

DANIELA ABREU DA SILVEIRA

CALAGEM E GESSAGEM EM CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) : **PRODUÇÃO,**
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DO
SISTEMA RADICULAR

Dissertação apresentada *h* Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração **Solos** e Nutrição de Plantas para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Paulo Tácito **Gontijo Guimarães**

LAVRAS
MINAS GERAIS - **BRASIL**
1995

DANIELA ABREU DA SILVEIRA

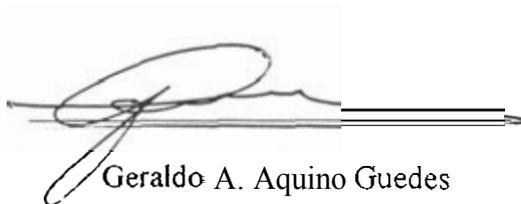
**CALAGEM E GESSAGEM EM CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) : PRODUÇÃO,
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DO
SISTEMA RADICULAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas para a obtenção do título de “Mestre”.

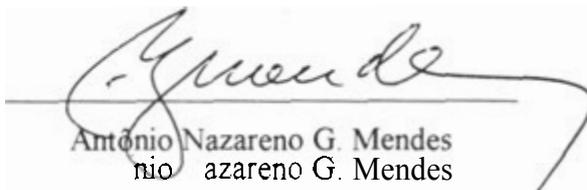
APROVADA EM 12 DE JULHO DE 1995 :



João Batista Corrêa



Geraldo A. Aquino Guedes



Antônio Nazareno G. Mendes
Antônio Nazareno G. Mendes



Paulo Tácito Gontijo Guimarães
(ORIENTADOR)

Aos meus pais

e a minha irmã

OFEREÇO

Aos meus avós

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença constante.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Ciência do Solo pela oportunidade da realização do presente curso e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico(CNPq) pela concessão do auxílio financeiro.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela cessão dos dados experimentais e aos técnicos agrícolas Homero Gomes Lemos e Juracy Oliveira Júnior da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, MG, pela colaboração na condução e coleta dos dados de campo. Estes agradecimentos são extensivos ao engenheiro agrônomo Antônio Mendes da Ponte, então pesquisador da EPAMIG, pela elaboração do projeto.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo apoio na execução do experimento.

Ao Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária - CNPDIA/EMBRAPA, e em especial ao pesquisador Lúcio André de Castro Jorge pelo auxílio na utilização da metodologia de avaliação do sistema radicular e sugestões apresentadas.

Ao Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, pela credibilidade, orientação e apoio no decorrer do curso.

Ao professor Antônio Nazareno G. Mendes pela orientação e auxílio nas análises estatísticas.

Ao engenheiro agrônomo João Batista Corrêa pelo apoio e orientação e aos professores Geraldo A. Aquino Guedes e Janice Guedes de Carvalho pelas sugestões.

Ao professor e amigo Alfredo Scheid Lopes pela orientação, apoio e empréstimo de material de estudo.

Ao professor Nilton Curi pelo empréstimo de material de estudo.

A Maria Rachel Vitorino pela amizade e auxílio na tradução de textos.

A professora Jane Soares pela amizade e pelo grande incentivo ao estudo

A todos os professores que participaram da minha formação.

A grande amiga Maria Inês Nogueira Alvarenga, pela orientação nos momentos oportunos, pela amizade e estímulo durante todo o curso.

Aos colegas Cristiane, Eliane, Hedinaldo, Renato Campbell, Renato Assis, Fabíola, Zenaide, Alessandra, Eduardo e Régis, pelos momentos de estudo e descontração que vivemos juntos.

Aos meus amigos de graduação que estiveram sempre presentes no decorrer deste curso, Dulcimara Carvalho Nannetti e **José Sergio Araújo**.

Aos meus pais que sempre foram meus companheiros, amigos, irmãos em todas as horas e sempre meu maior apoio.

Aos meus avós João Batista de Abreu e Carmela Anunciação de Abreu pelo carinho, amor e por tudo que fizeram e fazem por mim.

A minha avó Maria Sgréccia da Silveira pelo carinho e orações.

A todas pessoas que participaram direta ou indiretamente na realização do presente trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1- INTRODUÇÃO.....	01
2- REFERENCIAL TEÓRICO	
2.1- Acidez do solo e crescimento do sistema radicular.....	03
2.2- Efeitos da calagem.....	05
2.3- Efeitos da gessagem.....	09
3- MATERIAL E MÉTODOS	
3.1- Aspectos gerais.....	14
3.2- Delineamento experimental e condução do ensaio.....	14
3.3- Quantificação dos parâmetros.....	17
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1- Características químicas do solo.....	20
4.1.1- pH em H ₂ O.....	20
4.1.2- Teores de potássio disponíveis no solo.....	24
4.1.3- Teores de Ca+Mg trocáveis no solo.....	27
4.1.4- Teores de alumínio trocáveis no solo.....	30
4.1.5- Teores de cálcio trocáveis no solo.....	33
4.1.6- Teores de magnésio trocáveis no solo.....	36
4.2- Produção do cafeeiro.....	39
4.3- Avaliação da distribuição do sistema radicular do cafeeiro.....	45
4.4- Considerações gerais.....	47

5- CONCLUSÕES	48
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
7- ANEXO	62

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 - Características físicas e químicas de amostras a três profundidades do LRd da Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso - MG, realizada em 1978.....	15
2 - Média das produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no biênio 1980 1981.....	44
3 - Média da produção obtida em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no ano de 1983.....	44
4 - Média das produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no biênio 1984 1985.....	44
5 - Média das produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no biênio 1986 1987.....	44
6 - Média da produção obtida em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no ano de 1989.....	44
7 - Produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha (média de oito produções).....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura.....	..Página
1 - Esquema demonstrando a posição dos quadrantes para padronização da filmagem para determinação da % de raízes.....	18
2 - Valores de pH em água em função de doses de calcário e gesso em três profundidades e em duas épocas de amostragem (1980 e 1983).....	21
3 - Valores de pH em água em função de doses de calcário e gesso em cinco profundidades e em duas épocas de amostragem (1984 e 1987).....	22
4 - Teores de K disponíveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragem (1980 e 1983).....	25
5 - Teores de K disponíveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragem (1984 e 1987).....	26
6 - Teores de Ca+Mg trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragem (1980 e 1983).....	28
7 - Teores de Ca+Mg trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragem (1984 e 1987).....	29
8 - Teores de Al trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragem (1980 e 1983).....	31
9 - Teores de Al trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragem (1984 e 1987).....	32
10 - Teores de Ca trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragem (1983).....	34
11 - Teores de Ca trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragem (1984 e 1987).....	35
12 - Teores de Mg trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragem (1983).....	37

13 - Teores de Mg trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragem (1984 e 1987).....	.38
14 - Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de calcário no biênio 1980/1981.....	.40
15 - Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso no biênio 1980/1981.....	.40
16 - Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso e de calcário em 1983.....	.40
17 - Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso no biênio 1984/1985.....	40
18 - Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de calcário no biênio 1986/1987.....	40
19 - Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso no biênio 1986/1987.....	40
20 - Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso em 1989.....	42
21 - Variação da produção total em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de calcário.....	.42
22 - Variação da produção total em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso.....	42
23 - Distribuição da % de raízes por camada de solo em função das doses de calcário e gesso, em diferentes profundidades, avaliada em 1994.....	.46

RESUMO

SILVEIRA, Daniela Abreu da. **Calagem e gessagem em cafeeiro (*Coffea arabica* L.): produção, características químicas do solo e desenvolvimento do sistema radicular**. Lavras: UFLA, 1995. 87.p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da associação calcário/gesso, condicionando melhoria das condições químicas do solo, melhor distribuição e desenvolvimento do sistema radicular, visando maior produtividade do cafeeiro, bem como estudar a movimentação de cátions no perfil do solo em função de diferentes doses. O experimento foi instalado em 1978 na Fazenda Experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso - MG, em um Latossolo Roxo distrófico, utilizando a cultivar Çatuai Vermelho CH-2077-2-5-44 como planta indicadora, no espaçamento de 2x2 m e conduzido por um período de nove anos. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, no arranjo fatorial 4x3 com três repetições. Foram utilizadas 4 doses de calcário (0; 750; 1500 e 3000 kg/ha) combinadas com 3 doses de gesso (0; 1290 e 2580 kg/ha). Foram coletadas amostras de solo de 0 a 20; 20 a 40 e 40 a 60 cm de profundidade até o quinto ano de condução do experimento (1983) e 0 a 20; 20 a 40; 40 a 60; 60 a 80 e 80 a 100 cm de profundidade de 1984 a 1987.

