm, também entre os tratamentos sem calagem, Ca_0Ge_2 apresentou maior teor de potássio que Ca_0Ge_1 , com valores respectivamente de 23,3 e 13,0 ppm de K.

Em Julho/93 (Figura 7), na camada 40-60 cm, entre os tratamentos com calagem, o com nível 1 de gesso Ca_1Ge_1 apresentou maior teor de potássio que Ca_1Ge_2 , com valores respectivamente de 20,6 e 11,3 ppm de K.

CORREA(1992) não observou lixiviação de potássio em seu estudo.

A saturação em bases (V%) foi menor em Julho/93 que em Março/93, nas duas primeiras camadas do solo (Quadro 6). Os valores médios em Março/93 e Julho/93, na camada 0-20 cm, foram de 42,1% e 26,7% respectivamente, enquanto na camada 20-40 cm, foram de 20,8% e 9,2% respectivamente.

A calagem aumentou a saturação em bases nas 3 primeiras camadas do solo. A média dos tratamentos sem e com calagem foram respectivamente de 20,1% e 49,1% na camada 0-20 cm, de 9,8% e 21,3% na camada 20-40 cm e de 7,4% e 13,0% na camada 40-60 cm.

Verifica-se que foi atingido o objetivo da calagem, uma vez que a média dos tratamentos com calagem foi um valor V% de 49,1%, na camada 0-20 cm.

A saturação por bases dos tratamentos com nível 1 de gesso Ge_1 , na camada 0-20 cm, foi menor que a média dos tratamentos sem gesso Ge_0 , com valores de V% de 31,5% e 37,4% respectivamente; Na camada 20-40 cm, os tratamentos Ge_2 apresentaram saturação de base de 18,2%, maior que a de Ge_1 , com V% de 13,8%; Novamente na camada 40-60 cm, os tratamentos Ge_2 apresentaram um valor V% maior que os tratamentos Ge_1 , com valores respectivamente de 12% e 8,9%.

Em Março/93, a calagem aumentou a saturação de bases de 20,9% para 63,3% (DMS 5% 13,4) na camada 0-20 cm, de 12,0% para 29,6% (DMS 5% 6,5) na camada 20-40 cm e de 7,1% para 16,0% (DMS 5% 6,9) na camada 40-60 cm. Em Julho/93, a saturação em bases na camada 0-20 cm foi de 17,3% sem calagem, aumentando para 36,1% por efeito da calagem (DMS 5% 13,4).

Em Março/93, na camada 20-40 cm, a média dos tratamentos Ge_2 para o valor V% foi superior à média dos tratamentos Ge_1 , com valores de 25,0% e 17,3%, respectivamente.

Em Julho/93, na camada 0-20 cm, os tratamentos Ge_1 apresentaram menor valor V% que Ge_0 , respectivamente 19,7% e 31,8%; Na camada 80-100 cm, os tratamentos Ge_2 apresentaram maior valor V% que Ge_0 , respectivamente 16,2% e 9,8%.

Na Figura 8, em Março/93, na camada 0-20 cm, entre os tratamentos com calagem, Ca_1Ge_2 apresentou menor saturação de bases que Ca_1Ge_0 , com valores V% respectivamente de 54,6% e 71,0%; Na camada 20-40 cm, Ca_1Ge_2 apresentou valor V% de 34,3%, maior que Ca_1Ge_1 , com V% de 24,6%, sugerindo lixiviação de bases pelo gesso.

Em Julho/93 (figura 8), na camada 0-20 cm, entre os tratamentos com calagem, Ca_1Ge_1 apresentou saturação por bases de 26,6%, menor que o tratamento Ca_1Ge_0 , com valor V% de 44,0%; Na camada 80-100 cm, Ca_1Ge_2 apresentou maior saturação por bases que Ca_1Ge_0 , com valores de V% respectivamente de 17,6% e 7,6%.

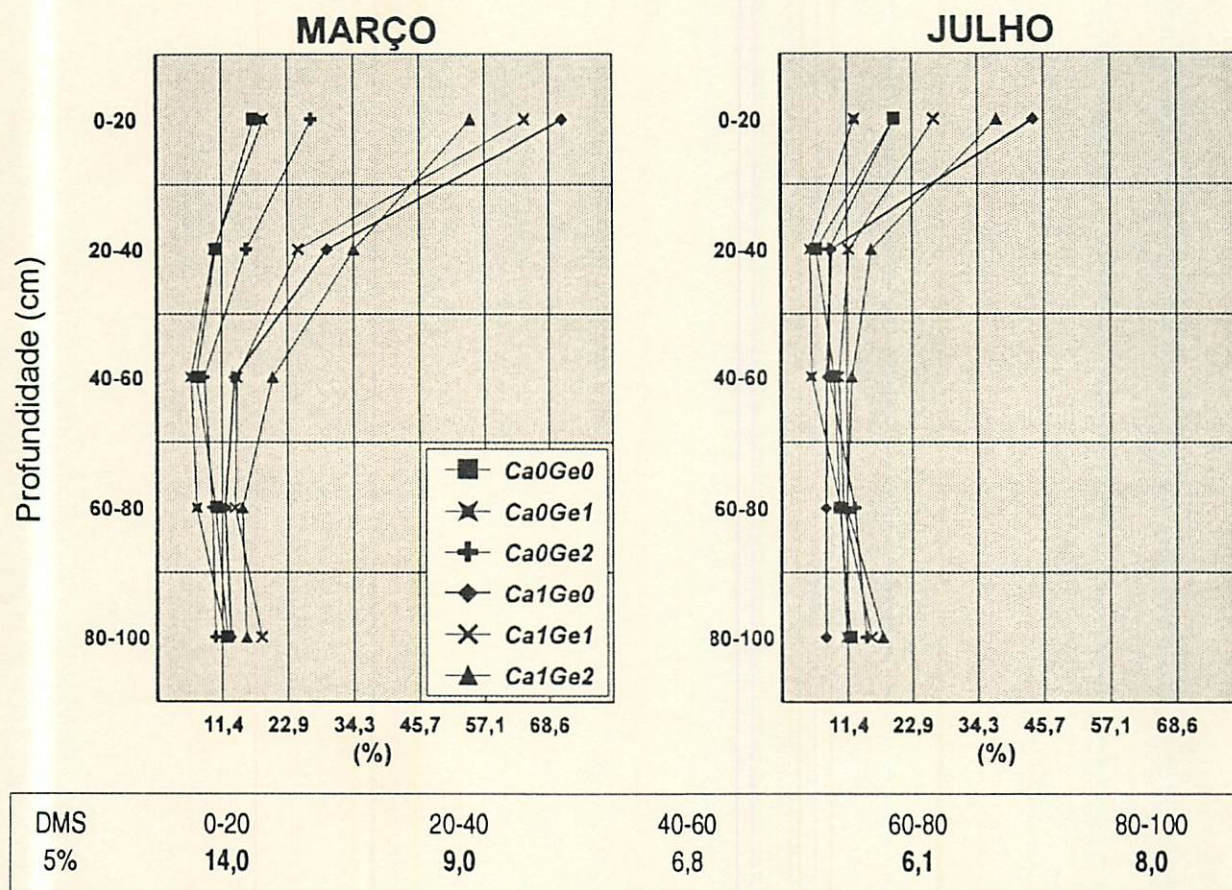


FIGURA 8. Saturação em bases (v%) a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

O efeito do calcário foi nítido nas três primeiras camadas do solo. A ação do calcário sobre a saturação de bases a pouca profundidade é grande devido ao mesmo diminuir a acidez potencial ($H^+ + Al^{+++}$) do complexo de troca, aumentando a CTC efetiva, passando o solo a apresentar maior quantidade relativa de cátions retidos. Os teores iniciais de sulfato na área experimental podem ter contribuído para o aumento de V% pela calagem a maiores profundidades.

De maneira geral, o aumento da saturação em bases pelo gesso ocorreu abaixo da camada arável, pois é no subsolo que a saturação de alumínio (m%) é maior, o aumento da saturação por bases ocorrendo pela substituição de Al trocável pelo Cálcio ou outro cátion lixiviado (VITTI, 1987).

CORREA (1992) verificou os maiores aumentos de V% na maior dose de gesso com a maior dose de calcário, sendo que o efeito do calcário sozinho não se apresentou em profundidade maior que 40 cm.

Conforme o Quadro 6, a época de amostragem do solo influenciou o teor de Al nas duas camadas superiores do solo. Os teores médios de Al aumentaram de 0,4 meqAl/100cc de solo na camada 0-20 cm e de 0,80 meqAl/100cc de solo na camada 20-40 cm em Março/93, para 0,76 meqAl/100cc de solo na camada 0-20 cm e para 1,23 meqAl/100cc de solo na camada 20-40 cm em Julho/93.

A calagem diminuiu os teores de Al nas 2 camadas superiores do solo. A média dos tratamentos sem e com calagem foi respectivamente de 0,84 e 0,21 meqAl/100cc de solo na camada 0-20 cm, e de 1,20 e 0,69 meqAl/100cc de solo na camada 20-40 cm.

Na camada 0-20 cm, a média dos tratamentos com nível 1 de gesso Ge_1 , com valor 0,64 meqAl/100cc de solo, foi superior às médias dos tratamentos Ge_0 e Ge_2 , com valores respectivamente de 0,47 e 0,46 meqAl/100cc de solo.

Em Março/93, a calagem apresentou efeito nas duas primeiras camadas, com a média dos tratamentos sem e com calagem respectivamente de 0,71 e 0,09 meqAl/100cc

de solo na camada 0-20 cm (DMS 5% 0,43), e de 1,14 e 0,46 meqAl/100cc de solo respectivamente, na camada 20-40 cm (DMS 5% 0,38).

Em Julho/93, na camada 0-20 cm, a média dos tratamentos sem calagem, de valor 1,09 meqAl/100cc de solo foi superior a média dos tratamentos com calagem, de valor 0,43 meqAl/100cc de solo (DMS 5% 0,38).

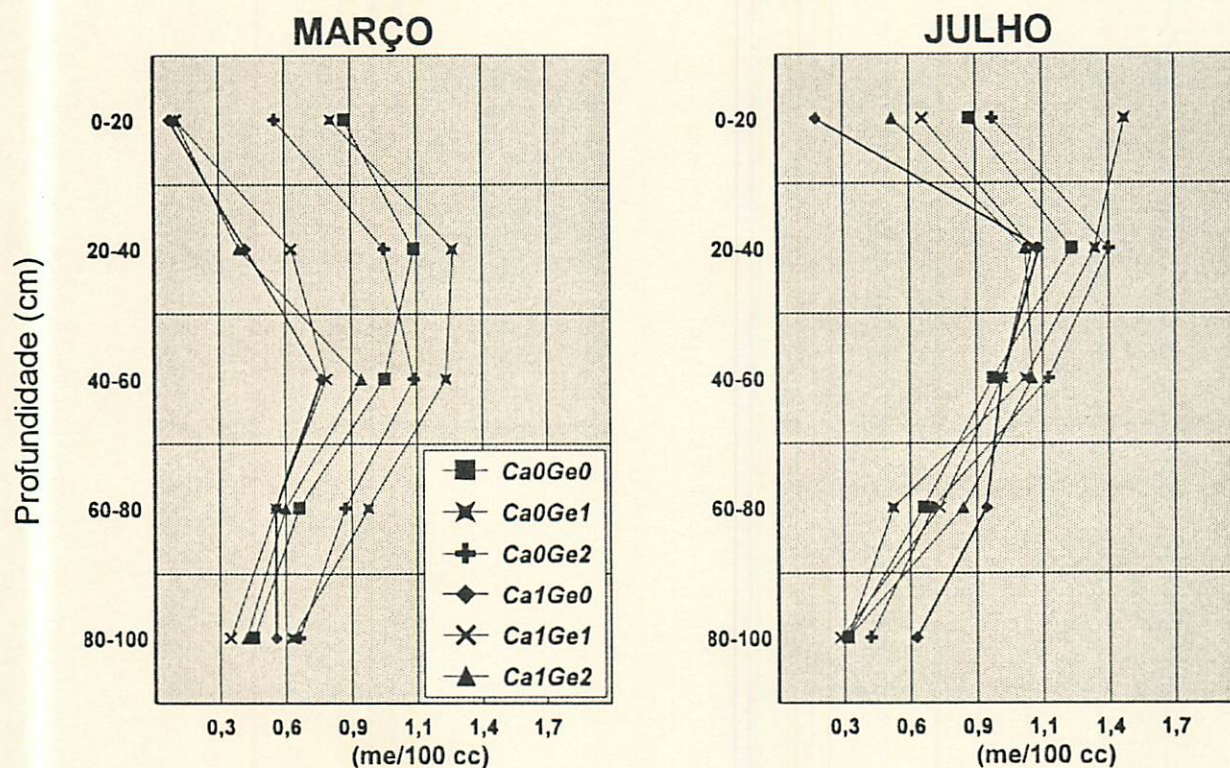
Com relação ao gesso, em Março/93, na camada 20-40 cm, a média dos tratamentos Ge_2 , com valor 0,68 meqAl/100cc de solo, foi inferior a média de Ge_1 , de valor 0,95 meqAl/100cc de solo; em Julho/93, na camada 0-20 cm, o teor médio dos tratamentos Ge_1 , de valor 1,01 meqAl/100cc de solo, foi superior às médias dos tratamentos Ge_0 e Ge_2 , respectivamente com valores de 0,5 e 0,72 meqAl/100cc de solo.

Na figura 9, em Julho/93, na camada 0-20 cm, o tratamento Ca_0Ge_1 apresentou maior teor de Alumínio que os tratamentos Ca_0Ge_0 e Ca_0Ge_2 , sendo os valores respectivamente 1,5, 0,83 e 0,93 meqAl/100cc de solo; entre os tratamentos com calcário, considerando-se a mesma época e camada, Ca_1Ge_1 apresentou maior teor de Alumínio que Ca_1Ge_0 , sendo os valores respectivamente de 0,63 e 0,16 meqAl/100cc de solo.

Vê-se que enquanto a calagem diminuiu efetivamente os teores de Alumínio nas duas primeiras camadas, a ação do gesso nesse parâmetro foi menos consistente.

CORREA (1992) observou a diminuição do Al trocável pelo gesso até 80 cm de profundidade.

A época de amostragem afetou a saturação por alumínio (m%) do solo nas duas primeiras profundidades do solo (Quadro 6).



DMS	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
5%	0,37	0,33	0,37	0,36	0,38

FIGURA 9. Teores de alumínio a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

As saturações por alumínio em Julho/93 nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm foram de 23,8% e 57,6%, respectivamente, maiores que os correspondentes valores de Março/93, 13,7% e 30,7% respectivamente nas camadas 0-20 e 20-40 cm.

Ressalta-se que Julho é um mês com pouca chuva (Quadro 4). A calagem diminuiu a saturação por alumínio nas três camadas superiores do solo. O valor m% nos

tratamentos sem e com calagem foram respectivamente 28,0% e 5,2% na camada 0-20 cm, 52,9% e 27,4% na camada 20-40 cm e 62,0% e 45,2% na camada 40-60 cm.

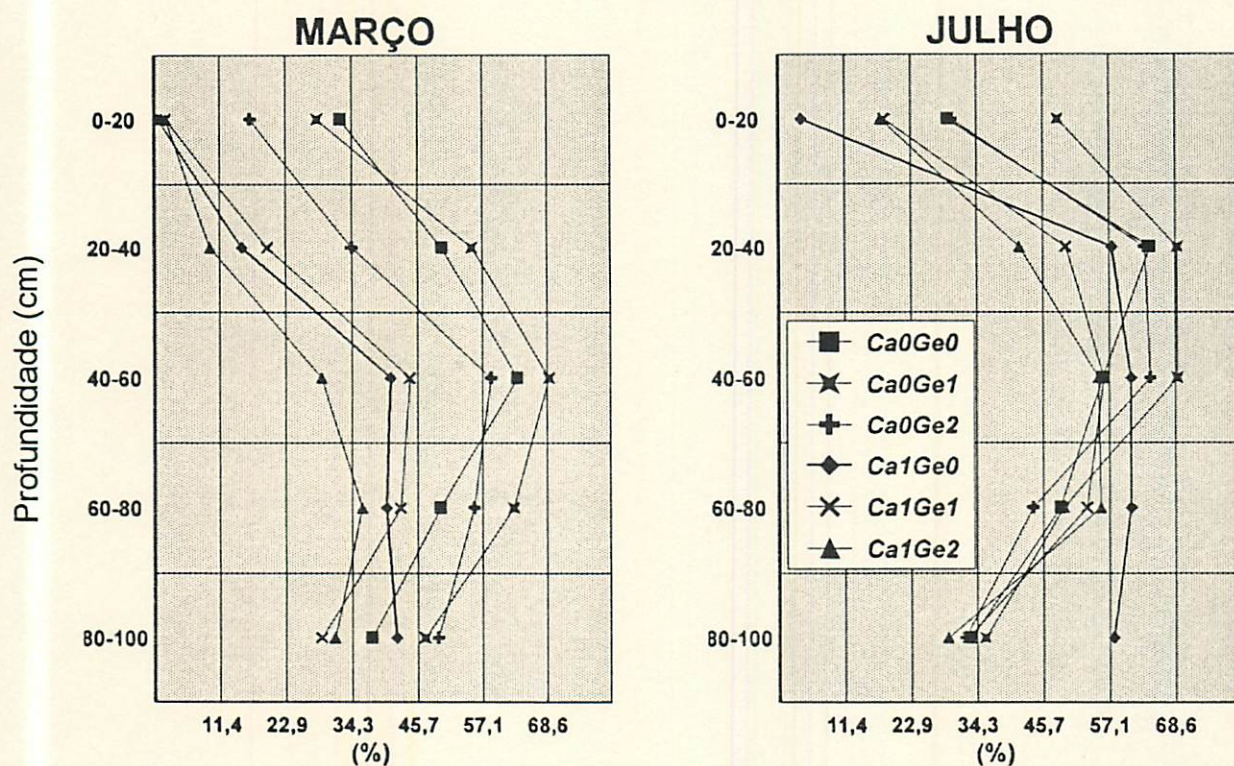
Na camada 0-20 cm, a média dos tratamentos com nível dois de gesso Ge_2 para o valor m% foi menor que a média de Ge_1 , os valores sendo 13,2% e 20,8% respectivamente; na camada 20-40 cm, os tratamentos Ge_2 apresentaram para m% o valor 22,0%, inferior ao valor m% dos níveis Ge_0 e Ge_1 , respectivamente com os valores 32,7% e 37,5%.