Para as Características químicas do solo fez-se análises estatísticas, regressões e testes de média aplicando Tukey a nível de 5% de probabilidade. Para as produções e para a determinação da porcentagem de raízes ao longo do perfil, fez-se análises estatísticas e regressões. A avaliação da porcentagem de raízes foi feita por camada de 20 cm de solo até 2,0 m de profundidade segundo a metodologia SIARCS (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo), desenvolvida no CNPDIA/EMBRAPA situado no município de São Carlos - SP.

* Orientador: Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Membros da banca: João Batista Corrêa, Geraldo A. Aquino Guedes e Antônio Nazareno G. Mendes

Constatou-se acréscimo dos valores de pH em razão do efeito da aplicação das doses de calcário magnesiano, de gesso e da mistura calcário/gesso. Observou-se uma lixiviação de cátions em decorrência do incremento das doses de gesso nos tratamentos e também um acréscimo de bases na camada superficial devido ao incremento das doses de calcário.

A produção aumentou linearmente com a aplicação das doses de calcário e quanto a aplicação das doses de gesso, a resposta foi quadrática; sendo **que** a dose de 2039 kg/ha resultou na maior média de produção de 40,96 sacas de café beneficiado/ha.

Observou-se ainda, uma melhor distribuição e desenvolvimento do sistema radicular em razão do efeito da aplicação das doses de calcário magnesiano e de gesso, sendo **que** o calcário atuou mais nas camadas superficiais e **o** gesso teve seu efeito mais pronunciado nas camadas inferiores.

SUMMARY

LIMING AND GYPSUM IN THE COFFEE (*Coffea arabica*, L.): PRODUCTION, SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS AND ROOTING SYSTEM DEVELOPMENT.

The objective of this study was to evaluate the effects of the association lime/gypsum to improve soil chemical conditions, better distribution and development of rooting system, aiming higher coffee trees yields, as well as to evaluate cations movement in the soil profile as a function of different lime/gypsum rates. The experiment was conducted at the Experimental **Farm** of EPAMIG in São Sebastião do Paraíso - MG in a dystrophic Dusky Red Latosol, by using Catuaí Vermelho CH-2077-2-5-44 coffee cultivars as test plants, at 2x2m space between plants, and conducted during nine years. Four rates of lime (0; 750; 1500 and 3000 kg/ha) were combined with three rates of gypsum (0; 1290 and 2580 kg/ha) as the treatments. Soil samples were collected at 0 to 20; 20 to 40 and 40 to 60cm layers until the fifth year of the study (1983) and 0 to 20; 20 to 40; 40 to 60; 60 to 80 and 80 to 100cm layers ~~from~~ 1984 to 1987.

For the soil chemical characteristics were run statistical analysis, regression and average test by applying Tukey test at 5% probability level. For the yields and for determination of rooting percentage within the soil profile, were run statistical analysis and regression. Evaluation of rooting percentage was conducted by 20cm soil layers down to 2m depth according to methodology of SIARCS (Integrated System for Root and Soil Cover Analysis), developed at CNPDIA/EMBRAPA, São Carlos - SP.

It was observed increase in pH values as the effect of magnesian lime, gypsum and association lime/gypsum. It was observed cations leaching as result of increasing gypsum rates and also increase in basis at surface soil layers as a result of increasing lime rates.

Coffee yields increased linearly with rates of lime and in a quadratic form with rates of gypsum; the rate of 2039 kg/ha led to the highest average coffee yield (40,96 bags.ha⁻¹).

It was also observed a better distribution and development of rooting system as a result of the rates of magnesian lime and gypsum; the lime affected more the surface layers and the gypsum had more effect in sub-surface soil layers.

1 INTRODUÇÃO

Solos férteis estão cada vez mais escassos devido ao uso e manejo inadequados ao qual são submetidos. Com a expansão da fronteira agrícola, iniciou-se o processo de aproveitamento de solos com baixo potencial produtivo, caracterizados por elevada acidez, uma maior disponibilidade de alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes essenciais as plantas. No entanto, visando a rentabilidade e sustentabilidade agrícola, são solos aptos a uma agricultura altamente tecnificada com capacidade de obter altas produções; requerendo a implantação de técnicas básicas facilmente disponíveis aos agricultores como a calagem que fornece cálcio e magnésio ao solo, corrige a acidez superficial com elevação dos valores de pH, aumentando a disponibilidade de nutrientes.

Neste contexto enquadra-se a cafeicultura, que atualmente é uma cultura implantada, na quase sua totalidade, em solos de baixa fertilidade natural como os “sob cerrado” (Guimarães, 1992). Porém, culturas perenes como o cafeeiro necessitam, em alguns casos, condições como estas, de solos corrigidos inclusive em profundidade, para melhor aproveitamento da água e dos nutrientes pelas raízes das plantas. Nessa situação, a utilização de corretivos como o calcário apresenta limitações de ordem técnica e econômica, não solucionando os problemas causados pela acidez no subsolo, que são a toxidez do alumínio e deficiência de cálcio; fazendo assim jus ao uso do gesso agrícola que tem despertado interesse nos últimos anos, não só por solucionar os problemas de toxidez do alumínio, ou por fornecer cálcio ao subsolo, podendo carrear consigo alguns cátions como potássio e magnésio associados ao ion SO_4^{2-} , para camadas mais profundas proporcionando condições favoráveis para uma melhor exploração do volume de solo pelas raízes.

Em face ao exposto acredita-se que uma associação calcário e gesso proporcione melhorias nas propriedades químicas do perfil de um solo, conferindo maior produção as culturas, Este fato motivou a condução deste experimento cujo objetivo foi encontrar uma melhor combinação de doses de calcário e gesso e suas interações nas modificações das características

químicas de um Latossolo Roxo distrófico, visando o crescimento do sistema radicular, e a produtividade do cafeeiro

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Acidez do solo e crescimento do sistema radicular

As principais áreas da fronteira agrícola no Brasil estão localizadas, na sua maioria, em solos potencialmente produtivos, embora apresentem algumas limitações de natureza química, para o desenvolvimento normal das plantas cultivadas. Os principais fatores limitantes estão relacionados com a acidez, altos teores de alumínio trocável e baixa disponibilidade de cálcio em profundidade no perfil. Nestas condições, o desenvolvimento do sistema radicular torna-se limitado as camadas superficiais, explorando assim, pequeno volume de solo; e, conseqüentemente, limitando a produtividade das culturas, principalmente nos locais onde é frequente a presença de veranicos prolongados (Olmos e Camargo, 1976 e Ritchey, Silva e Costa, 1982).

A produtividade de muitas lavouras, e dentre elas o cafeeiro, parece estar relacionada diretamente com o pH, que é o reflexo da acidez do solo, caracterizando a baixa fertilidade com a conseqüente baixa disponibilidade de nutrientes e presença de elementos tóxicos as plantas. Este fato foi observado pela equipe do Instituto de Pesquisa IBEC citada por Malavolta (1986), que mencionou o fato de que 75% das lavouras de café altamente produtivas localizadas no Paraná, estavam estabelecidas em solos com um pH de 6,0 a 7,0; as de média produtividade, estavam estabelecidas em solos com pH entre 5,1 a 6,0 e as de baixa produtividade, na faixa de 4,6 a 5,1. Entretanto, Küpper (1983) mencionou que em solos com pH entre 5,0 e 6,5 é observado um bom desenvolvimento do cafeeiro.

Muitos estudos têm demonstrado que H e Al^{3+} são os dois principais componentes da acidez do solo. Os ions H competem com os cátions por sítios de adsorção (Malavolta, Guilherme e Liem, 1986), além de provocar o efluxo de ions previamente absorvidos pela planta, conforme observaram Jacobson et al. (1957) citados por Moore (1974). Os aspectos químicos do

alumínio referentes a acidez do solo são complexos. Este elemento é um dos principais componentes da maioria dos minerais primários e secundários (Pavan, 1983). Em solos ácidos, também são incluídos o alumínio trocável (Coleman, Weed e McCracken, 1959), o alumínio na superfície da argila e complexo alumínio-fósforo (Pratt, 1961); que quando é liberado pelos processos de intemperização é hidrolizado, aumentando a acidez do solo através da liberação de prótons (Jackson, 1963). Observa-se assim uma diminuição nos valores de pH, elevação da saturação por alumínio, ocasionando queda no rendimento máximo das culturas (Sanchez, 1981 e Raij, 1981), tendo sido notado este efeito para um índice de saturação de alumínio maior que 20% (Wagner, 1987).

O efeito primário da toxidez do alumínio sobre as plantas manifesta-se pelo bloqueio do crescimento das raízes, tornando-as curtas, grossas e com coloração escura (Foy, Chaney e White, 1978). A diminuição do crescimento radicular pode ser explicada pelo efeito inibitório do alumínio sobre a divisão e alongamento celular, reduzindo a respiração e tomando as raízes danificadas ineficientes na absorção transporte e utilização de água e de nutrientes (Roy, Sharma e Talukder, 1988).

A magnitude da toxicidade do alumínio sobre o crescimento radicular depende da tolerância a este elemento, bem como a concentração deste na solução do solo (Fleming e Foy, 1968). Apesar dos mecanismos de tolerância ainda não serem bem conhecidos, existem nestes nítidas diferenças quanto ao excesso de alumínio no meio de cultivo entre as espécies e as variedades de plantas (Foy, Chaney e White, 1978 e Roy, Sharma e Talukder, 1988). Dentre os fatores fisiológicos associados a tolerância diferencial das plantas a toxidez de alumínio, estão os relacionados com a capacidade de absorção e/ou transporte de cálcio, absorção e/ou utilização de fósforo, absorção de potássio e magnésio e os relacionados com a absorção e translocação do próprio alumínio (Foy, Chaney e White, 1978).

A acidez do solo é um fator a ser considerado na expansão da produção agrícola brasileira, no que diz respeito ao incremento da produtividade e ao aumento das áreas cultivadas. A correção desta acidez pela calagem, para a maioria das culturas anuais, tem sido usualmente aplicada em cobertura e posterior incorporação com implementos agrícolas na camada arável, cerca de 20 a 30 cm de profundidade (Gonzalez-Erico et al., 1979). No caso de culturas perenes já implantadas, a correção da acidez do solo é realizada com aplicações de calcário na superfície sem nenhuma ou com pequena incorporação física, em face das dificuldades operacionais e dos

problemas fisiológicos com as podas das raízes (EMBRAPA, 1981). A grande limitação da aplicação superficial sem incorporação física do calcário, reside na baixa eficiência de neutralização da acidez subsuperficial e no fornecimento de cálcio no subsolo que restringe o crescimento das raízes em profundidade. As quantidades elevadas de calcário aplicadas na superfície do solo podem proporcionar condições físicas, químicas e biológicas indesejáveis (Kamprath, 1971).

O cálcio é um dos nutrientes de maior importância na nutrição das plantas no Brasil (Malavolta et al., 1979 e Ritchey, Silva e Costa, 1982). Na solução dos solos agrícolas, o cálcio pode ocorrer principalmente como Ca^{2+} (livre) ou pares de ions CaNO_3^- , CaCl^- e CaSO_4^0 cujo equilíbrio depende do pH, da força iônica e da atividade dos ions (Fuoss, 1958 e Wilkins e Eígen, 1965). O teor de cálcio nas camadas inferiores tem efeito direto no crescimento das raízes, já que as plantas não são capazes de translocar satisfatoriamente este nutriente, absorvido da camada superficial do solo corrigido via calagem, para os pontos radiculares de crescimento (Howard e Adams, 1965).

Visando a melhoria das condições químicas do subsolo, através da eliminação de teores tóxicos de alumínio e fornecimento de cálcio próximo ao ambiente de crescimento da extremidade da raiz, com conseqüente aumento da saturação de bases das camadas subsuperficiais, optou-se pela utilização de sais de cálcio de reação praticamente neutra como o gesso agrícola, subproduto da fabricação de adubos fosfatados, em vista da dificuldade de incorporação física do calcário a maiores profundidades (Reeve e Summer, 1972 e Vittí e Malavolta, 1985). O gesso agrícola quando comparado ao calcário apresenta maior solubilidade em água, sendo portanto, capaz de lixiviar o cálcio até as camadas da subsuperfície. No entanto, na aplicação deste produto, alguns autores encontraram uma diminuição nos teores de magnésio e potássio no solo que foram lixiviados, e sugeriram a aplicação conjunta do gesso agrícola com o calcário dolomítico (Rosolem e Machado, 1984 e Pavan, Bingham e Pratt, 1984).

2.2 Efeitos da calagem

O uso de corretivos da acidez do solo não é uma prática restrita a nossa era. Segundo Malavolta (1985a) é mencionado que os gregos e os gauleses ensinaram aos romanos a técnica de aplicação de margas (mistura de calcário, matéria orgânica e argila).

No Brasil, pesquisas sobre a utilização da calagem iniciaram por volta da década de 40 particularmente para a agricultura no cerrado. Conforme Lopes (1984), uma das principais causas do aproveitamento inadequado dos adubos químicos e consequente queda na produtividade agrícola brasileira em solos ácidos, é a subutilização do calcário.

▪ Os efeitos da calagem de acordo com Munson (1982) podem se resumir em: fornecimento de cálcio ou de cálcio mais magnésio; correção da acidez e aumento na disponibilidade de nutrientes com elevação do pH; diminuição da toxidez de alumínio, ferro e manganês; e diminuição da lixiviação de potássio aplicado.

▪ A acidez é resultado da remoção de bases das camadas superficiais dos solos ocasionando a pobreza destes, independente do fato do solo ter sido originado de material pobre em elementos essenciais às plantas, ou se a perda de cátions como K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , etc, foi ocasionada durante os processos de formação de cada solo. No entanto, a acidez do solo pode influir nas características físicas, químicas e biológicas deste, sendo uma das principais barreiras para a produtividade e rentabilidade da maioria das culturas. Desta maneira a calagem assume um papel imprescindível na neutralização da acidez do solo, com fornecimento de cálcio e magnésio, liberação de outros nutrientes com acréscimo do pH, propiciando um melhor desenvolvimento das plantas.

Cabe ressaltar que a neutralização da acidez independente dos ânions OH^- e HCO_3^- , é feita pelos receptores de prótons (Malavolta, 1985b e Raij, 1988) e dentre os materiais corretivos mais empregados para diminuir a presença de elementos tóxicos tem-se o calcário calcítico, magnesiano ou o dolomítico. O calcário dolomítico e o magnesiano, além de neutralizar o alumínio, fornece cálcio e magnésio ao solo, em quantidades adequadas a nutrição das plantas (Vasconcelos, Santos e França, 1982). De acordo com Pereira, Miguel e Oliveira (1981) o calcário dolomítico é imprescindível na formação de cafezais, pois com a aplicação de calcário com baixos teores de magnésio, as plantas apresentam pouco vigor vegetativo, deficientes em magnésio e baixa produtividade. Resultados semelhantes foram observados por Lazzarini et al. (1975).

Num experimento em casa de vegetação conduzido com dois solos ácidos para estudar a absorção de cálcio e alumínio pelas raízes do cafeeiro, Chaves, Pavan e Miyazawa (1991) notaram que com a utilização do $CaCO_3$ a concentração do Ca^{2+} aumentou e eliminou o Al^{3+} no solo, aumentando proporcionalmente o peso da matéria seca das plantas.

A aplicação de calcário em doses excessivas ocasionou desequilíbrios nos teores de cálcio e magnésio afetando a proporção entre as bases ($\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}:\text{K}^+$) e a relação destas com outros nutrientes, reduzindo o desenvolvimento e a produção das culturas. Isto foi observado por Coelho et al. (1992) trabalhando com porta-enxerto de seringueira, onde a calagem foi benéfica somente nas doses menores, tendo como função apenas suprir cálcio e magnésio.

O efeito do calcário dolomítico nas propriedades químicas do solo e na produção do cafeeiro foi estudado por Chaves, Pavan e Igue (1984). Os autores observaram na camada de solo 0 a 30cm um aumento do pH, da capacidade de troca de cátions (CTC) e nos teores de cálcio e magnésio trocáveis em concordância com Viana, Mata e Fioravante (1990); enquanto que o alumínio e o potássio trocáveis diminuíram com o aumento das doses de calcário. Quanto a produção, os melhores resultados foram obtidos com a menor dose de calcário (2,5 t/ha), sendo que as doses mais elevadas ocasionaram uma diminuição sistemática na produção do cafeeiro.