Em Março/93, a saturação por alumínio foi nos tratamentos sem e com calcário respectivamente de 25,8% e de 1,6% na camada 0-20 cm (DMS 5% 14,8), de 46,6% e 14,9% na camada 20-40 cm (DMS 5% 16,9) e de 63,7% e 38,1% na camada 40-60 cm (DMS 5% 23,3).

Em Julho/93, a diminuição da saturação por alumínio pela aplicação do calcário se verificou somente na camada 0-20 cm, sendo o valor de m% de 35,9% e de 11,7% respectivamente para os tratamentos sem e com calcário (DMS 5% 14,8).

Com relação ao gesso, em Março/93 o nível dois de gesso Ge_2 apresentou menor saturação de alumínio que Ge_1 , na camada 20-40 cm, com os valores de 22,0% e 37,5% respectivamente; Em Julho/93, na camada 0-20 cm, o nível 1 de gesso Ge_1 apresentou maior saturação de alumínio que Ge_0 , com valores de 33,3% e 16,7% respectivamente.

Na figura 10, em Março/93, na profundidade de 20-40 cm, entre os tratamentos sem calagem, Ca_0Ge_2 apresentou menor saturação por alumínio que Ca_0Ge_1 , os valores sendo 34,3% e 55,3%, respectivamente.



DMS	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
5%	17,6	15,9	20,5	17,5	23,9

FIGURA 10. Saturação de alumínio (m%) a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Em Julho/93 (Figura 10), considerando os tratamentos sem calcário na camada 0-20 cm, Ca_0Ge_1 apresentou valor m% de 48,3%, superior à saturação por alumínio de Ca_0Ge_0 e Ca_0Ge_2 , respectivamente de 29,3% e 30,0%; entre os tratamentos com calcário, na camada 20-40 cm, Ca_1Ge_2 apresentou menor saturação por alumínio que Ca_1Ge_0 , os valores de m% sendo respectivamente 41,6% e 57,6%; na camada 80-100 cm, a

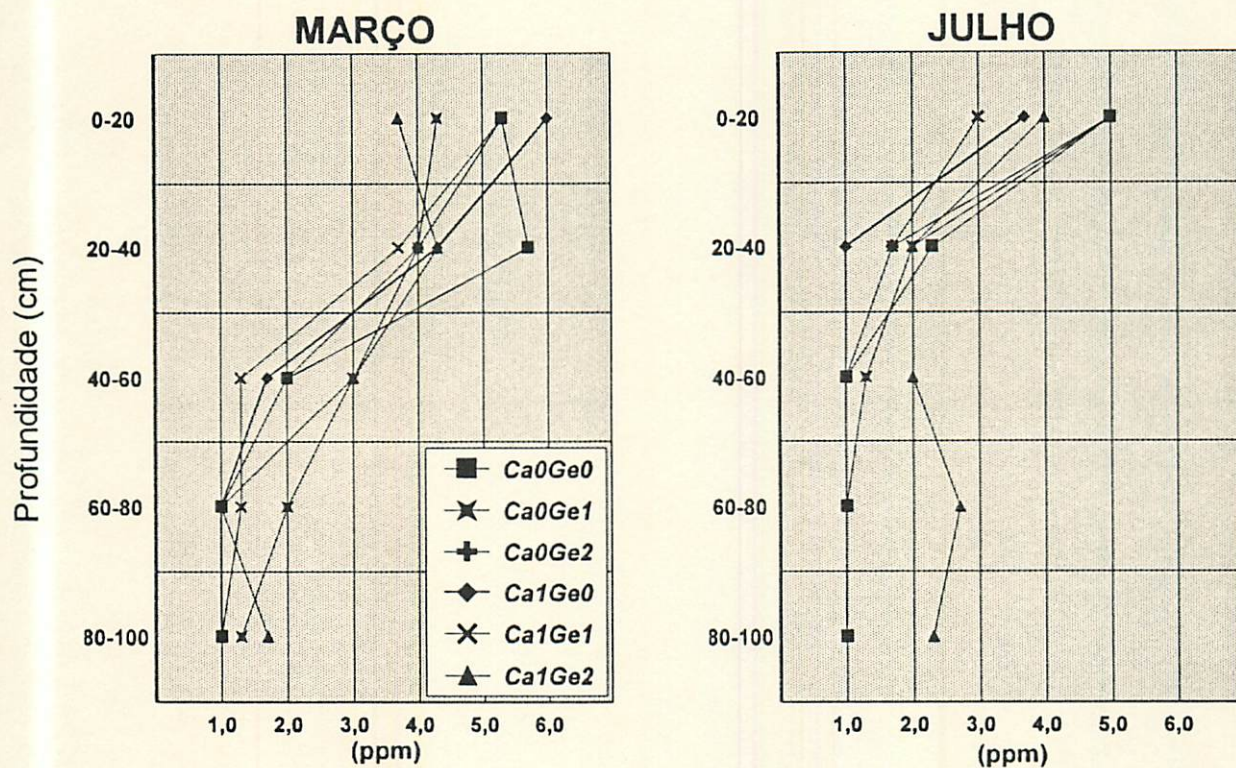
saturação por alumínio em Ca_1Ge_0 , de valor 58,0%, foi maior que em Ca_1Ge_1 e Ca_1Ge_2 , com valores respectivamente de 32,6% e 29,3%.

De maneira geral, os efeitos dos tratamentos na saturação por alumínio acompanham os efeitos nos teores de Alumínio trocável, embora RAIJ(1988) afirme que a uma diminuição na saturação por alumínio ocorrendo pela aplicação do gesso não necessariamente corresponda uma diminuição no teor do Alumínio trocável.

As épocas de amostragem do solo influenciaram os teores de fósforo do mesmo em duas profundidades do solo (Quadro 6). Os teores médios de Julho/93 foram inferiores aos de Março/93, tanto na camada 20-40 cm, com valores de 1,8 e 4,3 ppm de P respectivamente, como na camada 40-60 cm, com valores respectivamente de 1,2 e 2,2 ppm de P.

Conforme a figura 11, em Julho/93, entre os tratamentos com calagem, na camada 60-80 cm, Ca_1Ge_2 apresentou teor de 2,6 ppm de P, maior que Ca_1Ge_0 e Ca_1Ge_1 , com 1,0 ppm de P cada; na camada 80-100 cm, o tratamento Ca_1Ge_2 apresentou teor médio de 2,3 ppm de P, novamente superior aos tratamentos Ca_1Ge_0 e Ca_1Ge_1 , com teores de 1 ppm de P cada.

O maior teor de fósforo na camada 80-100 cm para o tratamento Ca_1Ge_2 em Julho/93, é concomitante com o maior teor de Cálcio (figura 5), com um valor superior para saturação de bases (figura 8) e com uma menor saturação de alumínio (figura 10), sempre para o mesmo tratamento e profundidade.



DMS	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
5%	3,8	2,1	1,9	1,4	1,3

FIGURA 11. Teores de fósforo a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Os teores de sulfato no solo não diferiram estatisticamente entre Março/93 e Julho/93, enquanto a calagem afetou o teor de sulfato na camada 20-40 cm (Quadro 6), apresentando um teor médio de 34,2 ppm SO_4^{2-} nos tratamentos sem calcário e de 45,7 ppm SO_4^{2-} nos tratamentos com calagem.

A calagem, aumentando o pH e as cargas negativas do solo diminui a absorção de sulfato na camada arável (RAIJ, 1988), possibilitando maior marcha descendente no perfil do solo.

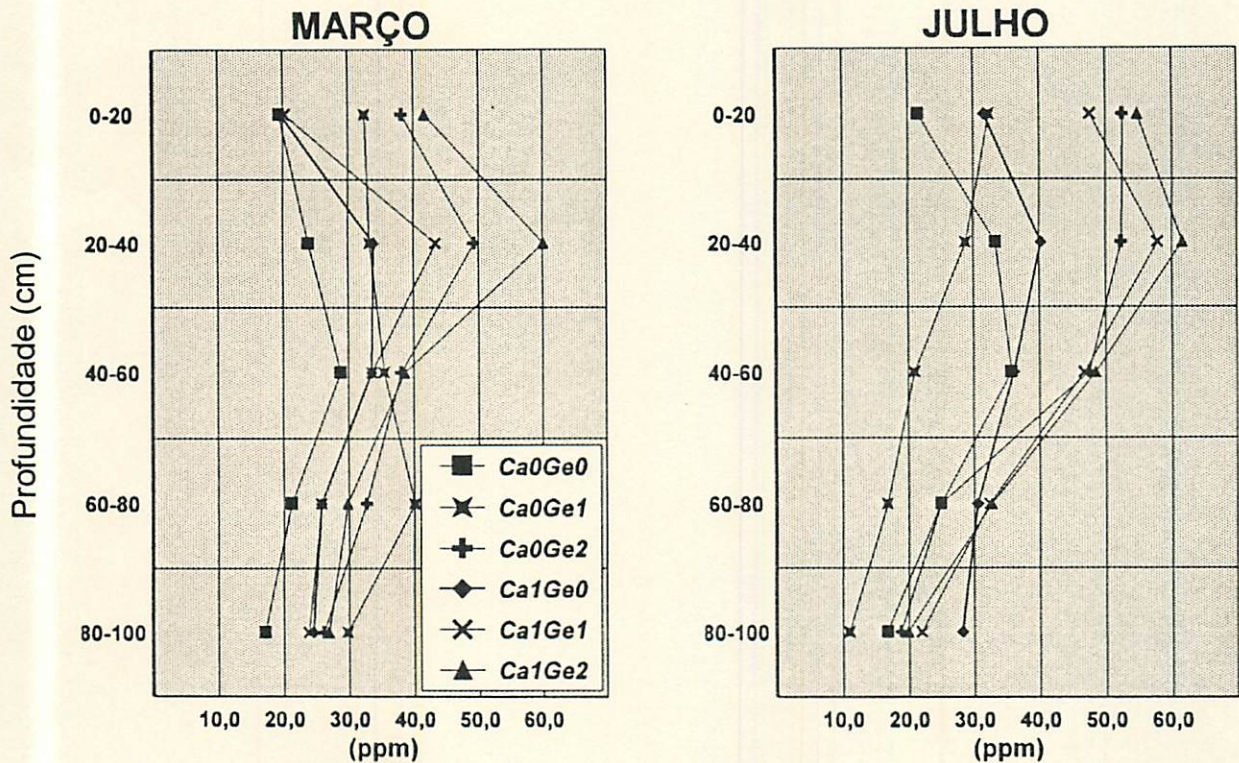
A aplicação de gesso afetou os teores de sulfato nas 3 primeiras camadas do solo (Quadro 6). Na camada 0-20 cm, a média dos tratamentos com nível 2 de gesso Ge_2 para teor de sulfato no solo foi superior a média dos tratamentos Ge_1 , e esta foi superior a média dos tratamentos Ge_0 , os valores correspondendo respectivamente a 51,5, 34,6 e 20,6 ppm de SO_4^{--} .

Na camada 20-40 cm, a média dos tratamentos Ge_2 foi superior às médias dos tratamentos Ge_1 e Ge_0 para o mesmo parâmetro, com valores respectivamente de 52,3, 36,9 e 30,6 ppm de SO_4^{--} .

Analogamente, na camada 40-60cm, a média dos tratamentos Ge_2 para teores de sulfato foi superior às médias de Ge_1 e Ge_0 , os valores sendo respectivamente 39,3, 31,7 e 31,8 ppm de SO_4^{--} .

Em março/93, na camada 0-20 cm, o teor médio de Ge_2 , de valor 39,9 ppm SO_4^{--} , foi superior aos teores de Ge_1 e Ge_0 , respectivamente com valores de 26,4 e 19,6 ppm SO_4^{--} , o mesmo acontecendo na camada 20-40 cm, onde os teores para Ge_2 , Ge_1 e Ge_0 foram respectivamente de 54,7, 38,3 e 28,9 ppm SO_4^{--} .

Em Julho/93, na camada 0-20 cm, o teor médio de Ge_2 para sulfato foi maior que o de Ge_1 , e este maior que o de Ge_0 , os valores correspondendo respectivamente a 53,8,



DMS	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
5%	13,5	15,5	15,6	21,9	17,1

FIGURA 12. Teores de sulfato a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Março/93 e Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

40,0 e 26,6 ppm SO_4^{2-} ; na camada 20-40 cm, o teor médio de Ge_2 foi maior que o de Ge_0 , os valores sendo respectivamente de 57,1 e 36,8 ppm SO_4^{2-} ; na camada 40-60 cm, o teor médio de Ge_2 , de 48,0 ppm SO_4^{2-} foi maior que os teores médios de Ge_1 e Ge_0 , respectivamente com valores de 33,9 e 36,0 ppm SO_4^{2-} .

Na figura 12, em Março/93, na camada 0-20 cm, nos tratamentos sem calagem, Ca_0Ge_2 apresentou teor de sulfato de 38,1 ppm, maior que o teor de Ca_0Ge_0 , com 19,4

ppm SO_4^{--} ; nos tratamentos com calagem, Ca_1Ge_2 apresentou maior teor de sulfato que Ca_1Ge_1 e Ca_1Ge_0 , os valores sendo respectivamente 41,7, 20,2 e 19,7 ppm SO_4^{--} .

Em Março/93 (Figura 12), na camada 20-40 cm, Ca_0Ge_2 apresentou teor de 49,2 ppm SO_4^{--} , maior que os teores de Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_0 , respectivamente de 33,3 e 23,9 ppm SO_4^{--} ; o mesmo se verificou nos tratamentos com calcário, para mesma época e camada do solo, onde os teores de Ca_1Ge_2 , Ca_1Ge_1 e Ca_1Ge_0 foram respectivamente de 60,1, 43,3 e 33,9 ppm SO_4^{--} , sugerindo tendência de maior lixiviação de sulfato da camada arável com a calagem.

Os teores em Julho/93 (figura 12), na camada 0-20 cm, foram de 52,6 ppm SO_4^{--} para Ca_0Ge_2 , maior que os teores de Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_0 , respectivamente de 32,3 e 21,5 ppm SO_4^{--} ; nos tratamentos com calagem, na mesma época e camada, Ca_1Ge_0 apresentou menor teor de sulfato que Ca_1Ge_1 e Ca_1Ge_2 , os valores sendo respectivamente de 31,6, 47,6 e 54,9 ppm SO_4^{--} .

Na camada 20-40 cm, em Julho/93 (figura 12), Ca_0Ge_2 apresentou maior teor de sulfato que Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_0 , os valores sendo respectivamente de 52,4, 28,9 e 33,4 ppm SO_4^{--} ; nos tratamentos com calagem, para mesma época e camada, Ca_1Ge_0 apresentou menor teor de sulfato que Ca_1Ge_1 e Ca_1Ge_2 , os valores correspondendo respectivamente a 40,2, 57,9 e 61,7 ppm SO_4^{--} . Na camada 40-60 cm, em Julho/93 (figura 12), Ca_0Ge_2 apresentou maior teor de sulfato que Ca_0Ge_1 , os valores sendo respectivamente 47,5 e 21,0 ppm SO_4^{--} .

CORREA (1992) observou aumentos no teor de sulfatos até 40 cm de profundidade, principalmente com maiores teores de gesso e calcário.

4.1.2 - Efeito no solo das covas

São apresentados os efeitos das doses de calcário e de gesso sobre os teores de cálcio, magnésio, potássio, alumínio, fósforo e sulfato, e sobre os valores da saturação em bases e da saturação por alumínio, em 5 profundidades do perfil do solo das covas, em Julho/93.

A realização da amostragem no interior das covas deveu-se ao pequeno crescimento das raízes para fora das covas, no plano horizontal, no período do plantio até Março/93, quando se deu a última coleta destrutiva das plantas.

A amostragem do solo no interior de covas não perturbadas pela coleta de raízes foi concomitante à amostragem de Julho/93 que foi realizada no âmbito das sub-subparcelas, e seus resultados incluem os efeitos do revolvimento do solo na feitura das covas e das irrigações localizadas efetuadas (Quadro 5).

As médias dos parâmetros do solo das covas, nas 5 profundidades, segundo os efeitos conjuntos do calcário com gesso, conforme as 6 combinações das doses de ambos, são apresentadas em figuras.

As figuras apresentam as diferenças mínimas significativas, nas várias profundidades, para as comparações de médias de gesso dentro da mesma dose de calagem.

QUADRO 7. Resumo das ANAVAS para as características químicas do solo no interior das covas. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Causas de Variação	GL	QM									
		P (ppm)					S (ppm)				
		0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm	0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm
Blocos	2	6,722	636,222	2646,888	572,166	6,055	111,2016	121,8816	13,8316	216,7005	187,7872
Calagem	1	12,500	648,000	2964,500	193,388	18,000	78,5422	81,0689	1210,3200	1830,1250	1350,2671
Resíduo (A)	2	3,166	914,666	6014,000	233,722	10,500	9,6272	128,2872	171,9516	774,9950	602,7739
Parcelas	5										
Gesso	2	83,388	362,055	3896,722	150,500	5,722	341,7266**	608,7200**	560,4816*	338,0672	414,4405
Cal x Ges	2	3,500	2525,166	655,166	318,055	3,166	3,2155	57,5022	49,7850	382,5350	55,8172
Resíduo (B)	8	51,861	1790,861	2685,527	211,277	31,444	17,2394	51,0936	78,2424	318,2394	164,0580
Total	17										
CV (A) - %		7,310	36,546	81,986	48,586	29,030	7,214	18,473	15,578	39,175	55,167
CV (B) - %		51,236	88,574	94,893	80,011	87,013	16,720	20,192	18,201	43,481	49,849

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continua...

QUADRO 7. Continuação...