Morelli et al. (1992) testaram os efeitos de doses crescentes de calcário e gesso na produtividade de quatro cortes de cana-de-açúcar, e notaram que nos tratamentos somente com calcário, a saturação de bases inicialmente de 15% elevou-se de maneira consistente com as doses aplicadas, atingindo na dose máxima valores em tomo de 50% na camada de solo de 0 a 25 cm de um Latossolo-Vermelho-Escuro álico, textura média. O gesso, propiciou aumentos na saturação de bases, mas provocou o movimento do Mg abaixo de 50cm de profundidade. Com a associação calcário/gesso, houve melhor distribuição de bases no perfil, bem como aumento na saturação de bases e redução no teor de Al trocável.

Rosolem e Machado (1984) notaram maior taxa de lixiviação de cálcio e magnésio num Latossolo-Vermelho-Escuro textura média com a aplicação de gesso, quando comparada aos tratamentos que receberam somente calagem. Moraes (1991) observou que a lixiviação de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ foi intensa tendo alcançado a profundidade de 80cm, nos tratamentos que receberam gesso e não receberam calcário. Este fato foi atribuído em parte, ao aumento da capacidade de intercâmbio catiônico devido ao aumento do pH do solo, e, conseqüentemente, à maior retenção dos nutrientes. Dal Bó et al. (1986a) também não detectaram movimentação apreciável de cálcio quando a fonte foi apenas CaCO_3 , justificando ser a solubilidade do corretivo o principal fator responsável, de acordo com os resultados apresentados por Pavan, Bingham e Pratt (1984).

Bolivar (1993) detectou movimentação de Ca^{2+} e Mg^{2+} em razão do efeito da aplicação das doses de calcário dolomítico, do gesso e da mistura de calcário e gesso, num ensaio

com o cafeeiro. Soprano e Alvarez (1989) notaram menores perdas de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ quando os tratamentos receberam CaCO_3 .

Oliveira e Pavan (1994) avaliando o modo de aplicação de calcário em um solo cultivado com soja, observaram que o emprego do produto independente do modo de aplicação, aumentou os rendimentos de grãos. Resultados semelhantes com essa cultura foram observados por Quaggio, Mascarenhas e Bataglia (1982) e Tanaka e Mascarenhas (1992); e também por Reis, Matiello e Santinato (1975) trabalhando com o cafeeiro em Vitória da Conquista - BA. Em contrapartida, Garcia, Martins e Fioravante (1980), estudando o modo de aplicação de calcário na formação e condução do cafeeiro, concluíram que os efeitos benéficos da calagem aplicada em área total com complementação na cova de plantio, perduraram por um período de 3 anos, superando os outros tratamentos que constituíam de calagem somente em área total incorporada até 20cm de profundidade; a aplicação de calcário somente na cova de plantio; a pulverização foliar com cálcio quelatizado sem calagem e a testemunha.

Bataglia et al. (1985) estudaram o efeito da calagem sobre a nutrição e a produtividade de três cultivares de trigo com diferentes níveis de tolerância a toxicidade de alumínio por um período de quatro anos. Observaram que na cultivar tolerante, a aplicação de 3,0 t/ha de calcário atingiu a produtividade máxima, e que a correção da deficiência de magnésio foi a principal responsável para este fato. Nas cultivares mais sensíveis, as maiores produções foram observadas em doses mais elevadas devido menor absorção de outros nutrientes, em razão do menor desenvolvimento radicular. Em contrapartida Dal Bó et al. (1986b) não observaram restrição ao aprofundamento de raízes de cana-de-açúcar em decorrência de alumínio, sendo que a calagem proporcionou bons resultados em termos de produção total de matéria seca.

Um dos aspectos importantes da calagem nas culturas é a duração de seus efeitos e este período está diretamente relacionado com a distribuição do tamanho das partículas do calcário. De maneira geral, partículas grosseiras ($> 2,0$ mm) têm pouco ou nenhum valor como material corretivo (Meyer e Volk, 1952 e Natale e Coutinho, 1994), enquanto frações muito finas ($< 0,149$ mm) possuem menor efeito residual, limitando sua ação sobre a acidez em períodos mais curtos (Barber, 1967 e Natale e Coutinho, 1994). Partículas com tamanho intermediário (0,420 a 0,841 mm) por sua vez, tornam-se eficientes ao longo do tempo prolongando os benefícios da calagem (Meyer e Volk, 1952 e Natale e Coutinho, 1994).

Miranda e Miranda (1994) estudando o efeito residual do calcário e o manejo da calagem por um período de oito anos em um solo Gleic-Pouco-Húmico, mostraram que o calcário aplicado inicialmente ainda mantém seus efeitos com acréscimos significativos na produtividade das culturas mesmo com doses pequenas de 2 t/ha de calcário. Entretanto, Machado et al. (1984) estudando o efeito residual de calcário dolomítico na cultura de arroz irrigado num Alfissolo, notaram que até o 3º ano houve aumento de pH, teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} e redução do teor de Al^{3+} do solo, porém para o rendimento de grãos não houve efeito significativo do calcário. Por outro lado, Camargo et al. (1982) publicaram dados em que o efeito residual de uma calagem inicial perdurou por 7 anos com os efeitos nas produções de milho, algodão e soja.

Bianchi et al. (1992) avaliando as alterações nas propriedades químicas do solo e no rendimento de batata e milho, mostraram que o calcário proporcionou alterações significativas no pH, Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} do solo. O pH elevou-se na camada de 0 a 30 cm; o alumínio foi eliminado na camada de 0 a 10 cm e diminuiu na de 10 a 20 cm com a maior dose (7,2 t/ha), após 6 meses da aplicação do produto. Notou-se uma diminuição do alumínio na camada de 20 a 30 cm após 13 meses da aplicação do produto. O cálcio aumentou com a aplicação de calcário nas três camadas amostradas, sendo que a maior dose promoveu maior aumento em profundidade após 13 meses de sua aplicação. O magnésio aumentou na camada de 0 a 20 cm 6 meses após a aplicação e na de 20 a 30 cm, após 13 meses. Entretanto, Corrêa (1992) observaram efeito residual de calcário em relação aos teores de magnésio 28 meses após a aplicação do corretivo, para a cultura do cafeeiro.

2.3 Efeitos da gessagem

A utilização de corretivos, como o calcário, visando a correção da acidez do solo, além de apresentar limitações de ordem econômica, não resolve satisfatoriamente os problemas de ordem química, como a toxidez de alumínio e a deficiência de cálcio das camadas subsuperficiais do solo, que interferem no crescimento normal do sistema radicular, dificultando a melhor exploração da água e dos nutrientes do solo.

Um dos trabalhos pioneiros a nível de campo, elucidando o uso do gesso agrícola, foi o de Ritchey et al. (1980), avaliando um ensaio de fosfatos, instalado em Latossolo-Vermelho-Escuro no Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC, EMBRAPA). Estes autores observaram após a ocorrência de um veranico, que nas parcelas tratadas com superfosfato triplo,

as plantas de milho estavam murchas enquanto **que** nas parcelas tratadas com superfosfato simples, estas estavam túrgidas. Avaliando o experimento com mais detalhes, foi observado que nos tratamentos que receberam superfosfato simples, o sistema radicular estava mais profundo possibilitando uma maior absorção de água das camadas da subsuperfície. Além deste fato, foi observado também **que o** solo continha mais cálcio e menos alumínio nas camadas inferiores. Portanto estes efeitos benéficos sobre a cultura do milho foram atribuídos ao gesso, contido no superfosfato simples **o** que o difere do superfosfato triplo. Com isso, muitos trabalhos vêm sendo realizados visando elucidar os mecanismos envolvidos na reação deste material em solos ácidos, no intuito de surgir uma nova técnica de correção do ambiente pouco favorável ao desenvolvimento de raízes

O gesso pode ser encontrado na forma de materiais minerados ou como subproduto da fabricação de ácidos fosfóricos (Shainberg *et al.*, 1989 e Alcordo e Rechcigl, 1993). A forma minerada ocorre como dihidratada, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; hemihidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ e a anidrata, CaSO_4 (Doner e Lynn, 1989).

A lixiviação do gesso no solo é mais rápida do que a do calcário em decorrência da maior solubilidade do gesso, mas é necessário conhecer as propriedades do solo que a afetam, para que seja possível controlar o processo de forma a manter o sal em profundidades **que** estejam ao alcance das raízes (Raíj, 1988). Estudos em coluna de solo foram abordados por Reeve e Summer (1972); Alves (1984); Pavan, Bingham e Pratt (1984); e Shainberg *et al.* (1989) e na maior parte dos estudos, as respostas encontradas **são** similares aos estudos de campo, isto é, decréscimo de alumínio trocável e aumento de cálcio trocável nas camadas subsuperficiais. Porém, há dúvidas sobre as condições em **que** se pode esperar efeitos favoráveis do gesso nas produções de culturas. Santinato *et al.* (1991) trabalhando com doses crescentes de gesso em cafeeiros cultivados em solo Latossolo-Vermelho-Amarelo distrófico “sob cerrado” corrigido, observaram **que** o gesso agrícola aplicado de 100 a 800g por planta não influenciou a produção de forma significativa até dois anos da primeira aplicação. Um ano após uma segunda aplicação, os resultados foram avaliados novamente e também não houve efeitos significativos. No entanto, efeitos benéficos no maior desenvolvimento do sistema radicular e produção das culturas foram comprovados por Pavan e Bingham (1982) com o cafeeiro; Hammel, Sumner e Shahandh (1985) com soja, Hammel, Sumner e Shahandh (1985) e Shainberg *et al.* (1989) trabalhando com milho; Shainberg *et al.* (1989) com algodão e Morelli *et al.* (1992) com maçã; entre outros. As respostas

em aumentos de produção foram relacionadas a melhoria nos teores de cálcio e/ou redução de alumínio nos solos envolvidos. Contudo, em alguns casos as respostas pareceram ser devidas a nutrição de enxofre e cálcio. Ruiz (1989) estudando a resposta do gesso como fonte de cálcio e enxofre e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de cafeeiro, observou que o gesso mostrou-se eficiente no fornecimento destes nutrientes, quando avaliado na matéria seca da parte aérea das mudas em presença de matéria orgânica. Freitas, Gomes e Lott (1972), estudando respostas do cafeeiro a doses de enxofre existentes no gesso, encontraram um aumento de produção de 82% para a dose de 67,2kg de S quando comparada com a testemunha. Resultados semelhantes foram mencionados por Malavolta (1991), onde o autor afirma que as respostas do cafeeiro ao gesso como fonte de S, atingem aumentos de produtividade que variam de 22 a 40%.

Os mecanismos envolvidos na redução do alumínio nos solos através do uso do gesso, foram primeiramente discutidos por Reeve e Summer (1972) onde os autores consideraram o processo de “autocalagem” que nada mais é que a liberação de OH^- pelo SO_4^{2-} , através de troca de ligantes com a formação de AlOH^{2+} , diminuindo assim a concentração do Al^{3+} na solução do solo. Outra hipótese levantada por Pavan, Bingham e Pratt (1982) diz respeito a formação dos pares iônicos ou complexos como AlSO_4^- , promovendo a neutralização do alumínio e aumento da atividade de cálcio, fato comprovado por Ernani e Barber (1993). No entanto, Alva, Sumner e Miller (1990) argumentam não ser possível explicar totalmente os mecanismos envolvidos, embora ocorra redução variável de alumínio com gesso e de acordo com Pavan, Bingham e Pratt (1984) e Farina e Channon (1988) esses efeitos são significativos somente quando doses superiores de gesso agrícola são aplicadas ao solo. Tais doses podem no entanto ocasionar lixiviação de alguns nutrientes, sobretudo potássio e magnésio (Ritchey et al. 1980 e Pavan, Bingham e Pratt, 1984). Portanto, a aplicação de produtos que contenham ions SO_4^{2-} , como o gesso, contribuem para o movimento de bases no perfil do solo devido principalmente a formação de complexos químicos solúveis, CaSO_4^0 , MgSO_4^0 e o K_2SO_4^0 , mas se este carreamento de cátions no perfil, atingir profundidades abaixo daquelas exploradas pelas raízes, a diminuição da fertilidade do solo será favorecida.

A magnitude do efeito do gesso sobre a lixiviação de cátions tem diferido significativamente entre os solos. No caso de solos arenosos de baixa fertilidade e baixos teores de matéria orgânica, doses de gesso acima de 5,0 t/ha tem causado efeitos negativos em culturas devido uma remoção preferencial de magnésio da camada superior do perfil (Shainberg et al.,

1989 e Alcordo e Rechcigl, 1993). Em alguns experimentos a lixiviação já ocorre a partir de doses inferiores a 2,0 t/ha (Quaggio, Dechen e Raij, 1982 e Rosolem e Machado, 1984); noutros, ela só se inicia acima de 10,0 t/ha (Ernani, 1986). As razões dessas diferenças entre os solos ainda não foram completamente esclarecidas, mas podem estar associadas a energia de ligação de cátions com as partículas de solo, a preferência pela formação de ions pareados com o sulfato e a relação quantidade/intensidade (Q/I) de cada nutriente no solo. Com isso, uma preocupação, é evitar excesso para prevenir lixiviação.

Atualmente os critérios de recomendação de gesso baseiam-se nos teores de Ca e Al trocáveis e também na % de argila presente nas camadas abaixo de 20cm do solo. Estes critérios variam de acordo com os seguintes pesquisadores:

- Lopes (1986) recomenda a aplicação de gesso quando os teores de Ca apresentarem-se inferiores ou iguais a $0,3 \text{ meq}/100\text{cm}^3$ e/ou teores de Al maiores ou iguais a $0,5 \text{ meq}/100\text{cm}^3$ e/ou saturação por alumínio maior do que 30% em amostras do subsolo ($\pm 50\text{cm}$); podendo-se nessas condições adotar a fórmula proposta por Lopes e Guimarães (1992): $\text{NG}(\text{ton de gesso/ha}) = 300 + (20 \times \% \text{argila})$, onde NG= necessidade de gessagem.
- Souza et al. (1992) recomendam a aplicação de gesso quando a saturação de Al estiver entre 20 a 40% ou for maior que 40% da CTCe e/ou quando a saturação de Ca estiver entre 60 a 45% da CTCe na camada de 20 a 80cm de solo; sendo que a necessidade de gesso é dada pela fórmula: $\text{NG}(\text{ton de gesso/ha}) = (50 \times \% \text{argila}) \times 1,5$ para culturas perenes.
- Malavolta, Fernandes e Romero (1993) recomendam a aplicação de gesso quando a saturação de Al for maior que 20% e/ou a saturação de Ca for menor que 60% da CTCe na camada de 21 a 40cm de solo; sendo a necessidade de gesso dada pela fórmula: $\text{NG}(\text{ton de gesso/ha}) = (0,6 \times \text{CTCe} - \text{meqCa}/100\text{cm}^3) \times 2,5$ ou $\text{NG}(\text{ton de gesso/ha}) = (\text{meqAl}/100\text{cm}^3 - 0,2 \times \text{CTCe}) \times 2,5$.

Vários pesquisadores recomendam o uso de gesso em combinação com o calcário (Vitti, 1988; Alcarde, 1988 e Raij et al., 1994). A associação do gesso com o calcário magnesiano ou dolomítico constitui-se numa forma de minimizar possíveis desbalanços nutricionais, em termos de magnésio trocável. A combinação desses insumos minimiza também possíveis perdas de magnésio e potássio, sendo que o calcário atua mais nas camadas superficiais e o gesso nas inferiores, portanto o gesso não substitui o calcário, ou seja, o efeito de ambos se complementam (Guimarães e Lopes, 1984).

Diversos *são* os trabalhos desenvolvidos a respeito do uso combinado de calagem e gessagem, visando a correção das camadas subsuperficiais simultaneamente à melhoria do ambiente radicular das plantas em profundidade; portanto não há dúvida da necessidade de se avaliar doses, bem como a interação gesso/calcário no que se refere ao desenvolvimento do sistema radicular, movimentação de cátions, nutrição mineral e produção das culturas, principalmente para o cafeeiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos Gerais

O experimento foi instalado em janeiro de 1978 e conduzido até setembro de 1989 na Fazenda Experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) localizada em São Sebastião do Paraíso, MG.

A região apresenta uma altitude de 940m, latitude de 20°54' S, longitude 46°59' W e uma precipitação média anual de 1627mm de chuva. O solo utilizado descrito por Resende et al. (1973/74), foi um Latossolo Roxo distrófico (LRd) sob vegetação de floresta tropical subperenifolia transicional para cerrado. Para sua caracterização, foram coletadas amostras compostas até 60 cm de profundidade que, após serem secas ao ar e passadas em peneira de 2,0 mm, foram submetidas a análises físicas e químicas (TABELA 1).