Causas de Variação	GL	QM									
		K (ppm)					Al (meq/100 cc)				
		0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm	0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm
Blocos	2	4144,055	7489,555*	3981,500	1219,555	362,055	0,3038	0,0405*	0,0838	0,1605	0,0905
Calagem	1	5547,555	480,500	162,000	420,500	144,500	1,7422	3,9199**	1,0272*	0,1605	0,0938
Resíduo (A)	2	1571,722	148,666	271,166	392,666	55,166	0,2672	0,0016	0,0372	0,0672	0,0438
Parcelas	5										
Gesso	2	3240,222	776,055	182,000	1,388	20,055	0,1238	0,2155	0,2372	0,1705	0,0605
Cal x Ges	2	262,888	782,166	568,666	301,166	81,166	0,0505	0,0466	0,0072	0,0072	0,0105
Resíduo (B)	8	3084,305	880,777	299,666	69,611	131,611	0,0755	0,2636	0,1213	0,0488	0,0580
Total	17										
CV (A) - %		16,816	8,942	20,373	40,779	18,965	20,045	1,798	9,326	17,844	30,664
CV (B) - %		40,802	37,700	37,095	29,739	50,737	18,462	39,160	29,169	26,357	61,085

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continua...

QUADRO 7. Continuação...

Causas de Variação	GL	QM									
		Ca (meq/100 cc)					Mg (meq/100 cc)				
		0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm	0-20cm	20-40cm	40-60cm	60-80cm	80-100cm
Blocos	2	0,0350	0,4466*	0,2466*	0,0605	0,1572	0,0738	0,1350	0,0866	0,0650	0,0822
Calagem	1	3,3799**	5,0138**	0,8449**	1,0272*	0,6050*	0,1800	0,6050*	0,3472*	0,1422	0,0555
Resíduo (A)	2	0,0450	0,0155	0,0066	0,0172	0,0216	0,1050	0,0316	0,0088	0,0172	0,0288
Parcelas	5										
Gesso	2	0,0266	0,2600	0,2466	0,2938	0,0955	0,0405	0,0716	0,1066	0,0016	0,0072
Cal x Ges	2	0,0866	0,0622	0,1400	0,2338	0,1400	0,0316	0,0316	0,0288	0,0005	0,0005
Resíduo (B)	8	0,1891	0,5327	0,1650	0,0930	0,0669	0,0277	0,0250	0,0269	0,0236	0,0088
Total	17										
CV (A) - %		14,697	5,918	3,984	8,070	10,697	73,206	22,831	13,064	25,256	40,144
CV (B) - %		52,192	59,993	34,327	32,491	32,568	65,217	35,136	39,395	51,220	38,569

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

O texto especifica as diferenças mínimas significativas para as médias de calagem, quando este efeito da calagem for significativo, devido possibilitarem uma melhor interpretação das figuras.

O Quadro 7 resume as análises de variância dos parâmetros do solo na amostragem realizada nas covas.

A calagem afetou os teores de cálcio (Quadro 7), aumentando-os nas 5 profundidades. As médias dos tratamentos sem e com calagem foram respectivamente: 0,40 e 1,26 meqCa/100cc de solo na camada 0-20 cm (DMS 5% 0,43); 0,68 e 1,74 meqCa/100 de solo na camada 20-40 cm (DMS 5% 0,25); 0,96 e 1,40 meqCa/100cc de solo na camada 40-60 cm (DMS 5% 0,16); 0,70 e 1,17 meqCa/100cc de solo na camada 60-80 cm (DMS 5% 0,26) e 0,61 e 0,97 meqCa/100cc de solo na camada 80-100 cm (DMS 5% 0,29).

Na figura 13, na camada 60-80 cm, entre os tratamentos com calagem, o tratamento sem gesso Ca_1Ge_0 apresentou maior teor de cálcio que o tratamento Ca_1Ge_1 , os valores sendo respectivamente 1,53 e 0,80 meqCa/100cc de solo.

A calagem afetou os teores de magnésio (Quadro 7), aumentando-os na segunda e terceira camadas das covas. As médias dos tratamentos sem e com calagem foram respectivamente de 0,26 e de 0,63 meqMg/100cc de solo na camada 20-40 cm (DMS 5% 0,36) e de 0,27 e 0,55 meqMg/100cc de solo na camada 40-60 cm (DMS 5% 0,19).

A figura 14 apresenta teores médios de magnésio segundo as doses de calcário e de gesso, em 5 profundidades no interior das covas.

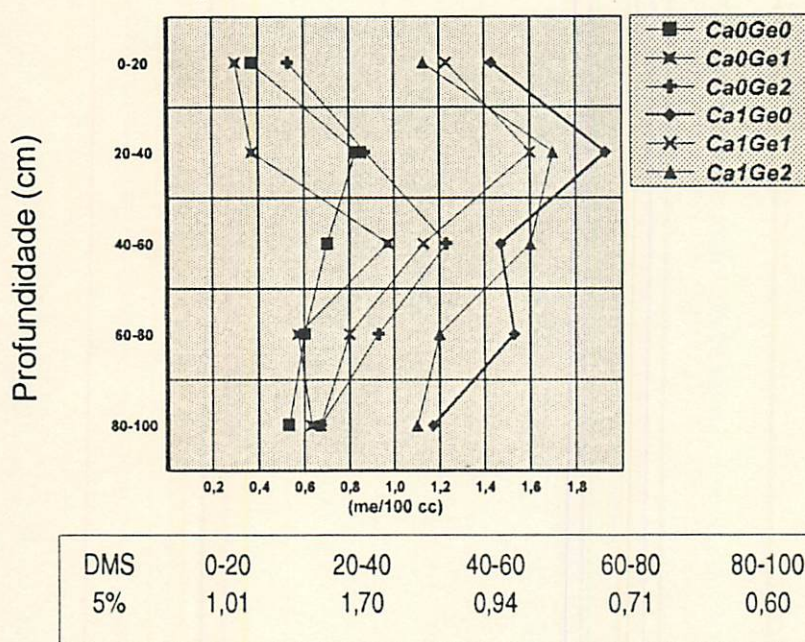


FIGURA 13. Teores de cálcio na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Conforme a figura 15, os teores de potássio nas covas não foram influenciados pelos tratamentos, ressaltando-se que os altos teores apresentados são devidos às adubações de cobertura com cloreto de potássio.

A calagem afetou a saturação em bases (Quadro 7), aumentando-a nas 3 camadas superiores da cova. As médias dos tratamentos sem e com calagem nestas profundidades foram respectivamente de 6,8% e 15,4% na camada 0-20 cm (DMS 5% 7,2); 8,6% e 22,3% na camada 20-40 cm (DMS 5% 2,9) e 11,6% e 19,2% na camada 40-60 cm (DMS 5% 6,4).

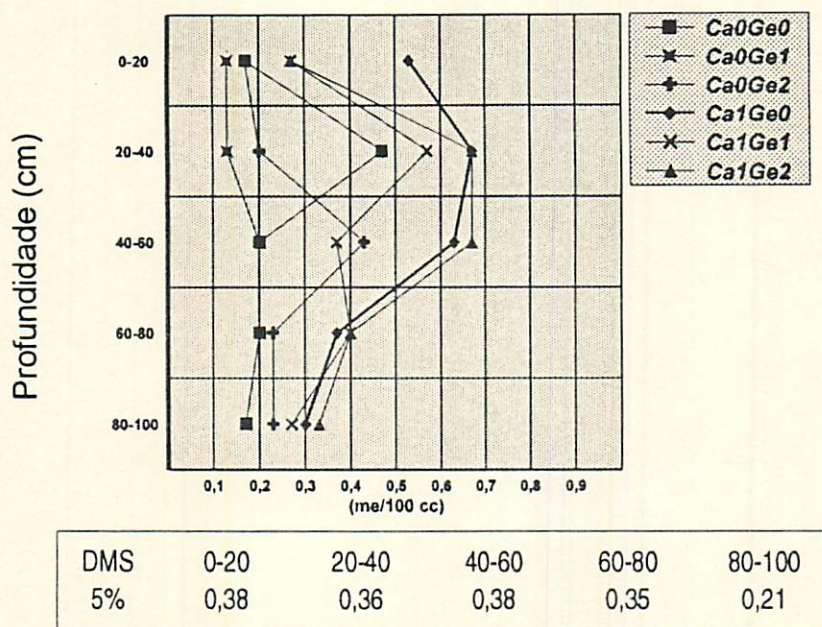


FIGURA 14. Teores de magnésio na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

O gesso influenciou a saturação em bases na camada 60-80 cm (Quadro 7). A média dos tratamentos com nível 2 de gesso Ge_2 , com valor V% de 19,3%, foi maior que a média de Ge_1 , com saturação em bases de 11,5%.

Na figura 16, na camada 80-100 cm, considerando os tratamentos com calagem, o sem Gesso Ca_1Ge_0 apresentou maior saturação em bases que Ca_1Ge_1 , os valores sendo respectivamente 26,3% e 16,6%.

A calagem afetou os teores de alumínio, diminuindo-os na segunda e terceira camadas da cova. As médias dos tratamentos sem e com calagem nestas profundidades



FIGURA 14. Teores de nitrogênio total e carbono orgânico em amostras de solo sob diferentes doses de esterco de gado, em julho de 1992. (Lima et al., 1993)

O gráfico apresenta os resultados das análises de nitrogênio total e carbono orgânico em amostras de solo sob diferentes doses de esterco de gado, em julho de 1992. O eixo horizontal representa a dose de esterco (kg/ha) e o eixo vertical representa o teor de nitrogênio total e carbono orgânico (%). A linha superior indica o teor de nitrogênio total e a linha inferior indica o teor de carbono orgânico. Ambos os parâmetros aumentam com o aumento da dose de esterco.

Os dados são os seguintes:

Dose de esterco (kg/ha)	Nitrogênio total (%)	Carbono orgânico (%)
0	0,15	12,0
10	0,20	15,0
20	0,25	18,0
30	0,30	21,0
40	0,35	24,0
50	0,40	27,0

A categoria de erro é de 0,05 para o teste de Tukey. O teste de Tukey foi utilizado para verificar se houve diferenças significativas entre as doses de esterco. Os resultados mostram que houve diferenças significativas entre as doses de esterco para ambos os parâmetros.

Os dados são os seguintes:

Dose de esterco (kg/ha)	Nitrogênio total (%)	Carbono orgânico (%)
0	0,15	12,0
10	0,20	15,0
20	0,25	18,0
30	0,30	21,0
40	0,35	24,0
50	0,40	27,0

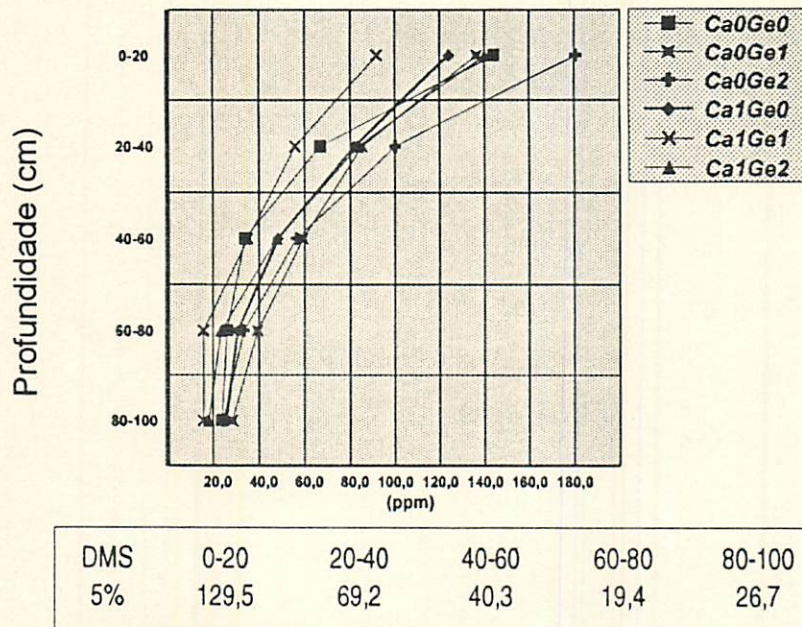


FIGURA 15. Teores de potássio na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

foram respectivamente de 1,78 e de 0,84 meqAl/100cc de solo na camada 20-40 cm (DMS 5% 0,08), e de 1,43 e 0,96 meqAl/100cc de solo na camada 40-60 cm (DMS 5% 0,39).

A figura 17 apresenta os teores de alumínio em 5 profundidades das covas, segundo as doses de calcário e de gesso, em Julho/93.

A calagem afetou a saturação por alumínio nas covas (Quadro 7), diminuindo-a nas 3 camadas superficiais. As médias dos tratamentos sem e com calagem para saturação por alumínio foram respectivamente de 65,1% e de 39,2% na camada 0-20

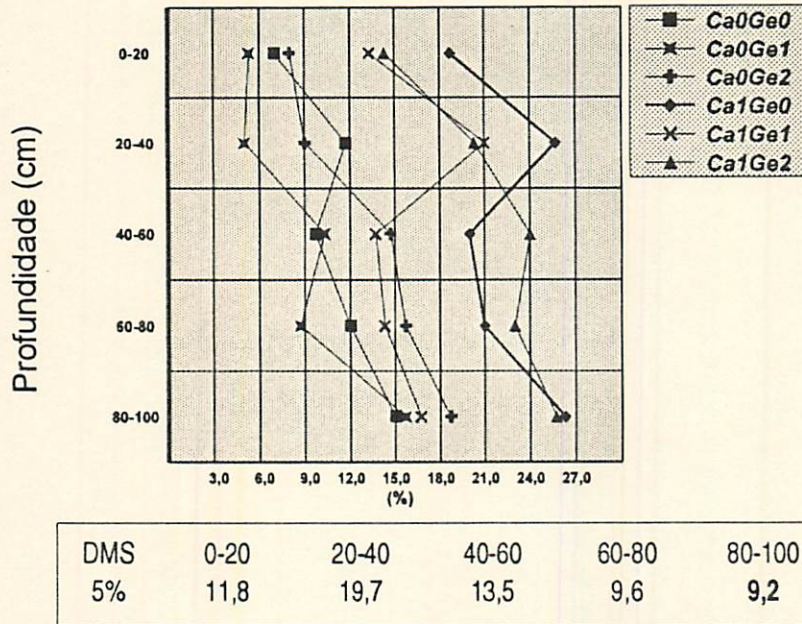


FIGURA 16. Saturação em bases (V%) na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

cm (DMS 5% 20,4); de 60,8% e de 26,2% na camada 20-40 cm (DMS 5% 9,6) e de 52,1% e de 33,1% na camada 40-60 cm (DMS 5% 8,7).

A figura 18 apresenta os valores médios de saturação por alumínio nas várias profundidades da cova, segundo as doses de calcário e de gesso, em Julho/93.

Os tratamentos não afetaram os teores de fósforo nas covas (Quadro 7, figura 19).

Os altos teores de fósforo na cova são devidos à adubação fosfatada realizada na cova, sendo que em Julho/93 este fósforo estava mais concentrado na profundidade entre 20 e 60 cm (figura 19).

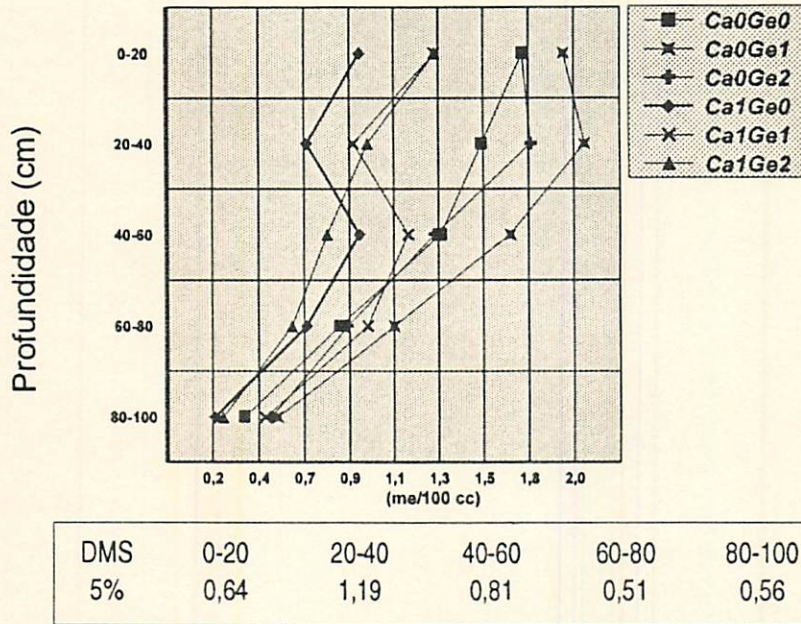
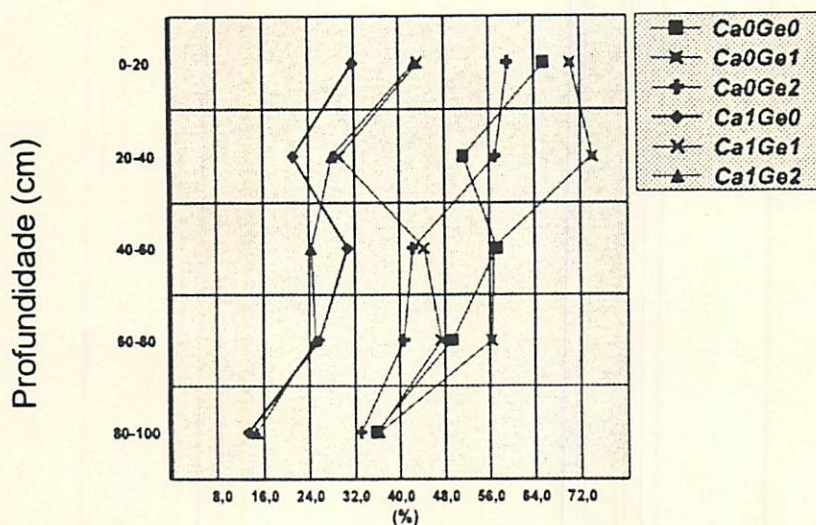


FIGURA 17. Teores de alumínio na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

O gesso afetou o teor de sulfato nas covas nas 3 primeiras camadas (Quadro 7).