Utilizou-se como planta indicadora o cafeeiro *Coffea arabica* L., cultivar Catuai Vermelho, linhagem CH 2077-2-5-44, plantado em um espaçamento de 2,0 x 2,0m, com uma planta por cova.

3.2 Delineamento Experimental e Condução do Ensaio

A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de quatro plantas, perfazendo um total de 16 plantas por parcela, sendo a área útil formada pelas quatro plantas centrais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, cujos tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro doses de calcário magnesiano e três doses de gesso agrícola. O calcário utilizado apresentou 43% de CaO; 9,45% de MgO e PRNT de 79,14% sendo que as quantidades aplicadas foram: C₀ = 0 kg/ha; C₁ = 750 kg/ha; C₂ = 1500 kg/ha e C₃ = 3000 kg/ha. Estas doses foram determinadas

através de análise química do solo, onde a quantidade de 1500 kg/ha representa a recomendação de calcário da área experimental pelo método do Al^{+3} e $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ trocáveis (Comissão..., 1978). A quantidade de 750 kg/ha corresponde a metade da dose recomendada e a quantidade de 3000 kg/ha o dobro desta. O gesso agrícola utilizado continha 25%CaO e as quantidades aplicadas foram: $G_0 = 0$ kg/ha; $G_1 = 1290$ kg/ha e $G_2 = 2580$ kg/ha. A dose de 2580 kg/ha foi determinada a partir da quantidade de Ca existente na dose recomendada de 1500 kg/ha do calcário, e a dose de 1290 kg/ha de gesso representa metade da dose de 2580 kg/ha de gesso agrícola.

Tabela 1: Características físicas e químicas de amostras a três profundidades do LRd, da Fazenda Experimental de *São* Sebastião do Paraíso - MG, realizada em 1978.

Características	Profundidades (cm)		
	0 - 20	20 - 40	40 - 60
$Ca^{+2} + Mg^{+2}$ (mmol _c / dm ³) ^a	12,2	8,0	6,0
Al^{+3} (mmol _c / dm ³) ^a	2,0	1,0	1,0
K^+ (mg / kg) ^b	53,0	42,0	22,0
pH · H ₂ O	5,2	4,8	4,7
Argila (g / kg) ^c	524,0	524,0	564,0
Silte (g / kg) ^c	120,0	80,0	80,0
Areias (g / kg) ^c	356,0	396,0	356,0

a/ Extrator KCl IN; b/ Extrator Mehlich-1; c/ Método da pipeta.

A aplicação do calcário magnesiano e do gesso agrícola nos respectivos tratamentos foi feita em janeiro de 1978, antes do plantio em área total, em duas etapas, sendo metade antes da aração e a outra metade antes da gradagem. Após cinco anos (1983), os tratamentos foram reaplicados em 50% das quantidades de calcário e de gesso aplicadas antes do plantio.

As adubações fornecidas nas covas de plantio foram de forma comum a todos os tratamentos, correspondendo a 10 litros de esterco de bovinos; 29,5g de P tendo como fonte o superfosfato triplo e em cobertura, 15g de N tendo como fonte a uréia e 12,5g de K tendo como fonte o cloreto de potássio.

Anualmente foram feitas as adubações de cobertura, correspondentes a 30g de **N** e 24,9g de **K** no primeiro ano após o plantio; 60g de **N** e 49,8g de **K** no segundo ano; no terceiro ano após o plantio, aplicou-se 100g de **N**; 7,9g de **P** e 83g de **K** e nos anos posteriores, do quarto ao nono ano aplicou-se 120g de **N**; 21,85g de **P** e 149,4g de **K**, sendo que todas as aplicações de **N** e **K** foram divididas em quatro parcelamentos. Sempre foi utilizado como fontes de nutrientes os adubos: uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Durante todo o período, o experimento recebeu via foliar, aplicações de ácido bórico (0,3%) e sulfato de zinco (0,6%), além dos controles fitossanitários e tratos culturais necessários, iguais em todos os tratamentos,

Anualmente, em agosto, até o quinto ano de condução do experimento (1979 a 1983) foram feitas amostragens de solo por parcela na projeção da copa, a três profundidades (0 a 20; 20 a 40 e 40 a 60cm) e a partir do sexto ano (1984), acrescentou-se duas profundidades: 60 a 80 e 80 a 100cm, devido a ocorrência de lixiviação das bases para as camadas inferiores.

Realizou-se análises de variância e regressões para as variáveis dependentes: pH; **K**; **Ca**; **Mg**; **Al**; % de raízes; produção bienal dos anos 1980/1981, 1984/1985 e 1986/1987; produção anual de 1983 e 1989 e média de 8 colheitas. A falta das produções dos anos de 1982 e 1988, é justificada devido a ocorrência de uma geada no inverno de 1981 e ausência total de produção no ano de 1988.

Além das regressões efetuadas, foram feitos também testes de média utilizando-se Tukey a nível de 5% de probabilidade para as características químicas do solo dentro de cada ano e entre anos até 1987. Estas análises foram feitas trabalhando com três profundidades (0 a 20; 20 a 40; 40 a 60cm) e comparou os resultados obtidos entre os anos de 1979 a 1987. Nos anos de 1984 a 1987 acrescentou-se mais duas profundidades (60 a 80 e 80 a 100cm) e também comparou os resultados entre as épocas estudadas.

Os teores de **Ca+Mg** estão somados na análise de solo nos dois primeiros anos de condução do experimento (1979 e 1980) e a partir do terceiro ano, estão representados separadamente (1981 a 1987).

Para facilitar a compreensão dos resultados, serão discutidos no presente estudo, somente os dados referentes aos anos de 1980, 1983, 1984 e 1987 para as características químicas do solo. Quanto as produções, serão discutidos os resultados referentes dos

biênios de 1980/1981, 1984/1985 e 1986/1987, produções dos anos de 1983 e 1989 e a média das oito colheitas, além da distribuição do sistema radicular por camada de 20cm de solo até dois metros de profundidade, que foi avaliada em agosto de 1994.

3.3 Quantificação dos padmetros

As amostras coletadas foram secas ao ar e passadas em peneira de 2mm, para determinação de Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1N e determinados por titulometria (Vettori, 1969); pH em água por potenciometria e teores de potássio extraídos pelo Mehlich-1 e determinados por fotometria de chama (Vettori, 1969). A determinação das classes texturais, das amostras, foi feita pelo método da pipeta, segundo Vettori (1969).

As produções foram determinadas em sacas de café beneficiado de 60kg/ha.

As avaliações referentes ao desenvolvimento do sistema radicular, foram efetuadas somente em agosto de 1994, uma vez que durante a condução do experimento, as metodologias existentes eram extremamente trabalhosas, pouco precisas e não muito adequadas para culturas perenes como o cafeeiro. Portanto, optou-se pelo uso desta nova metodologia desenvolvida por Crestana et al. (1994) que propõe avaliar a porcentagem de raízes presentes em um perfil de solo de uma trincheira, substituindo a quantificação visual, feita através de quadros reticulados. Cabe informar que, mesmo após o encerramento do ensaio, os tratamentos permaneceram inalterados.

No presente trabalho, para a utilização deste novo método, foram feitas 36 trincheiras (uma em cada parcela) com retroescavadeira, de 3,0m de largura x 2,2m de profundidade x 3,0m de comprimento, ficando esta sempre centralizada e afastada cerca de 20cm do tronco do pé de café. Após a abertura das trincheiras foi feito o preparo adequado de cada perfil de modo a transformá-lo o mais próximo possível de um plano vertical representativo da parcela. Em seguida utilizou-se um rolo escarificador para proporcionar uma melhor exposição das raízes. Após o preparo do perfil, foi fixado um quadro de madeira composto de 16 quadrantes de 50cm de largura x 50cm de altura para obter a filmagem de cada um destes, sendo assim nomeados: A₁ ; A₂ ; B₁ ; B₂ representando a camada de solo de 0 a 50cm, com largura de 2m. A₃ ; A₄ ; B₃ ; B₄ representando a camada de solo de 50 a 100cm, com mesma largura. A₅ ; A₆ ; B₅ ; B₆ representando a camada de

solo de 100 a 150cm, com a mesma largura e **A7** ; **A8** ; **B7** ; **B8** representando a camada de solo de 150 a 200cm, também com a mesma largura; conforme apresentado na FIGURA 1

As filmagens foram realizadas a 1,80m de distância da parede da trincheira, utilizando sempre a filmadora perpendicular ao quadrante que estava sendo filmado e melhor enquadramento possível. Uma vez obtidas as imagens, estas foram digitalizadas através de uma placa digitalizadora ligada a um computador com dimensão da imagem igual a 512 x 512 pixels" e 256 tons de cinza. Para o cálculo da porcentagem de raízes por camada de 20cm de solo, foi utilizado o sistema SIARCS (Sistema Integrado para Análises de Raízes e Cobertura do Solo), desenvolvido em linguagem C***, que utiliza a técnica

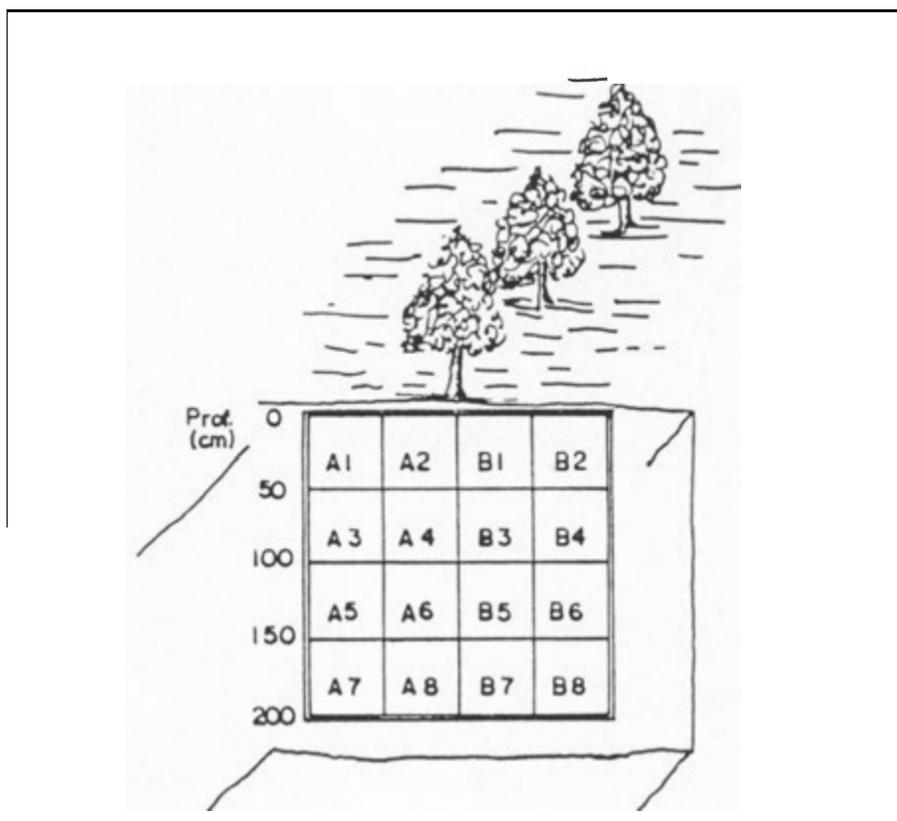


FIGURA 1 .Esquema demonstrando a posição dos quadrantes para padronização da filmagem para determinação da % de raízes.

(*) - Pixel: medida de **uma** unidade que representa um ponto de uma **imagem** na tela de um computador.

(**) - Linguagem C++ : linguagem de programação **usada** para desenvolvimento de programas.

tradicional de varreduras e retinas básicas de computação gráfica para manipulação de imagens. Uma vez digitalizadas as imagens, estas foram visualizadas na tela de um computador **486** com monitor Super VGA, em uma escala de níveis de cinza, sendo demarcadas com o “mouse”, as áreas a serem estudadas. Na análise, fez-se a quantificação de raízes através da separação dos níveis de cinza de cada pixel que variava de 0 a **255** na matriz-imagem, recorrendo-se a um filtro do tipo “Threshold” (“limiar”), implementado no SIARCS. O filtro “Threshold” separa os tons de cinza previamente selecionados na imagem, resultando numa imagem binária (Gonzalez e Wintz, 1987 e Jain, 1989).

Posteriormente a imagem original foi dividida, na tela, em áreas mínimas de tal forma que se assemelhou ao sistema reticulado original. Para isso foram introduzidas as dimensões reais da imagem (50 x 50cm) e o tamanho da área mínima desejada (3 x 3cm²). Selecionou-se, também, o valor (1%), de presença de raízes por área mínima que se desejou detectar, eliminando assim alguns pontos que não são raízes, porém apresentavam o mesmo ton de cinza. Em seguida, fez-se a varredura na imagem, onde marcou-se as áreas mínimas cujo valor estabelecido foi detectado. Na tela, as áreas mínimas marcadas foram identificadas com outra cor ressaltando-se as regiões com raízes.

A apresentação dos resultados das análises foi feita através de um arquivo tipo texto, permitindo calcular a porcentagem de raízes por camada de 20cm de solo, para compor o perfil como um todo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características químicas do solo:

Os resultados das características químicas das amostras de solos estão representadas nas FIGURAS numeradas de 2 a 13. Nas TABELAS numeradas de 1A a 6A estão apresentadas as análises de variância, a partir das quais determinou-se as regressões a serem efetuadas com base no grau de significância encontrado, estando as equações apresentadas nas TABELAS 21A a 26A. Os testes de médias realizados, estão apresentados nas TABELAS 9A a 20A, mostrando as variações anuais e entre anos, dos diferentes tratamentos e profundidades.

Para facilitar a compreensão dos resultados, serão discutidos no presente trabalho, as características químicas referentes somente aos anos de 1980, 1983, 1984 e 1987.

4.1.1 pH em H₂O

As amostragens até 1983 foram feitas em três profundidades e assim, ao se comparar o efeito dos tratamentos em profundidade sobre os valores de pH ao longo dos *anos*, observa-se que estes se reduziram de forma significativa (TABELA 9A). Neste mesmo ano *os* tratamentos foram reaplicados na metade das doses e a partir de 1984 acrescentou-se mais duas profundidades de amostragens. Nas avaliações realizadas no período de 1984 a 1987 não foi observado qualquer efeito dos tratamentos, mostrando que não se justifica a aplicação de doses inferiores aquelas estabelecidas anteriormente (TABELA 15A).

Os resultados de pH em água das amostras de solo estão apresentados nas FIGURAS 2 e 3. A FIGURA 2 compara os valores de pH em três profundidades. Observa-se que em 1980 com o aumento das doses de calcário a tendência foi de acréscimo aos valores de pH nas camadas superficiais e quando associadas as doses de gesso, o acréscimo foi também nas camadas