As médias de Ge_2 e Ge_1 na camada 0-20 cm, respectivamente com valores de 30,5 e 27,7 ppm SO_4^{--} , foram superiores à média dos tratamentos sem gesso, com valor de 16,3 ppm SO_4^{--} . O mesmo aconteceu na camada 20-40 cm, com as médias de Ge_2 e Ge_1 , respectivamente de 43,5 e 38,5 ppm SO_4^{--} , superiores à média de Ge_0 , com valor de 24,1 ppm SO_4^{--} . Na camada 40-60 cm, a média dos tratamentos com nível 2 de gesso Ge_2 para teor de sulfato foi superior a média de Ge_0 , os valores correspondendo respectivamente a 58,5 e 39,2 ppm SO_4^{--} .



DMS	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
5%	25,2	38,3	31,4	27,0	33,1

FIGURA 18. Saturação de alumínio na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Na figura 20, na camada 0-20 cm, nos tratamentos sem calagem, Ca_0Ge_2 e Ca_0Ge_1 apresentaram maior teor de sulfato que Ca_0Ge_0 , os valores sendo respectivamente 32,2, 30,6 e 17,9 ppm SO_4^{2-} ; nos tratamentos com calcário, Ca_1Ge_2 e Ca_1Ge_1 apresentaram maior teor de sulfato que Ca_1Ge_0 , os valores sendo respectivamente 28,8, 24,7 e 14,6 ppm SO_4^{2-} .

Na camada 20-40 cm (figura 20), nos tratamentos sem calcário, Ca_0Ge_1 apresentou maior teor de sulfato que Ca_0Ge_0 , os valores sendo respectivamente de 39,2 e de

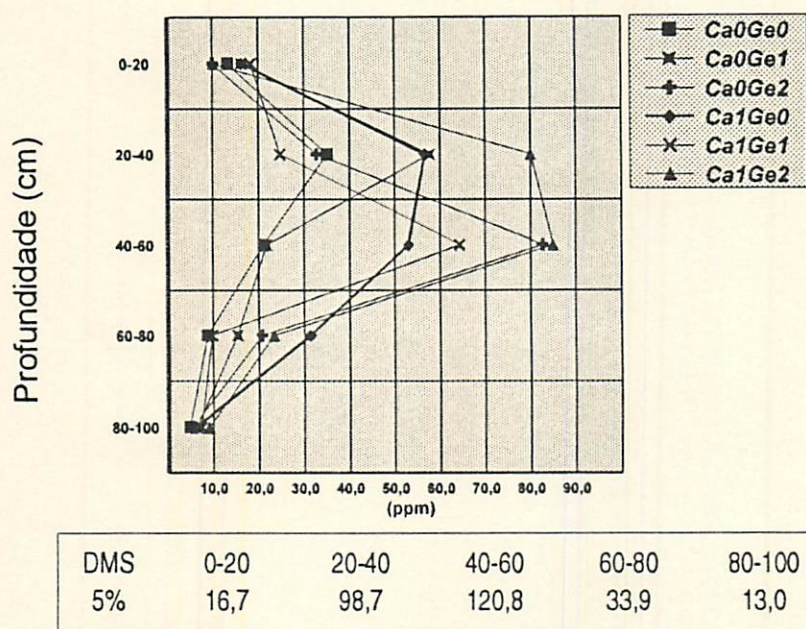


FIGURA 19. Teores de fósforo na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

22,5 ppm SO_4^{--} ; nos tratamentos com calcário, Ca_1Ge_2 apresentou maior teor de sulfato que Ca_1Ge_0 , os valores correspondendo respectivamente a 48,9 e 25,7 ppm SO_4^{--} .

Na camada 40-60 cm (figura 20), nos tratamentos com calcário, Ca_1Ge_2 apresentou maior teor de sulfato que Ca_1Ge_0 , os valores sendo respectivamente de 69,1 e de 44,1 ppm SO_4^{--} .

De maneira geral, os efeitos dos tratamentos aplicados se verificaram até 60 cm de profundidade. Supõe-se que se houvesse sido feita uma amostragem nas covas em Março/93, época da última coleta das plantas, ela teria as características gerais da

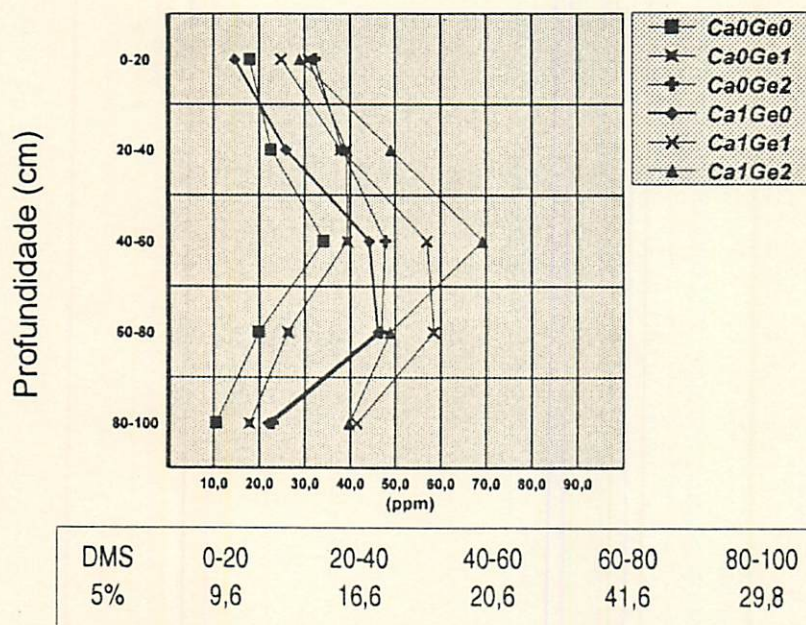


FIGURA 20. Teores de sulfato na cova, a diferentes profundidades no solo, em função das doses de calcário e gesso, em Julho/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

realizada em Julho/93, uma vez que as chuvas entre estas épocas foram de 206 mm, e não mais se executaram irrigações nas covas (Quadro 5).

4.1.3 - Efeitos em amostras profundas do solo.

O quadro 8 apresenta as características químicas de amostras profundas de solo, segundo o efeito das doses de calcário e de gesso, em Março/93.

QUADRO 8. Características químicas de amostras de solo retiradas junto a raízes excedentes a 1m de profundidade, em Março/93, segundo as doses de calcário e gesso. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Tratamento	Profundidade cm	P (ppm)	K (ppm)	Ca meq/100 cc	Mg meq/100 cc	SO ₄ ppm	V %	Al meq/100 cc	m %
Ca ₀ Ge ₀	100-120	1	8	0,37	0,13	5,48	20	0,1	16
	120-140	1	6,3	0,33	0,13	7,96	20	0,1	17
	140-160	1	3	0,40	0,2	6,37	22	0,1	14
Ca ₀ Ge ₁	100-120	1	3,7	0,27	0,1	5,2	13,7	0,17	26,5
	120-140	1	2	0,4	0,1	5,6	14,0	0,1	17
	140-160	1	3	0,2	0,1	8,6	10	0,1	25
Ca ₀ Ge ₂	100-120	1	7,3	0,37	0,13	8,26	18,7	0,1	17,3
	120-140	1	5,5	0,25	0,1	4,9	14	0,1	24,0
	140-160	1	3	0,3	0,1	4,89	16	0,1	20
Ca ₁ Ge ₀	100-120	1	7,33	0,33	0,13	12,4	15,3	0,1	18
	120-140	1,5	14	0,3	0,15	9,42	19	0,1	18
	140-160	1	5	0,4	0,1	7,4	20	0,1	16
	160-180	1	3	0,4	0,2	8,6	24	0,1	14
	180-200	1	3	0,4	0,2	8,2	24	0,1	14
Ca ₁ Ge ₁	100-120	1	6,5	0,3	0,1	5,62	10,5	0,1	20
	120-140	1	4	0,15	0,1	8,4	9,5	0,1	28
	140-160	1	3	0,3	0,1	7,11	14	0,1	20
Ca ₁ Ge ₂	100-120	1,33	4	0,23	0,13	5,28	12,3	0,1	23,7
	120-140	1	8	0,25	0,1	3,82	15,0	0,1	21,5
	140-160	1	8	0,3	0,1	5,62	18	0,1	19

As amostras (quadro 8) foram obtidas aproveitando-se o procedimento de coleta dos sistemas radiculares, em Março/93, somente nas covas em que as raízes de seringueira ultrapassaram 1m de profundidade, sendo que a amostragem era procedida até a profundidade atingida pelas raízes em cada cova.

Os valores constantes do quadro 8 constituem médias de números variáveis de parcelas, uma vez que as profundidades das raízes não foram uniformes dentro de um mesmo tratamento, sendo que não sofreram análise estatística.

De maneira geral tem-se que os níveis de calcário e de gesso não afetaram o solo nestas profundidades, vendo-se também que as características do solo no quadro 8 não foram limitantes para o desenvolvimento das raízes da seringueira, uma vez que as amostras do solo foram extraídas junto às raízes em crescimento.

4.2 - Ação do Calcário e do gesso na planta

4.2.1 - Aspectos morfológicos

O plantio dos tocos enxertados teve uma brotação de 90%, com o tempo médio para a brotação de 66 dias, não tendo havido efeito do calcário e de gesso nestes eventos.

São apresentados os efeitos das doses de calcário e de gesso, sobre as características das plantas, a saber, comprimento da brotação aérea, diâmetro da brotação aérea, área foliar, peso seco da parte aérea, peso seco da raiz, relação raiz/parte aérea, comprimento total de raízes, profundidade das raízes, raio médio das raízes, superfície das raízes, volume radicular, percentagem das raízes na camada 0-30 cm do solo e

afastamento lateral das raízes, através de 2 amostragens, uma em Janeiro/93 e a outra em Março/93.

As médias destes parâmetros, em Março/93, contemplando os efeitos conjuntos do calcário e do gesso, segundo as 6 combinações das doses de calcário e de gesso, são apresentadas em figuras.

As figuras apresentam as diferenças mínimas significativas para as comparações de médias de gesso dentro da mesma dose de calcário, quando este efeito do gesso for significativo em Março/93.

O texto especifica as diferenças mínimas significativas para as comparações de médias de calagem em Março/93, quando este efeito da calagem for significativo, devido possibilitarem uma melhor interpretação das figuras.

O quadro 9 resume as análises de variâncias dos parâmetros das raízes e da parte aérea das plantas.

Não houve efeito dos tratamentos para as variáveis comprimento e diâmetro da brotação aérea (Quadro 9), o que é confirmado pelas figuras 21 e 22.

Ocorreu assincronismo nos lançamentos de vegetação.

A época de amostragem afetou a área foliar das plantas (Quadro 9).

A área foliar em Janeiro/93 foi menor que a de Março/93, os valores sendo respectivamente de 610 cm² e de 1075 cm², o que se atribui ao crescimento da planta.

Em Março/93, as doses de calcário e de gesso não influenciaram significativamente nas áreas foliares das plantas (Figura 23).

QUADRO 9. Resumo das ANAVAS para comprimento da brotação, diâmetro da brotação, área foliar, razão raiz/parte aérea, comprimento de raiz, peso seco de raiz, peso seco de parte aérea, profundidade de raiz, afastamento lateral das raízes, raio médio de raiz, superfície radicular, porcentagem de raízes na camada 0-30cm e volume de raízes. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Causas de variação	GL	QM						
		Comprimento da brotação	Diâmetro da brotação	Área foliar	Razão Raiz/Parte aérea	Comprimento de Raiz	Peso seco Raiz	Peso seco parte aérea
Bloco	2	37,726	0,0558	863071,651	4,413	2126805,194	3,805	17,398
Época	1	629,424	0,1980	1940685,811*	15,523	128936025,000*	125,141*	658,948*
Resíduo (A)	2	168,241	0,0326	95211,055	4,279	2441590,083	1,815	34,494
Parcelas	5							
Calagem	1	22,420	0,0034	22336,802	6,150	3423733,444	0,661	17,001
Épo X Cal	1	5,328	0,0004	3935,681	5,351	3384373,444	0,557	0,431
Resíduo (B)	4	38,959	0,0059	110537,891	3,019	1323557,694	0,206	17,256
Subparcelas	11							
Gesso	2	53,200	0,0088	146149,715	6,185	7214412,861*	8,116**	45,080
Épo X Ges	2	44,302	0,0219	59466,641	5,270	7773053,583**	6,213**	13,309
Cal X Ges	2	16,420	0,0173	66980,583	2,028	8427869,527**	3,221	40,806
Épo X Cal X Ges	2	68,717	0,0091	35060,929	2,106	9014950,361**	2,081	26,486
Resíduo (C)	16	108,233	0,0235	85735,802	8,451	1192042,000	0,973	36,197
Total	35							
CV (A) - %		15,093	11,062	14,950	81,210	24,869	21,084	28,736
CV (B) - %		10,271	6,679	22,781	96,462	25,895	10,065	28,744
CV (C) - %		29,653	23,022	34,750	279,532	42,565	37,810	72,106

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continua...

QUADRO 9. Continuação

Causas de variação	GL	QM					
		Profundidade de raiz	Afastamento lateral de raízes	Raio médio	Superfície radicular	% de raízes na camada 0-30cm (log X+2,5)	Volume de raízes
Bloco	2	731,250	9,840	0,0235**	247176,583	0,5559	215,9514
Época	1	16900,000**	1450,340**	0,0380**	7431076,000*	0,0195	2739,6501*
Resíduo (A)	2	43,750	4,423	0,0002	214553,083	0,6064	125,2646
Parcelas	5						
Calagem	1	225,000	98,340*	0,0012	73621,777	0,8800	6,4600
Épo X Cal	1	625,000	68,062*	0,0012	64177,777	0,5700	0,5017
Resíduo (B)	4	275,000	7,576	0,0092	16200,444	1,0421	9,9402
Subparcelas	11						
Gesso	2	1518,750	153,881*	0,0015	354972,250*	0,2974	147,3214
Épo X Ges	2	568,750	124,298*	0,0055	326477,583*	1,0238	83,9342
Cal X Ges	2	468,750	97,965	0,0037	357622,027*	1,8204*	108,5029
Épo X Cal X Ges	2	43,750	102,270	0,0356*	242539,361	0,1817	22,8129
Resíduo (C)	16	565,625	33,541	0,0071	81218,805	0,4770	46,0655
Total	35						
CV (A) - %		2,634	4,075	1,477	28,973	10,274	33,362
CV (B) - %		9,341	7,543	12,479	11,259	19,046	13,291
CV (C) - %		23,203	27,488	19,021	43,665	22,320	49,556

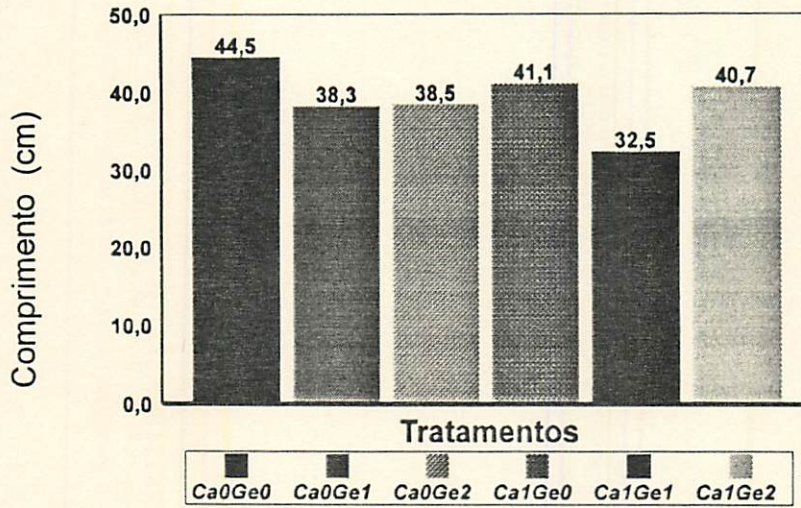


FIGURA 21. Comprimento do broto aéreo, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

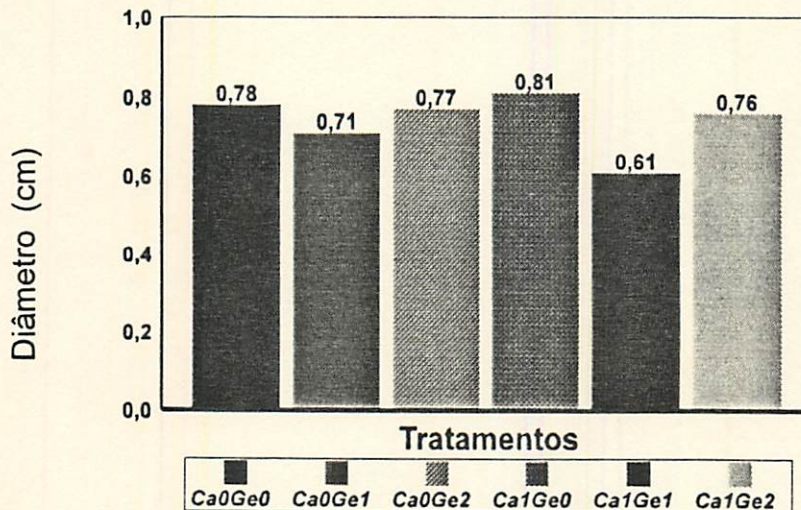


FIGURA 22. Diâmetro do broto aéreo, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

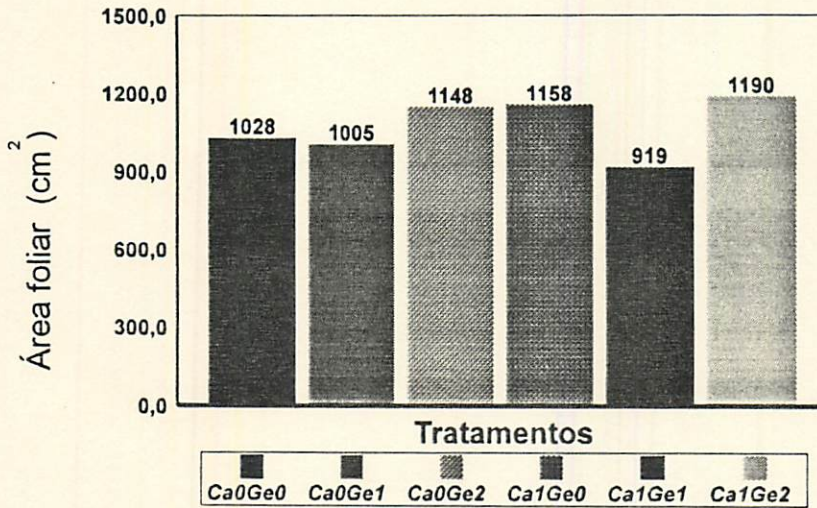


FIGURA 23. Área foliar, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

A época de amostragem afetou o peso seco da parte aérea (Quadro 9), sendo que de um valor de 4,1g em Janeiro/93, aumentou para 12,6g em Março/93, o que se atribui ao crescimento da planta.

Conforme a figura 24, em Março/93 não houve efeito das doses de calcário e de gesso sobre o peso seco da parte aérea.

A época de amostragem afetou o peso seco da raiz (Quadro 9). O peso seco da raiz em Janeiro/93 foi de 0,74g, aumentando em Março/93 para 4,5g.

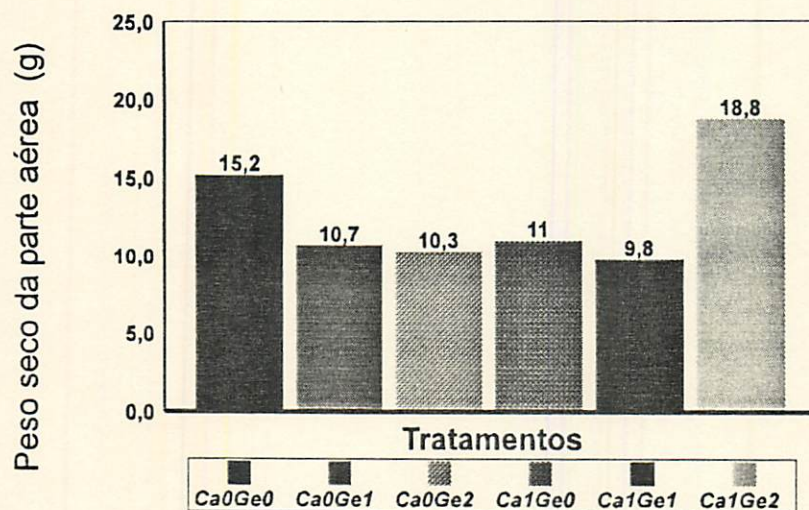


FIGURA 24. Peso seco da parte aérea, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

O gesso afetou o peso seco das raízes (Quadro 9). A média dos tratamentos sem gesso Ge₀, para peso seco de raiz, de valor 3,6g, foi superior às médias de Ge₁ e Ge₂, respectivamente com valores de 2,1g e 2,2g.

Em Março/93, a média dos tratamentos Ge₀, para peso seco de raiz foi de 6,2g, sendo maior que as médias dos tratamentos Ge₁ e Ge₂, respectivamente com valores de 3,5g e 3,7g.

Entre os tratamentos sem calagem, o sem gesso Ca₀Ge₀ apresentou peso seco de raiz maior que Ca₀Ge₁ e Ca₀Ge₂, os valores sendo respectivamente 4,2g, 2,3g e 1,7g.

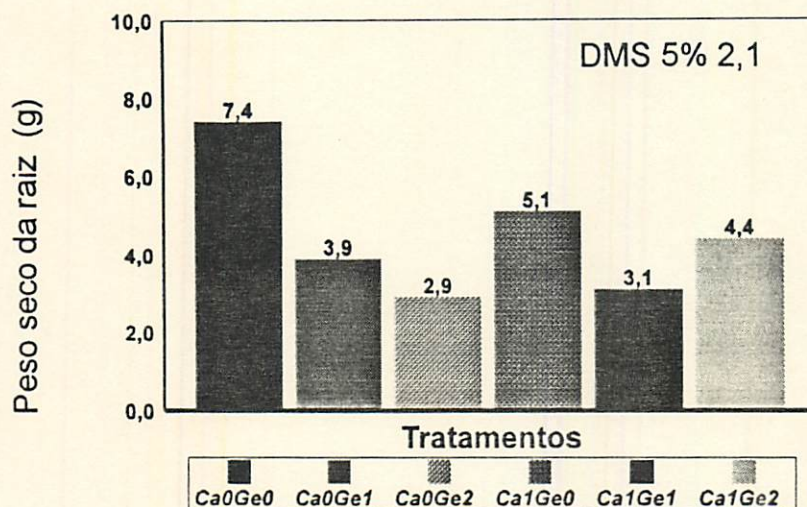


FIGURA 25. Peso seco da raiz, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Em Março/93 (Figura 25), entre os tratamentos sem calcário, a média dos tratamentos sem gesso Ca_0Ge_0 para peso seco de raiz foi superior à média dos tratamentos Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_2 , os valores sendo respectivamente 7,4, 3,9 e 2,9g.

Observa-se um efeito detrimental do gesso no peso seco das raízes, principalmente em Março/93, e nos tratamentos sem calcário.

Conforme o quadro 9, a razão raiz/parte aérea não sofreu efeito dos tratamentos, ressaltando-se também neste quadro os altos coeficientes de variação.

A alta variabilidade dos dados, causada principalmente pela variabilidade na brotação dos enxertos, levou à alta disparidade de valores para o parâmetro em estudo,

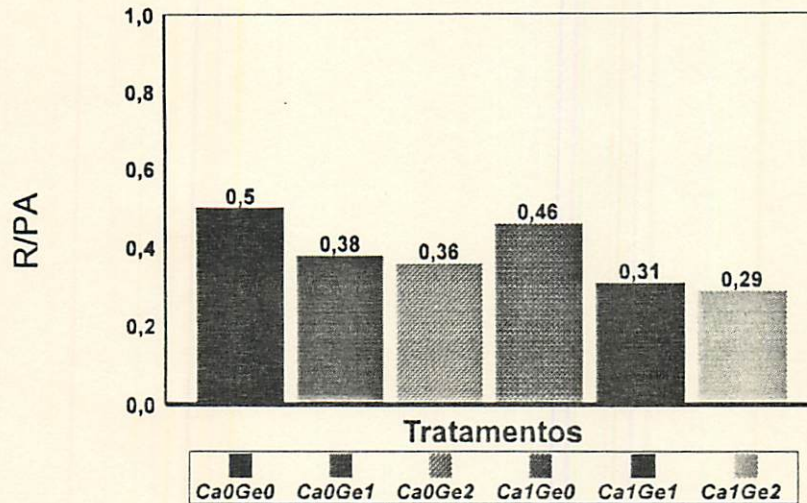


FIGURA 26. Relação raiz/parte aérea, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

principalmente na coleta de Janeiro/93. Em Março/93 as plantas já mostravam uma tendência generalizada de maior peso na brotação aérea do que na raiz.

Em Março/93 (Figura 26), tem-se os valores da relação Raiz/Parte aérea, segundo as diversas combinações das doses de calcário e de gesso.

Segundo a figura 26, observa-se tendência a um maior valor da relação Raiz/parte aérea para os tratamentos sem gesso, conforme o efeito detrimental que o gesso apresentou sobre as raízes neste estudo.

A época da amostragem teve efeito no comprimento total das raízes (Quadro 9). As médias dos comprimentos das raízes aumentaram de Janeiro/93 para Março/93, os

valores sendo respectivamente de 673 cm e de 4458 cm. Este aumento é devido principalmente ao crescimento da planta.

O gesso afetou o comprimento total das raízes (Quadro 9). A média dos tratamentos sem gesso Ge_0 de valor 3460 cm, foi superior à média dos tratamentos Ge_1 e Ge_2 , estes valores sendo respectivamente de 2093 cm e de 2142 cm.

Em Março/93, a média dos tratamentos sem gesso Ge_0 , com valor de 6278 cm para comprimento de raízes, foi superior às médias de Ge_1 e Ge_2 , cujos valores corresponderam respectivamente a 3450 cm e a 3644 cm.

Considerando-se os tratamentos sem calagem, o sem gesso Ca_0Ge_0 , apresentou média de 4544 cm para comprimento de raiz, superior às médias de Ca_0Ge_1 e Ca_0Ge_2 , com médias respectivamente de 2515 cm e de 1562 cm.

Na figura 27, relativa a Março/93, entre os tratamentos sem calcário, o tratamento sem gesso Ca_0Ge_0 apresentou maior comprimento de raízes que Ca_0Ge_1 e que Ca_0Ge_2 , os valores sendo respectivamente de 8552 cm, 4144cm e 2522 cm.

A época de amostragem afetou a profundidade atingida pelas raízes. (Quadro 9). A profundidade das raízes foi maior em Março/93 do que em Janeiro/93, os valores sendo respectivamente de 124 cm e de 81 cm.

O gesso afetou a profundidade das raízes (Quadro 9). A média da profundidade para os tratamentos sem gesso Ge_0 foi superior à do tratamento Ge_2 , os valores sendo respectivamente 114 cm e 91 cm.

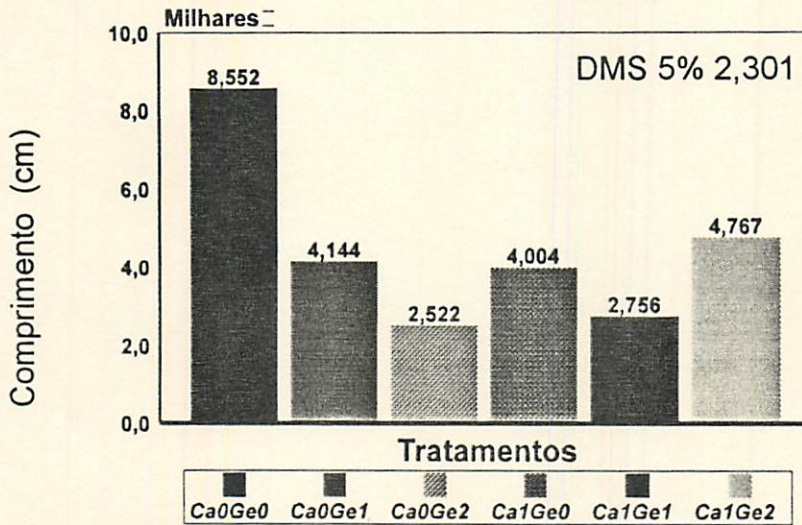


FIGURA 27. Comprimento total de raízes, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Nos tratamentos com calagem, o sem gesso Ca₀Ge₀ apresentou maior profundidade das raízes que Ca₁Ge₂, os valores sendo respectivamente de 122 cm e de 87 cm.

Na figura 28, relativa a Março/93, não se tem diferenças estatísticas entre os tratamentos, embora se observem os aspectos discutidos acima, em que se consideraram todos os dados de profundidade e não os restritos a esta época.

A época de amostragem influenciou no raio médio das raízes (Quadro 9). O raio médio foi maior em Janeiro/93 do que em Março/93, os valores correspondendo respectivamente a 0,48 mm e 0,41 mm.

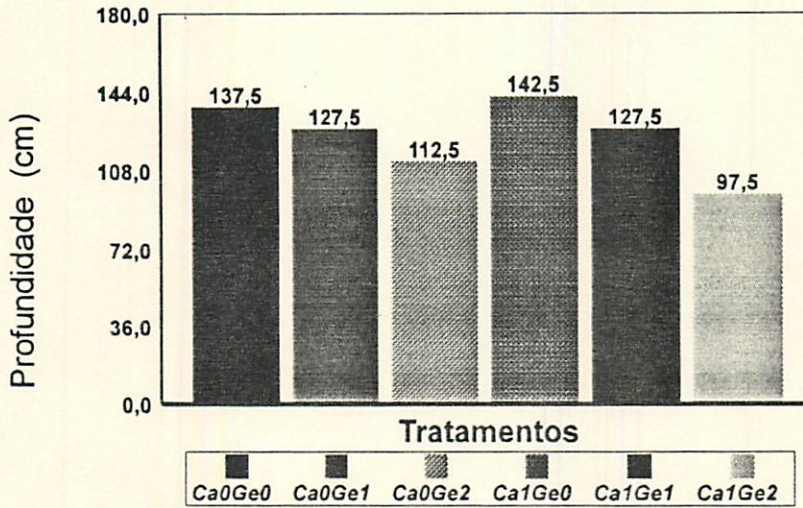


FIGURA 28. Profundidade de raízes, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Em Janeiro/93, entre os tratamentos sem calagem, o sem gesso Ca_0Ge_0 teve maior raio médio das raízes que Ca_0Ge_2 , os valores sendo respectivamente de 0,59 mm e de 0,39 mm.

Na figura 29, que se refere a Março/93, não se verificam efeitos dos diversos tratamentos sobre o raio médio das raízes.

A época de amostragem afetou a superfície total das raízes (Quadro 9). A média em Janeiro/93 para superfície radicular foi menor que a média de Março/93, os valores correspondendo respectivamente a 198 cm^2 e a 1107 cm^2 , a diferença de valores sendo devida principalmente ao crescimento radicular.

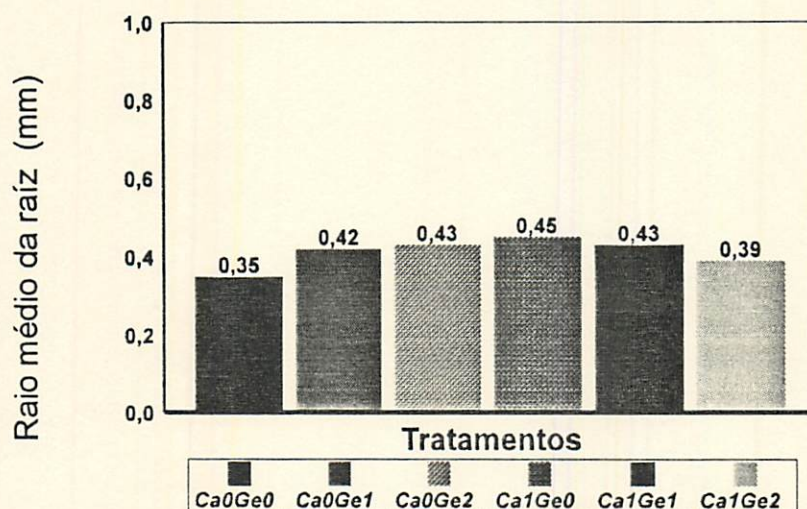


FIGURA 29. Raio médio das raízes, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Em Março/93, a média dos tratamentos sem calagem para superfície radicular foi superior à média dos tratamentos com calagem, os valores sendo respectivamente de 1194 cm² e de 1020 cm² (DMS 5% 167).

O gesso afetou a superfície total das raízes (Quadro 9). A média dos tratamentos sem gesso Ge₀ para superfície radicular foi maior que as médias de Ge₁ e Ge₂, os valores sendo respectivamente de 851 cm², de 551 cm² e de 556 cm².

Em Março/93, a média dos tratamentos sem gesso Ge₀ foi maior que as de Ge₁ e Ge₂, os valores sendo respectivamente de 1496 cm², de 898 cm² e de 927 cm².

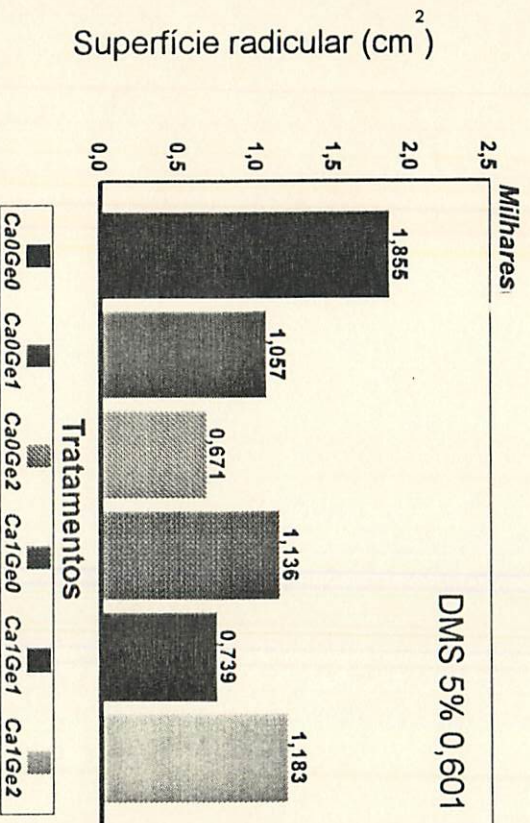


FIGURA 30. Superfície total das raízes, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Entre os tratamentos sem calagem, o sem gesso Ca₀Ge₀ apresentou maior superfície radicular que Ca₀Ge₁ e que Ca₀Ge₂, os valores sendo respectivamente de 1036 cm², de 650 cm² e de 408 cm².

Na figura 30, referente a Março/93, entre os tratamentos sem calagem, o sem gesso Ca₀Ge₀ apresentou maior superfície radicular que Ca₀Ge₁ e que Ca₀Ge₂, os valores sendo respectivamente de 1855 cm², de 1057 cm² e de 671 cm².

A época de amostragem afetou o volume total das raízes (Quadro 9). O volume das raízes aumentou de 5 cm³ em Janeiro/93 para 22,4 cm³ em Março/93.

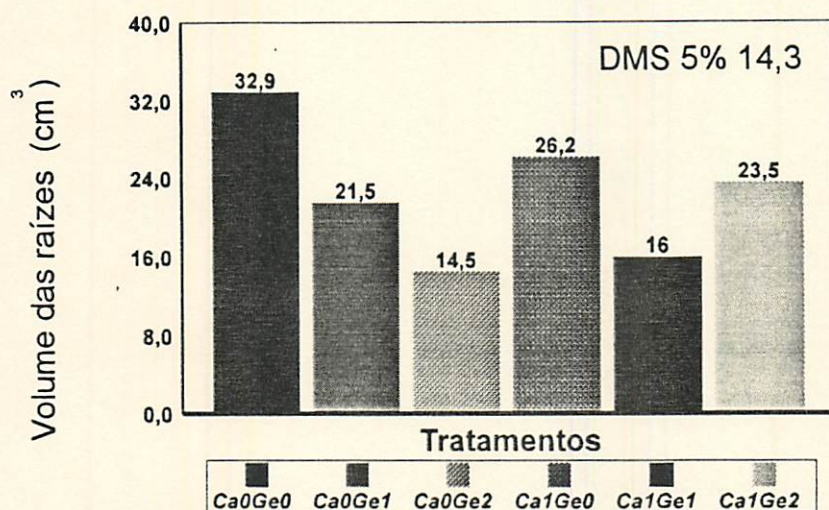


FIGURA 31. Volume total das raízes, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Os níveis de gesso afetaram o volume radicular (Quadro 9). A média dos tratamentos sem gesso Ge₀, de valor 17,7 cm³, foi superior às médias de Ge₁ e Ge₂, cujos valores foram respectivamente de 11,6 cm³ e de 11,7 cm³.

Em Março/93, os tratamentos sem gesso Ge₀ apresentaram volume radicular de 29,5 cm³, superior às médias de Ge₁ e Ge₂, cujos valores foram respectivamente de 18,8 cm³ e de 19 cm³.

Entre os tratamentos sem calcário, os sem gesso Ca₀Ge₀ apresentaram maior volume radicular que Ca₀Ge₂, os valores sendo respectivamente de 20,3 cm³ e de 8,7 cm³.

A figura 31, relativa a Março/93, permite uma comparação dos aspectos gerais discutidos acima com a situação em Março/93, quando ocorre diferença estatística apenas dentro dos tratamentos sem calagem, o tratamento Ca_0Ge_0 apresentando maior volume radicular que Ca_0Ge_2 , os valores sendo respectivamente $32,9 \text{ cm}^3$ e $14,5 \text{ cm}^3$.

Com relação à distribuição do comprimento total das raízes no perfil do solo, entre os tratamentos com calcário, o de nível 2 de gesso Ca_1Ge_2 apresentou maior proporção do comprimento total das raízes na camada 0-30 cm do solo do que o tratamento Ca_1Ge_0 , os valores sendo respectivamente 31% e 9%. Isto ocorreu devido à menor profundidade dos sistemas radiculares nos tratamentos com gesso, o que elevou a proporção de raízes na camada superficial do solo.

Em Março/93 (figura 32), os valores não mostram efeitos consistentes para os diversos tratamentos, não apresentando significância estatística.

A época de amostragem afetou o afastamento lateral das raízes (Quadro 9). Em Janeiro/93, as raízes atingiram 14,7 cm de distância da planta, valor inferior ao de Março/93, quando as raízes atingiram 27,4 cm de afastamento lateral, começando a sair da cova.

A calagem afetou o afastamento lateral das raízes (Quadro 9). Nos tratamentos sem calagem as raízes atingiram 22,7 cm de afastamento lateral em relação a planta, enquanto nos tratamentos com calagem este valor diminuiu para 19,4 cm.

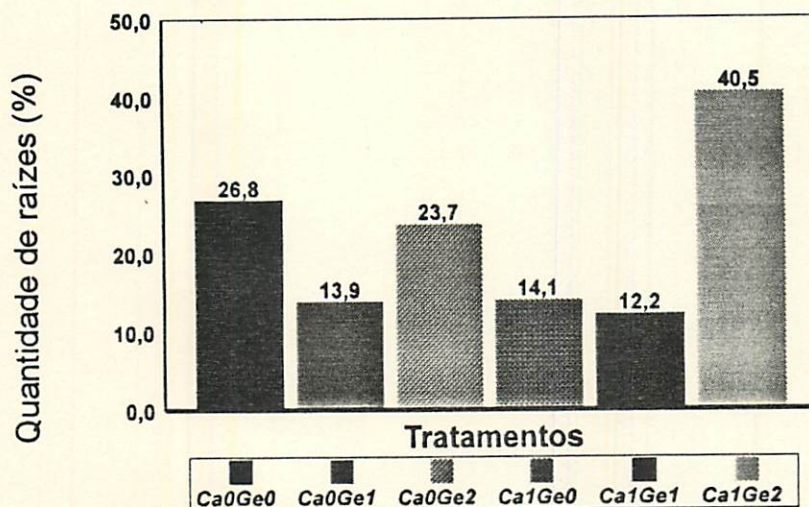


FIGURA 32. Percentagem de raízes na camada 0-30, com base no comprimento, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG.

Em Março/93, nos tratamentos sem calagem Ca_0 , as raízes se distanciaram 30,4 cm em relação à planta, enquanto nos tratamentos com calagem Ca_1 , este valor diminuiu para 24,4 cm (DMS 5% 3,6).

O gesso afetou o afastamento lateral das raízes (Quadro 9). O afastamento das raízes nos tratamentos sem gesso Ge_0 , de 24,9 cm, foi superior ao afastamento médio dos tratamentos com nível 1 de gesso Ge_1 , cujo valor foi de 17,8 cm.

Em Março/93, o afastamento das raízes nos tratamentos Ge_0 foi de 34,8 cm, sendo superior ao afastamento atingido pelos tratamentos Ge_1 , cujo valor foi de 21,5 cm.

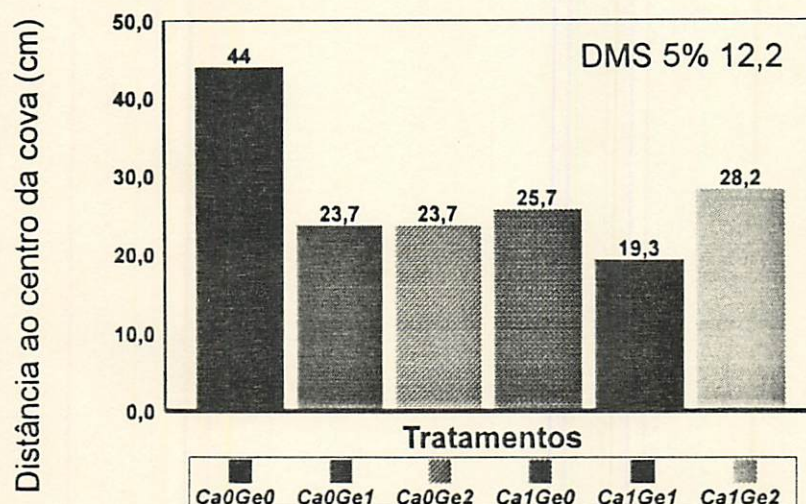


FIGURA 33. Afastamento lateral de raízes, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Nos tratamentos sem calagem, o sem gesso Ca₀Ge₀ apresentou afastamento lateral de raízes de 29,5 cm, sendo superior aos afastamentos de Ca₀Ge₁ e de Ca₀Ge₂, com valor de 19,3 cm para ambos os tratamentos.

Na figura 33, em Março/93, entre os tratamentos sem calagem, o sem gesso Ca₀Ge₀ apresentou afastamento lateral de raízes de 44 cm, valor superior ao afastamento dos tratamentos Ca₀Ge₁ e Ca₀Ge₂, com valor de 23,7 cm para ambos tratamentos.

O quadro 10 mostra características físicas do solo, amostrado em Abril/93, nos tratamentos sem calcário e sem gesso, em uma profundidade no interior das covas e em 3 profundidades fora das mesmas.

Quadro 10. Características físicas do solo, 195 dias após o plantio definitivo dos tocos, nas sub-subparcelas sem calcário e gesso. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Localização	Profundidade (cm)	Densidade do solo (g/cm^3)	Microporosidade (%)	Macroporosidade (%)	Densidade de partícula (g/cm^3)
Cova	40-50	0,9230	35,1097	30,48	2,68
Entre-cova	8-18	1,1648	42,8466	13,03	2,64
	60-70	1,0180	36,9890	25,07	2,69
	130-140	1,0364	39,0810	22,30	2,68

As características no quadro 10 parecem não serem impeditivas ao desenvolvimento radicular da seringueira, já que foram encontradas raízes fora das covas na camada 0-15 cm, a de menor macroporosidade. AVILAN & MENESES, 1979, verificaram que a penetração das raízes da mangueira (*Mangifera indica* L.) foi impedida a valores de macroporosidade inferiores que a faixa de 3% a 4%.

Conforme o quadro 8, pode-se afirmar que o teor crítico de cálcio para o crescimento radicular está abaixo de 0,15 meq/100cc de solo.

Os valores dos parâmetros das raízes do presente trabalho são aproximados aos de KUMMEROW & RIBEIRO, 1982.

O gesso diminuiu a profundidade atingida pelas raízes no presente trabalho, e afetou diversos parâmetros das raízes.

SILVA (1990) atribuiu a diminuição de raízes ao acúmulo de enxofre, que interferia possivelmente no metabolismo do nitrogênio.

Verifica-se na figura 20 acúmulo de sulfato na cova, na faixa de 50-60 cm de profundidade. Esta situação refere-se a Julho/93, mas supõe-se não ser muito diferente

de Março/93, quando a planta estava presente, devido às chuvas entre estas épocas terem sido de apenas 206 mm e não mais ter havido irrigação nas covas (Quadro 5).

No presente estudo, a camada do solo com maior comprimento total de raízes foi a camada 30-45 cm como média geral de todo experimento, e a camada 28-43 cm tomando-se os valores referentes a Março/93, geralmente na camada rica em fósforo (figura 19).

Sabe-se que o efeito do gesso no aprofundamento do sistema radicular teve tendência detrimental já em Janeiro/93, quando as raízes com níveis 1 e 2 de gesso atingiram ambas 77,5 cm de profundidade enquanto as testemunhas atingiram 87,5 cm, embora estas diferenças não foram estatisticamente significativas.

A irrigação expressiva aplicada às covas (Quadro 5) até a coleta de plantas de Janeiro/93, pode ter prejudicado as plantas nos níveis mais altos de gesso, sendo que ROOTING (1958) verificou ação danosa de sulfidreto nas raízes em condições de eventual anoxia. Leve-se em consideração a presença inicial de enxofre no perfil.

Verificou-se que a calagem diminuiu o afastamento lateral das raízes até aos 5,5 meses do plantio. Uma análise nas plantas amostradas, determinando-se entre as camadas mais superficiais do solo, em qual se deu o maior distanciamento lateral das raízes, revela como média para os tratamentos com calagem a camada 15-30 cm do solo, e como média para os tratamentos sem calagem a camada 7-22 cm do solo, indicando uma tendência da calagem aprofundar a localização das raízes que saíram da cova, embora este último parâmetro não tenha sofrido tratamento estatístico.

Verificando-se os dados de profundidade de raiz, observa-se que em Janeiro/93, a calagem apresentou tendência de aprofundar o sistema radicular, a média dos tratamentos sem calagem sendo 74 cm e a média dos tratamentos com calagem sendo 87,5 cm, embora sem diferença estatisticamente significativa. Em Março/93, esta tendência deixou de existir, os tratamentos sem calagem apresentando raízes a 126 cm, e os tratamentos com calagem com raízes a 122 cm de profundidade.

A calagem pode ter propiciado até os 5,5 meses do plantio, aproveitando os teores mais uniformes de cálcio no perfil da cova (figura 13), um maior aprofundamento inicial das raízes, em detrimento do afastamento lateral das raízes.

4.2.2 - Teores de nutrientes minerais na matéria seca

São apresentados os efeitos das doses de calcário e de gesso sobre os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, na folhas e nos caules, em 2 épocas de amostragem, Janeiro/93 e Março/93, respectivamente a 3,5 e 5,5 meses do plantio no campo.

As médias dos parâmetros da planta, em Março/93, contemplando os efeitos conjuntos do calcário e do gesso, segundo as 6 combinações das doses de calcário e de gesso, são apresentadas em figuras.



As figuras apresentam as diferenças mínimas significativas para as médias de gesso dentro da mesma dose de calcário em Março/93, quando este efeito for significativo. O texto especifica as diferenças mínimas significativas para as médias de calcário em Março/93, quando este efeito do calcário for significativo, devido possibilitarem melhor interpretação das figuras.

4.2.2.1 - Teores nas folhas

O quadro 11 resume as análises de variância dos teores de nutrientes nas folhas.

A época de amostragem afetou os teores foliares de Nitrogênio (Quadro 11). O teor em Janeiro/93, de 3,1%N, foi menor que o de Março/93, de 3,75%N.

A calagem afetou o teor foliar de nitrogênio (Quadro 11), diminuindo-o. As médias dos tratamentos sem e com calagem foram respectivamente de 3,53% e de 3,31%N.

Conforme a figura 34, em Março/93 os diversos tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si quanto aos teores foliares de Nitrogênio.

A época de amostragem afetou os teores foliares de fósforo (Quadro 11). O teor de Janeiro/93, de 0,28%P, foi maior que o de Março/93, de 0,20% P.

Em Janeiro/93, a calagem aumentou o teor de fósforo nas folhas, os valores sendo de 0,26%P nos tratamentos sem calagem e de 0,31%P nos tratamentos com calagem.

Em Março/93 (figura 35), os diversos tratamentos não causaram diferenças significativas nos teores foliares de fósforo.

QUADRO 11, Resumo das ANAVAS para teores (%) de nutrientes nas folhas. ESAL, Lavras - MG, 1993.

Causas de Variação	GL	QM					
		Ca	N	P	S	K	Mg
Bloco	2	0,0182	0,1843*	0,0006	0,0025*	0,0448**	0,0019
Época	1	0,1681**	3,7960**	0,0658**	0,0066*	2,0976**	0,0210
Resíduo (A)	2	0,0012	0,0094	0,0008	0,0001	0,0002	0,0039
Parcelas	5						
Calagem	1	0,0608**	0,4290*	0,0049	0,0014	0,0330	0,0148
Épo x Cal	1	0,0215**	0,0633	0,0087*	0,0004	0,2618**	0,0012
Resíduo (B)	4	0,0005	0,0378	0,0006	0,0007	0,0089	0,0025
Subparcelas	11						
Gesso	2	0,0006	0,0903	0,0009	0,0011	0,0181	0,0011
Épo x Ges	2	0,0023	0,3246	0,0016	0,0001	0,0163	0,0011
Cal x Ges	2	0,0005	0,1889	0,0005	0,0005	0,0507	0,0009
Épo x Cal x Ges	2	0,0143*	0,1980	0,0019	0,0001	0,1104*	0,0005
Resíduo (C)	16	0,0033	0,1010	0,0016	0,0006	0,0305	0,0031
Total	35						
CV (A) - %		2,900	1,159	4,9	2,418	0,470	7,188
CV (B) - %		2,800	3,281	6,1	8,263	4,323	8,176
CV (C) - %		11,800	9,289	16,9	12,552	13,830	15,696

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente,

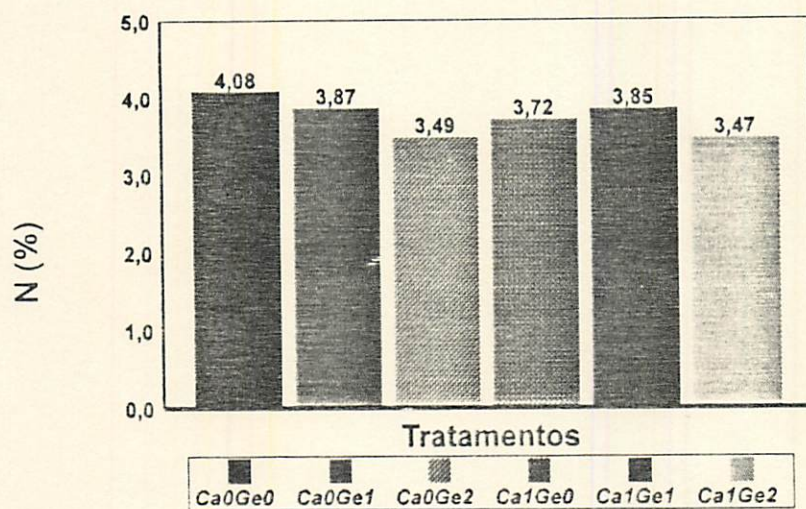


FIGURA 34. Teores de nitrogênio nas folhas, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

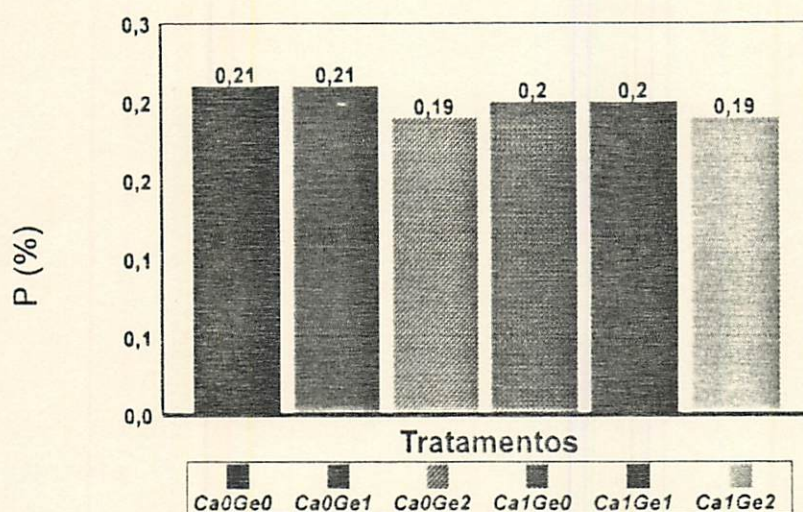


FIGURA 35. Teores de fósforo nas folhas, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

A época de amostragem afetou o teor de potássio nas folhas (Quadro 11). O teor em Janeiro/93 foi superior ao de Março/93, os valores sendo respectivamente de 1,5%K e de 1,02%K.

Em Janeiro/93, a média dos tratamentos sem calagem para teor foliar de potássio foi de 1,39%, valor inferior à média dos tratamentos com calagem, cujo valor foi de 1,62%K.

Em Janeiro/93, entre os tratamentos com calagem, o de nível 1 de gesso Ca_1Ge_1 apresentou maior teor de potássio que Ca_1Ge_2 , os valores sendo respectivamente de 1,85%K e de 1,44%K.

Em Março/93 (Figura 36), não se verificaram diferenças estatísticas entre os vários tratamentos.

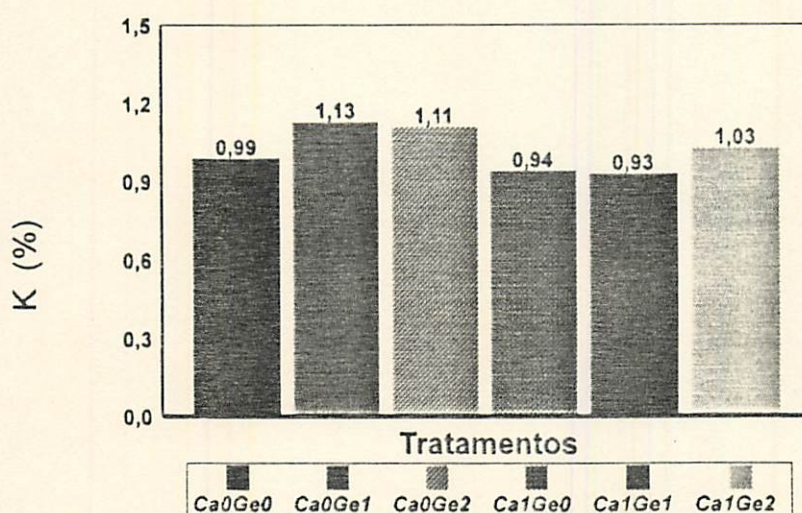


FIGURA 36. Teores de potássio nas folhas, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

A época de amostragem afetou o teor foliar de cálcio (Quadro 11). O teor em Março/93 foi maior que em Janeiro/93, os valores sendo respectivamente de 0,56%Ca e de 0,42%Ca.

A calagem afetou o teor de cálcio nas folhas (Quadro 11). A média dos tratamentos com calcário foi superior à média dos tratamentos sem calcário, os valores sendo respectivamente de 0,53%Ca e de 0,45%Ca.

Em Janeiro/93, os tratamentos com calcário apresentaram maior teor de cálcio nas folhas que os tratamentos sem calagem, os valores sendo respectivamente de 0,44%Ca e de 0,41%Ca.

Em Março/93, a média dos tratamentos com calcário foi superior a média dos tratamentos sem calcário, para teor foliar de cálcio, os valores sendo 0,62% e de 0,49% (DMS 5% 0,03).

Em Março/93 (figura 37), não se observam diferenças significativas para níveis de gesso dentro do mesmo nível de calagem.

Os teores foliares de magnésio não foram influenciados por nenhum dos tratamentos (Quadro 11, figura 38).

A época de amostragem afetou os teores foliares de enxofre (Quadro 11). Em Março/93 o teor de enxofre foi de 0,21%, superior ao teor de Janeiro/93, que foi de 0,18%S.



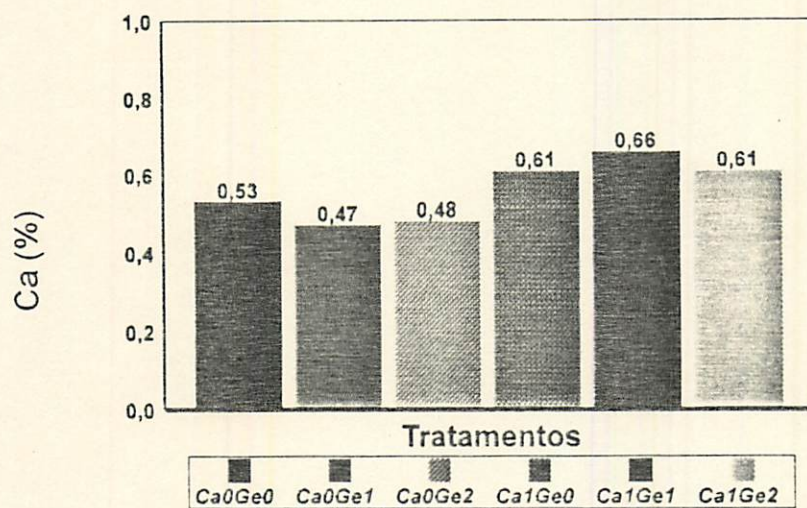


FIGURA 37. Teores de cálcio nas folhas, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

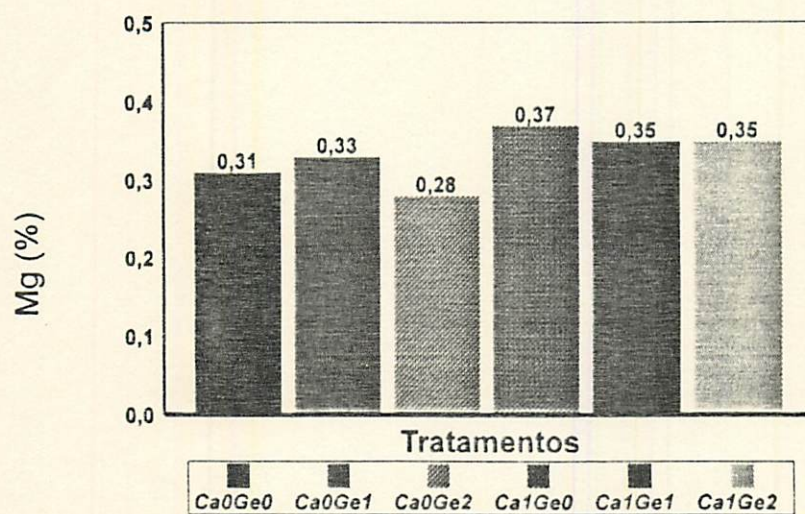


FIGURA 38. Teores de magnésio nas folhas, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

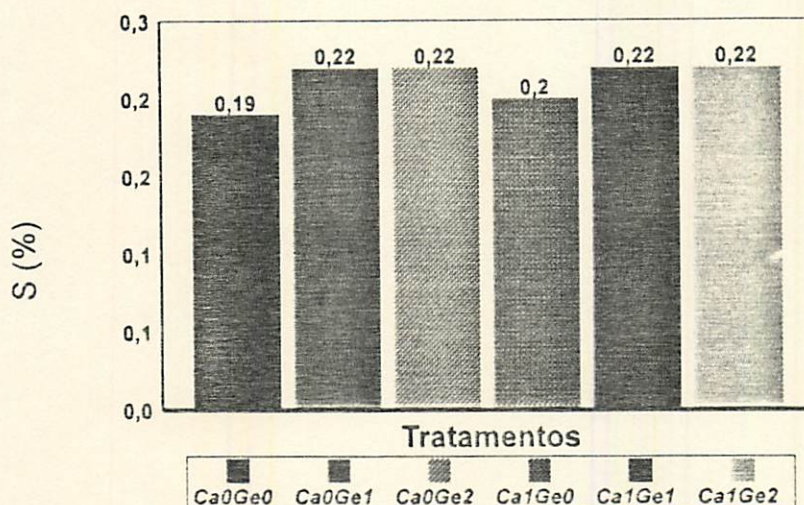


FIGURA 39. Teores de enxofre nas folhas, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Em Março/93 (figura 39), não se verificaram diferenças estatísticas para os diversos tratamentos.

Verifica-se o efeito mais expressivo da calagem, o gesso praticamente não afetando os teores foliares de macronutrientes, devendo-se levar em conta os teores expressivos iniciais de sulfato na área experimental (Quadro 1).

Os teores foliares de nitrogênio obtidos por CASCARDO (1991), foram inferiores aos do presente estudo.

4.2.2.2 Teores nos caules

O quadro 12 resume as análises de variância dos teores de nutrientes dos caules.

QUADRO 12. Resumo das ANAVAS para teores (%) de nutrientes nos caules. ESAL, Lavras - MG, 1993,

Causas de Variação	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	2	0,0098	0,0016	0,3912	0,0192	0,0028	0,00110*
Época	1	1,4200	0,0205	0,7714	2,3409**	0,0272*	0,00017
Resíduo (A)	2	0,2558	0,0037	0,1196	0,0240	0,0004	0,00002
Parcelas	5						
Calagem	1	0,0250	0,0004	0,0038	0,0576*	0,0078	0,00111
Épo x Cal	1	0,3500*	0,0036	0,1722	0,2336**	0,0066	0,00071
Resíduo (B)	4	0,0190	0,0022	0,1441	0,0068	0,0011	0,00018
Subparcelas	11						
Gesso	2	0,0035	0,0019	0,0426	0,0024	0,0012	0,00230*
Épo x Ges	2	0,1133	0,0016	0,0669	0,0189	0,0014	0,00120
Cal x Ges	2	0,0627	0,0007	0,0067	0,0012	0,0028	0,00135
Épo x Cal x Ges	2	0,0413	0,0011	0,0014	0,0194	0,0046*	0,00150
Resíduo (C)	16	0,0698	0,0019	0,0747	0,0095	0,0011	0,00057
Total	35						
CV (A) - %		13,504	12,252	7,632	13,155	3,935	1,3850
CV (B) - %		5,215	13,531	11,847	9,924	9,413	6,0590
CV (C) - %		17,279	21,527	14,779	20,323	16,084	18,5120

*, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Em Janeiro/93, os teores de nitrogênio dos caules foi maior nos tratamentos com calagem, com um teor de 1,46%N do que nos tratamentos sem calagem, com um teor de 1,20%N (quadro 12).

Em Março/93 (figura 40) o teor de Nitrogênio nos caules não sofreu influência dos diversos tratamentos.

Os teores de fósforo nos caules não sofreram influência dos fatores em estudo (Quadro 12, figura 41).

Os teores de potássio nos caules não sofreram influência dos fatores em estudo (Quadro 12, figura 42)

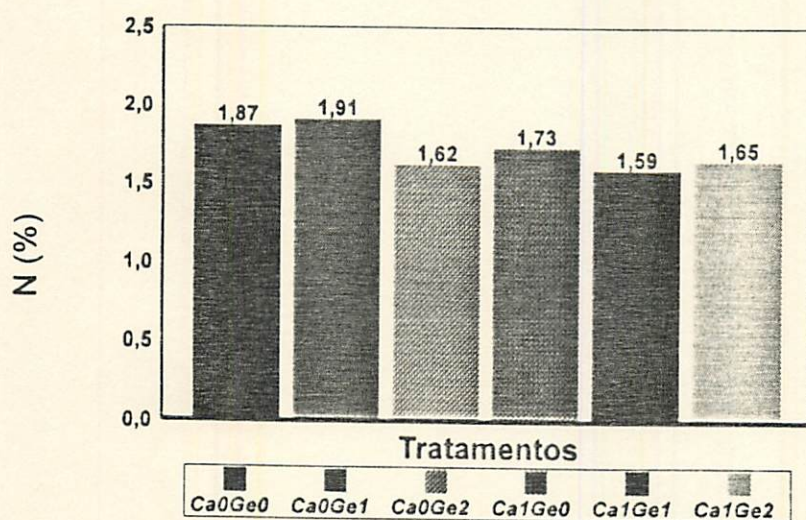


FIGURA 40. Teores de nitrogênio nos caules, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

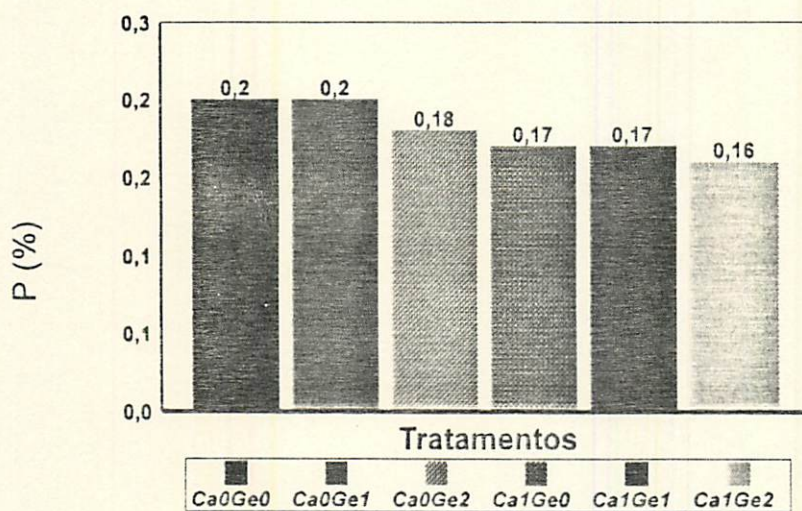


FIGURA 41. Teores fósforo nos caules, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

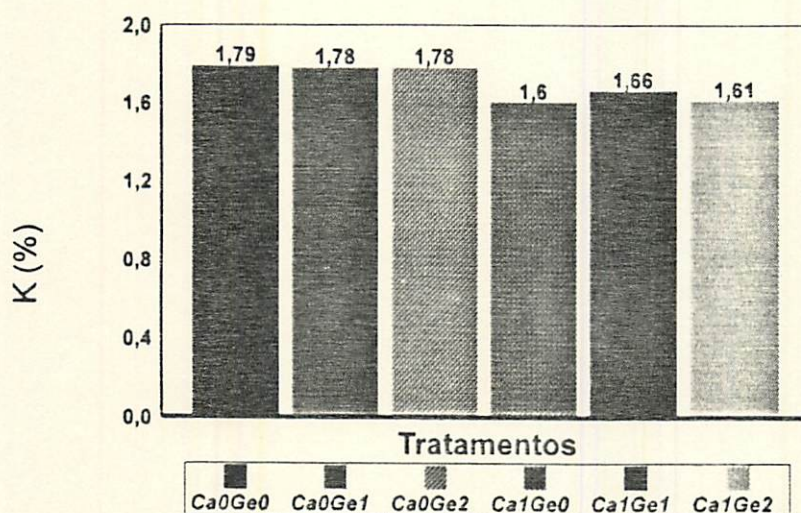


FIGURA 42. Teores de potássio nos caules, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

A época influenciou os teores de cálcio nos caules (Quadro 12). Os teores em Março/93 foram superiores aos de Janeiro/93, os valores sendo respectivamente de 0,74%Ca e de 0,23%Ca.

A calagem aumentou os teores de cálcio nos caules (Quadro 12). Os teores com e sem calagem foram respectivamente de 0,52%Ca e de 0,44%Ca.

Em Março/93, a média dos tratamentos com calagem apresentou maior teor de cálcio nos caules que os tratamentos sem calagem, os valores sendo respectivamente de 0,86%Ca e de 0,62%Ca (DMS 5% 0,11).

Na figura 43, relativa a Março/93, não se tem diferenças estatísticas para níveis de gesso dentro de um mesmo nível de calagem.

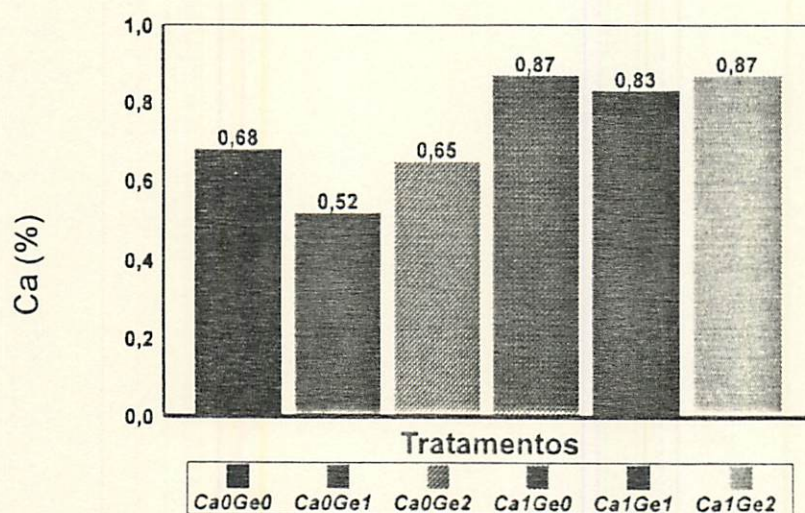


FIGURA 43. Teores de cálcio nos caules, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

A época de amostragem influenciou os teores de magnésio dos caules (Quadro 12). Os teores de Março/93 foram superiores aos de Janeiro/93, os valores sendo respectivamente de 0,24%Mg e de 0,18%Mg.

Em Janeiro/93, nos tratamentos com calagem, o tratamento com nível 2 de gesso Ca_1Ge_2 apresentou maior teor de magnésio nos caules que Ca_1Ge_1 , os valores sendo respectivamente de 0,21%Mg e de 0,14%Mg.

Na figura 44, em Março/93, entre os tratamentos com calagem, o com nível 2 de gesso Ca_1Ge_2 apresentou menor teor de magnésio no caule que Ca_1Ge_0 , os valores sendo respectivamente de 0,23%Mg e de 0,30%Mg.

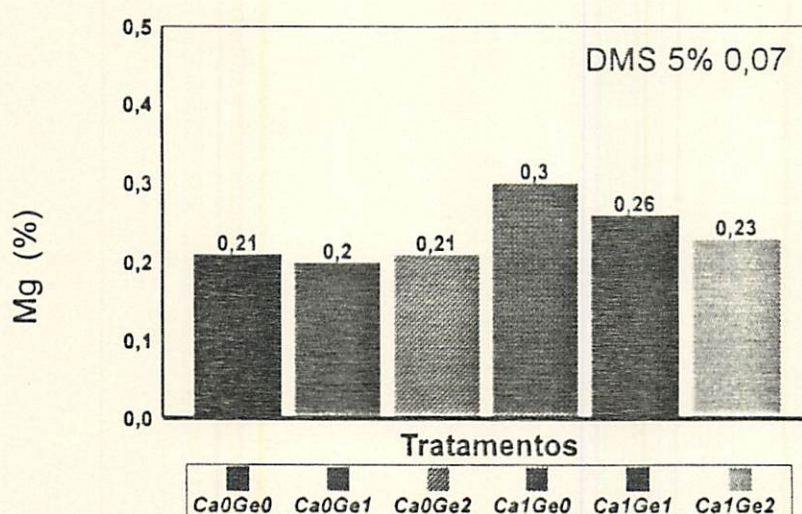


FIGURA 44. Teores de magnésio nos caules, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

Os teores de gesso afetaram os teores de enxofre nos caules (Quadro 12). As médias para os níveis 2 e 1 de gesso, com valor de 0,14% S para ambos os níveis, foram superiores à média dos tratamentos sem gesso, com média de 0,11% S.

Em Março/93 (figura 45), não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Os caules sofreram menos os efeitos dos tratamentos aplicados do que as folhas.

Os teores de nitrogênio dos caules obtidos por CASCARDO (1991) em casa de vegetação foram inferiores aos do presente estudo.

Os teores de nutrientes do caule obtidos por VIEGAS et alli (1992), à excessão do cálcio e do potássio, foram bem superiores aos do presente estudo.

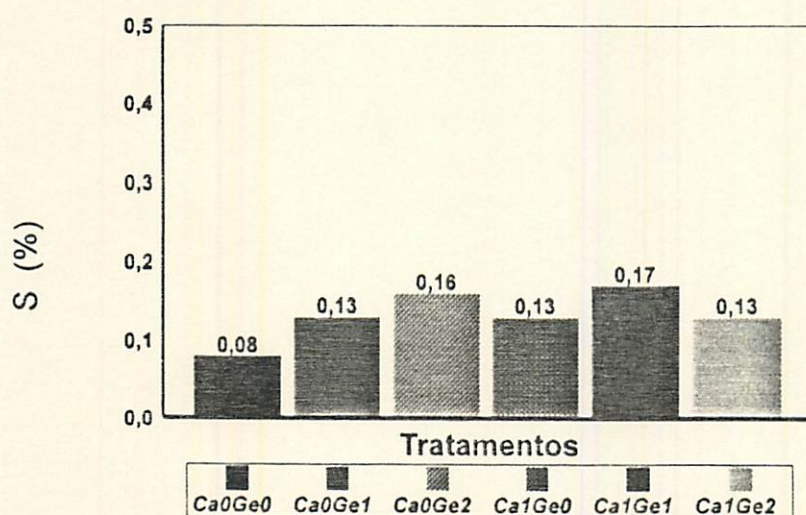


FIGURA 45. Teores de enxofre nos caules, em função das doses de calcário e gesso, em março/93. ESAL, Lavras-MG, 1993.

5. CONCLUSÕES

Nas condições do experimento conclui-se:

- A época de amostragem afetou parâmetros do solo e da planta;
- O gesso aumentou os teores de cálcio, sulfato e a saturação em bases até 60cm de profundidade;
- O gesso diminuiu o magnésio na camada 0-20cm e quando aplicado sem calcário aumentou o teor de potássio de 20 a 60cm;
- O calcário aumentou os níveis de cálcio até 80cm de profundidade e os de magnésio e a saturação em bases até 60cm. Sua aplicação aumentou o teor de sulfato na camada 20-40cm;
- O calcário diminuiu o teor de alumínio até 40cm de profundidade, e a saturação por alumínio até 60cm;
- O gesso diminuiu o peso, o comprimento, a profundidade, a superfície e o volume das raízes de seringueira;

- A razão raiz/parte aérea não foi afetada pelos tratamentos;
- As raízes atingiram aos 3,5 e 5,5 meses após o plantio, as distâncias laterais de 14,7 cm e de 27,4 cm respectivamente, e as profundidades de 80,8 cm e de 124 cm, respectivamente;
- A calagem diminuiu o afastamento lateral de raízes em 15%;
- O nível 1 de gesso diminuiu o afastamento lateral das raízes em 29%;
- O valor crítico de cálcio trocável para o crescimento das raízes é inferior a 0,15 meqCa/100cc de solo.

6. RESUMO

Plantaram-se tocos de seringueira em condições de campo, com os objetivos de estudar em diferentes amostragens, os efeitos do calcário e do gesso:

1. na relação raiz/parte aérea das plantas;
2. na distribuição e características das raízes;
3. nos teores de nutrientes minerais das folhas e dos caules;
4. nas modificações químicas no perfil do solo.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas sub-subdivididas, com 3 repetições, tendo-se como fatores para as parcelas, coletas destrutivas de plantas aos 100 e 160 dias, nas subparcelas a aplicação de 0 e 3,2 toneladas/ha de calcário, e nas sub-subparcelas as doses de 0, 1500 e 3000 Kg/ha de

gesso agrícola. A área do experimento foi de 1978 m², implantado em latossolo vermelho escuro, textura argilosa a muito argilosa.

As aplicações do calcário e do gesso se deram em Fevereiro/92 e Maio/92 respectivamente, e o plantio dos tocos em Outubro/92. Foram feitas 3 análises de solo, em Novembro/92, Março/93 e Julho/93. As raízes foram coletadas em camadas de 15 cm, com o uso de cilindros metálicos com 15 cm de altura e raios de 10 e 15 cm. A lavagem das mesmas se deu sobre peneiras.

No trabalho verificou-se o seguinte:

- O gesso aumentou o teor de cálcio, sulfato e saturação em bases até 60cm de profundidade;
- O gesso diminuiu o magnésio na camada 0-20 cm e quando aplicado sem calagem aumentou o potássio de 20 a 60 cm;
- O calcário aumentou os níveis de cálcio até 80 cm de profundidade e os de magnésio e a saturação em bases até 60 cm de profundidade. Sua aplicação aumentou o teor de sulfato na camada 20-40 cm;
- O calcário diminuiu o teor de alumínio até 40 cm de profundidade e a saturação por alumínio até 60 cm;
- No interior das covas, o gesso aumentou o teor de sulfato até 60 cm; o calcário aumentou os teores de cálcio, magnésio e a saturação em bases nas camadas 0-100 cm, 20-60 cm e 0-60 cm, respectivamente. O calcário diminuiu o teor de alumínio e a saturação por alumínio nas camadas 20-60 e 0-60 cm, respectivamente;

- O gesso diminuiu o peso, o comprimento, a profundidade, a superfície e o volume das raízes da seringueira;

- A razão raiz/parte aérea não foi afetada pelos tratamentos,

- As raízes da seringueira atingiram aos 3,5 e 5,5 meses após o plantio, as distâncias laterais de 14,7 cm e de 27,4 cm respectivamente, e as profundidades de 80,8 cm e de 124 cm, respectivamente;

- A calagem diminuiu o afastamento lateral das raízes em 15%;

- O nível 1 de gesso diminuiu o afastamento lateral das raízes em 29%;

- A calagem diminuiu o teor foliar de nitrogênio e aumentou os teores de cálcio nas folhas e caules;

- O nível 2 de gesso aumentou o teor de enxofre no caule;

- O valor crítico de cálcio trocável para o crescimento da raiz da seringueira é menor que 0,15 meqCa/100 de solo.

7. SUMMARY

Rubber budded stumps were planted on the field to evaluate, at different times, the effects of lime and gypsum:

1. on root/shoot relations;
2. on roots characteristics and distribution;
3. on leaf and stem nutrient concentrations;
4. on chemical changes in soil profiles.

The experimental area measured 1978 m², in a randomized complete block, split-split-plot design, 3 replications. The main plot factor was time of plant harvest, 100 and 160 days after planting; The sub-plot factor was lime supply, at 0 and 3,2 ton/ha rates; The sub-sub-plot factor was gypsum supply, at rates of 0, 1,5 and 3,0 ton/ha.

Lime and gypsum were applied in February/92 and May/92, respectively. Planting of budded stumps occurred in October/92. Three soil samplings were made, in November/92, March/93 and July/93. The roots were harvested in layers, 15 cm thick, using metallic cylinders 15 cm in height, and with radii of 10 and 15 cm.

The work verified that:

- Gypsum application raised sulfate and calcium concentration, and base saturation to a depth of 60 cm;
- Gypsum decreased magnesium concentration in the 0-20 cm layer, and when applied without lime, it raised potassium concentration in the 20-60 cm layer;
- Lime raised calcium levels to a 80 cm depth and raised magnesium levels and base saturation to a 60 cm depth. Its application raised sulfate levels in the 20-40 cm layer;
- Lime decreased aluminum levels to a depth of 40 cm, and decreased aluminum saturation to a 60cm depth;
- Inside the planting hole, gypsum raised sulfate levels up to 60 cm depth; lime raised calcium and magnesium levels and base saturation in 0-100, 20-60 and 0-60 cm layers, respectively; lime decreased aluminum levels and aluminum saturation in 20-60 and 0-60 cm layers, respectively;
- Gypsum decreased the weight, length, depth, area and volume of the roots;
- Root/shoot relations were not affected by treatments;
- Rubber roots reached at 3,5 and 5,5 months after planting, lateral distances of 14,7 and 27,4cm, respectively, and depths of 80,8 and 124,2 cm, respectively;

- Lime application decreased lateral distances of the roots by 15%;
- Gypsum, at application level 1, decreased roots lateral distance by 29%;
- Lime decreased leaf nitrogen concentration, and raised calcium concentrations

in leaves and stems;

- Dose 2 of gypsum raised sulfur concentration in stems;
- Calcium critical value for rubber root growth is below 0,15 meqCa/100cc soil.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCORDO, I.S. & RECHCIGL, J.E. Phosphogypsum in Agriculture: A Review. **Advances in Agronomy**, New York, **49**:55-118, 1993.
2. ALVIM, P. de T. & MACHADO, A.D. Absorção de minerais e crescimento de cacaueteiro e seringueira. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1, Cuiabá, 1972. **Anais...** Cuiabá, SUDHEVEA, 1972. p.195-201.
3. AUNG, L.H. Root-Shoot relationships. In: CARSON, E.W. **The plant root and its environment**. Charlottesville, 1974. Cap.2, p.29-61.

4. AVILAN, L. & MENESES, L. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución de las raíces del mango (*Mangifera indica* L.). **Turrialba**, Turrialba, **29(2):117-22**, abr./jan. 1979.
5. BATAGLIA, O.C. Nutrição e adubação da seringueira. In: FERNANDES, F.M. & NASCIMENTO, V.M do, coords. **Curso de atualização em Fertilidade do Solo**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. Cap.14, p.407-16.
6. BERNARDES, M.S.; VEIGA, A. S. & FONSECA FILHO, H. **Mercado brasileiro de borracha natural**, s.d. 30p. (mimeografado).
7. BOARETO, A. E.; CHITOLINA, J. C. & CRUZ. A. de P. Fundamentos para a amostragem de solo. In: BÜLL, L. T. & ROSOLEM, C. A., ed. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p. 1-36.
8. BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Heidelberg, Springer-Verlag, 1979. 188p.
9. BORCHERT, R. Growth periodicity and dormancy. In: RAGHAVENDRA, A. S. **Physiology of trees**. New York, John Wiley, 1991. cap. 10, p. 221-45.

10. BRAGA, F. de A. Efeito do gesso agrícola no crescimento inicial e na nutrição mineral do *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden sob diferentes níveis de irrigação. Lavras, ESAL 1991. 138p. (Dissertação MS).
11. BUENO, N. Quantidade de alumínio no substrato afetando o desenvolvimento, a sintomatologia de toxicidade, a concentração e o acúmulo de macro e micronutrientes em seringueira (*Hevea spp.*). Piracicaba, ESALQ, 1987. p.92. (Tese de Doutorado).
12. CARVALHO, J.G. de; MARQUES, R.; VIÉGAS, I. de J.M. & CARVALHO, M.A. de. Calagem para a cultura da seringueira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, **15**(171):38-45, 1991.
13. _____; VIEGAS, I.J.M. & BUENO, N. Efeito do alumínio sobre o desenvolvimento e absorção de nutrientes pela seringueira (*Hevea brasiliensis*) em solução nutritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20, Belém, 1985. **Programa e resumos...** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1985. p. 96.
14. CASCARDO, J.C. de M. Comportamento biofísico, nutricional e metabólico de plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) em função da aplica-

- ção de gesso e da disponibilidade de água no solo. Lavras, ESAL, 1991. 135p. (Dissertação MS).
15. CASTRO, P.R.C. & VIRGENS FILHO, A.C. Ecofisiologia da seringueira. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O & YAMADA, T., ed. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba, Potafos, 1987. p.165-83.
16. COELHO, L.C. Necessidade de calagem, Adubação potássica e relações cálcio, magnésio e Potássio para produção de porta-enxertos de seringueira. Viçosa, UFV, 1990. 55p. (Tese MS).
17. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação**. Lavras, 1989. 159p.
18. CORRÊA, J.B. **Associação calcário/gesso na melhoria das condições químicas do solo para cafeeiros (*Coffea arabica*, L.) em crescimento**. Lavras, ESAL, 1992. 104p. (Dissertação MS).

19. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. n.p.
20. FAO PRODUCTION YEARBOOK. 1991. Rome, V.45, n.104, 1992.
21. FURLANI, P.R. & BERTON, R.S. Atividade de Cálcio e Alumínio e desenvolvimento radicular. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2, Uberaba, 1992. **Anais...** São Paulo, IBRAFOS, 1992. P.121-38.
22. GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M.A.M.; COLOMBO, C.A. & ORTOLANI, A.A. **Clones de Hevea**: influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para o plantio. Campinas, Instituto Agrônomico, 1991. (Boletim Técnico, 138).
23. HAAG, H.P.; BUENO, N. & PEREIRA, J. da P. Exigências minerais em uma cultura de seringueira. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1, Piracicaba, 1986. **Trabalhos apresentados...**, Campinas, Fundação Cargil, 1986. Cap. 3, p.33-82.

24. HOWARD, D.D. & ADAMS, F. Calcium requirement for penetration of subsoils by primary cotton roots. **Soil Science Society Proceedings**, Madison, 29(5):558-62, sept./oct. 1965.
25. INFORZATO, R. & REIS, A.J. **Sistema radicular do cafeeiro**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1974. (Circular, 40).
26. KUMMEROW, J. & RIBEIRO, S.L. Fine roots in mixed plantations of Hevea (*Hevea brasiliensis* H. B.K. Müll. Arg.) and cacao (*Theobroma cacao* L.). **Revista Theobroma**, Itabuna, 12(2):101-5, abr./jun. 1982.
27. LOPES, A.S. **Solos sob cerrado**; características, propriedades e manejo. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1984. 162p.
28. MAIZLISH, N. A.; FRITTON, D. D. & KENDALL, W. A. Root morphology and early development of maize at varying levels of nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, 72(1):25-31, Jan./Fev. 1980.
29. MALAVOLTA, E. O gesso agrícola no ambiente e na nutrição da planta; perguntas & respostas. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2, Uberaba, 1992. **Anais...** São Paulo, IBRAFOS, 1992. p. 41-66.

30. MALAVOLTA, E.; GUILHERME, M.R. & LIEM, T.H. Associações fosfogesso-calcário: princípios e aplicações. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, Brasília, 1985. *Anais...* Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. p.177-96.
31. _____; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
32. MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London, Academic Press, 1986. 674p.
33. MENDES, M.E.G. *Potencial matricial da água no solo em cultura de seringueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)*. Piracicaba, ESALQ, 1990. (Tese de Doutorado).
34. OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKY, J. & REYNIER. Efeito do fosfogesso na produção de feijão e arroz e no comportamento de alguns nutrientes. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, Brasília, 1985. *Anais...* Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. p. 45-59.

35. PAVAN, M. A. & VOLKWEISS, S. J. Efeitos do gesso nas relações solo-planta; Princípios. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, Brasília, 1985. **Anais...** Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. P. 107-18.
36. PEREIRA, A.V. & PEREIRA, E.B.C. **Mudas de seringueira**. Manaus, EMBRAPA-CNPDS, 1986. (Circular Técnica, 07).
37. PRODUTORES montam usinas de látex. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 21 jul. 1993. Suplemento Agrícola, p.3, c.5.
38. RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres/Potafos, 1991. 343p.
39. RAIJ, B. van. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo**. São Paulo, ANDA, 1988. 88p.
40. ROOTING habitat. **Planters Bulletin-Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, 39:102-8, 1958.

41. SANTANA, M.B.M.; CABALA-ROSAND, F.P. & VASCONCELOS FILHO, A.P. Fertilidade dos solos ocupados com seringueira no sul da Bahia e grau de tolerância dessa cultura ao alumínio. **Revista Theobroma**, Itabuna, 7(4):125-32, out./dez. 1977.
42. SCHUURMANN, J. J. & GOEDEWAAGEM, M. A. J. **Methods for the examination of root systems and roots**. Wageningen, Pudoc, 1971. 86p.
43. SILVA, A. de A. **Efeito de relação $\text{CaCO}_3/\text{CaSO}_4$ no movimento de nutrientes no solo e no desenvolvimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*)**. Lavras, ESAL, 1990. 80p. (Dissertação MS).
44. SOUZA, C.A.F. de. **Influência do Alumínio na mobilização de reservas, nutrição mineral e crescimento de plântulas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.)** Lavras, ESAL, 1991. 120p. (Dissertação MS).
45. SOUZA, D.M.G. de & RITCHEY, K.D. **Uso de gesso no solo de cerrado**. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, Brasília, 1985. **Anais ... Brasília**, EMBRAPA-DDT, 1986. p. 119-44.

46. TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Ecology**, Oxford, **63**:995-1001, 1975.
47. VETTORI, L. **Métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
48. VIÉGAS, I. de J.M.; HAAG, H.P.; BUENO, N. & PEREIRA, I. da P. Nutrição mineral de seringueira. XII Absorção de macro e micronutriente nos primeiros 240 dias. **Scientia Agricola**, Piracicaba, **49**(1):41-52, 1992.
49. VITTI, G.C. Acidez do solo, calagem e gessagem. In: Fernandes, F.M. & Nascimento, V.M. do, coords. **Curso de atualização em fertilidade do Solo**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. Cap. 10, p.301-48.
50. WATSON, G.A. Climate and soil. In: WEBSTER, C.C. & BAULKWILL, W.J. **Rubber**. Singapore, Longman, 1989a. Cap. 4, p.125-64 (Tropical agriculture series).
51. _____. Nutrition. In: WEBSTER, C.C. & BAULKWILL, W.J. **Rubber**. Singapore, Longman, 1989b. Cap. 8, p.291-348 (Tropical agriculture series).

52. WEBSTER, C.C. & PAARDEKOOPEER, E.C. The botany of the rubber tree. In:
WEBSTER, C.C. & BAULKWILL, W.J. Rubber. Singapore, Longman, 1989.
Cap.2, p.57-84 (Tropical Agriculture series).