pH - H₂O

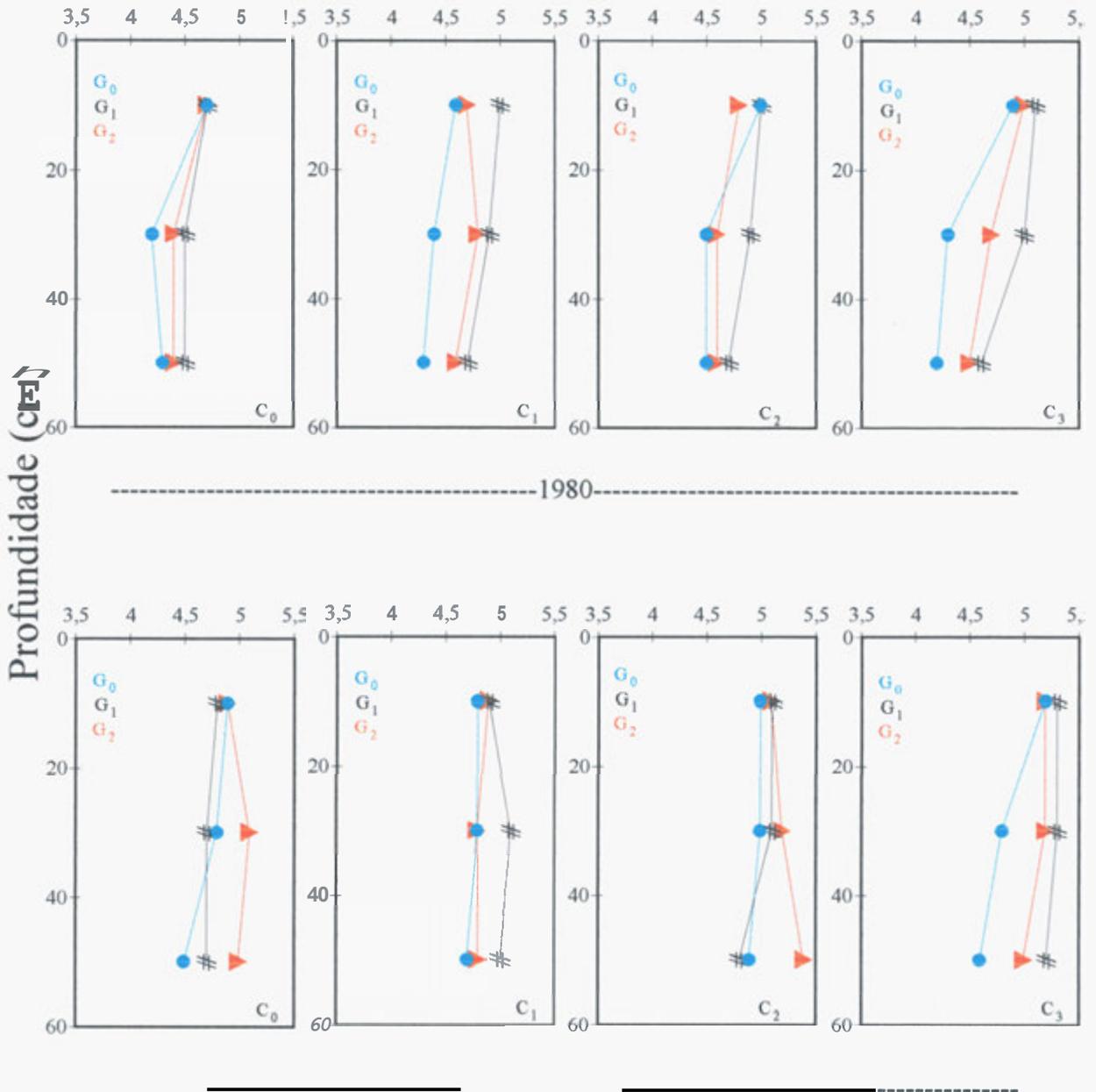


Figura 2: Valores de pH em água em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragens (1980 e 1983).

pH - H₂O

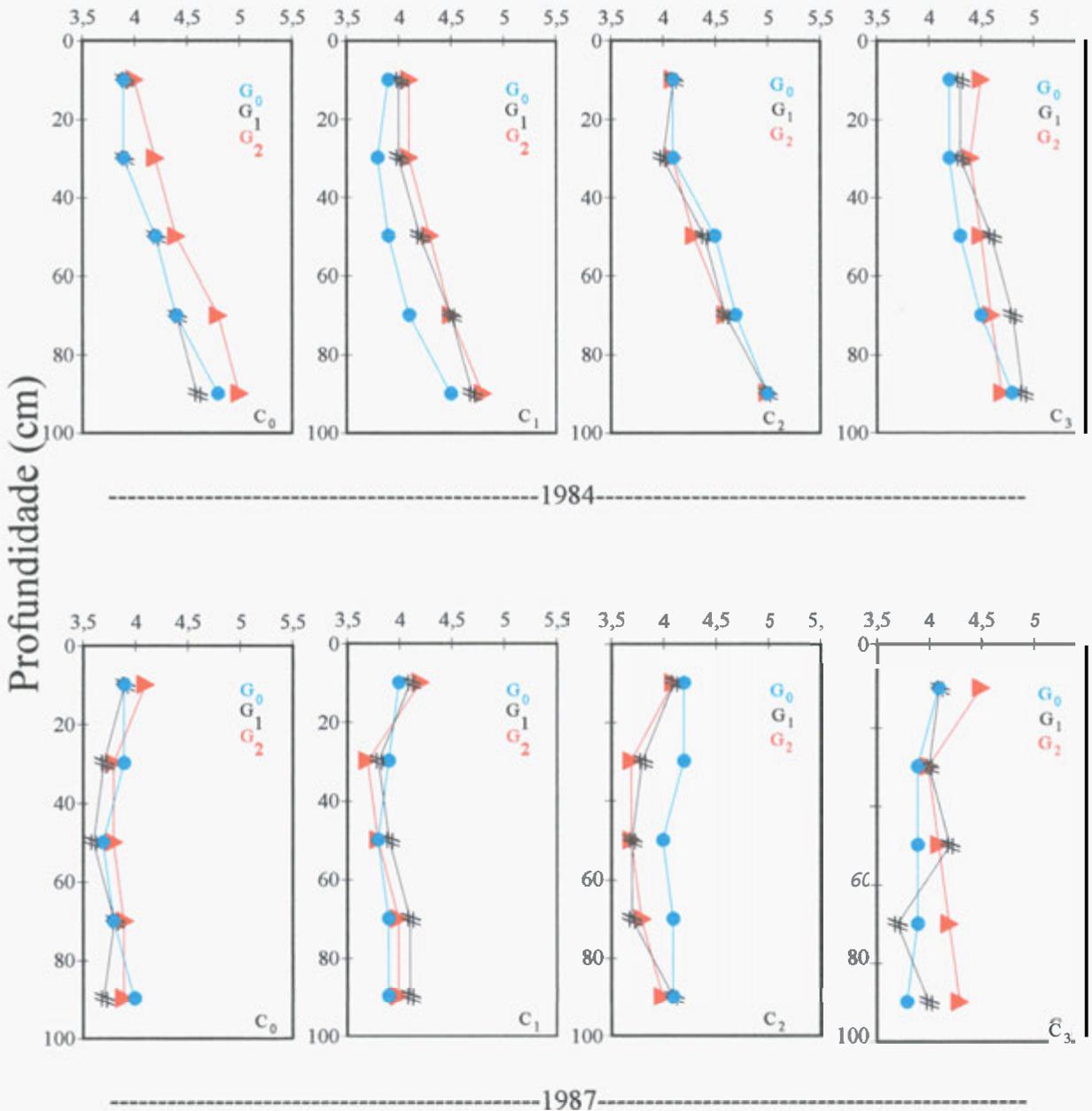


Figura 3: Valores de pH em água em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragens (1984 e 1987).

inferiores. Este efeito dos tratamentos foi notado principalmente na combinação C_3G_1 . Observa-se também em 1983, que a dose G_2 (2580 kg/ha), foi a que propiciou os maiores valores de pH, principalmente em profundidade, dentro das combinações C_0 e C_2 . Estes acréscimos positivos nos valores de pH, em função das doses de gesso interagindo com as profundidades, são de pequena magnitude, podendo ser devido a lixiviação de cátions para as camadas inferiores, ou devido a troca de íon OK pelo sulfato. Fato explicado por Reeve e Summer (1972), através da liberação de OK provocada pela absorção de SO_4^{-2} em solos com elevados teores de óxidos de ferro e alumínio, indicando maior concentração de OK no meio, em relação ao íon H^+ . Estes resultados diferem dos obtidos nos tratamentos em que estavam presentes as combinações C_1G_2 e C_3G_2 , ocorrendo pequena redução nos valores de pH. Estas reduções dos valores de pH, em resposta a maior dose de gesso associada com as doses de calcário em profundidade, pode ser devido a lixiviação de cátions pela adição do íon SO_4^{-2} presente no gesso. Resultados semelhantes foram obtidos por Black e Cameron (1984). Porém Pavan, Bingham e Pratt (1984) explicaram essa diminuição como sendo consequência do efeito salino ou da concentração elevada de Al^{+3} cuja polimerização libera íons H^+ .

De 1984 a 1987 os valores de pH foram analisados até um metro de profundidade, (FIGURA 3). Observa-se que em 1984, permaneceu a mesma tendência apresentada no ano anterior, onde na ausência de calagem ocorreu aumento nos valores de pH, na dose máxima de gesso (2580 kg/ha), até a última camada amostrada. Com a associação de doses de calcário/gesso, praticamente não houve diferença entre os tratamentos nas camadas inferiores, e nas superiores, a melhor combinação foi para o tratamento C_3G_2 . Fato observado também para o ano de 1987.

De maneira geral, esses resultados mostraram que os acréscimos nos valores de pH foram praticamente devido ao efeito das maiores doses de calcário através da liberação de OH^- alcalinizando o meio ácido, principalmente nas camadas superficiais, em consequência da limitada solubilidade do corretivo. Para as camadas inferiores, houve também o efeito do gesso, propiciando pequenos aumentos nas unidades de pH. Estes resultados são consistentes com os publicados por Chaves, Pavan e Miyazawa (1988), Corrêa (1992) e Bolivar (1993).

4.1.2 Teores de potássio disponíveis no solo

Os teores de potássio variaram significativamente em função das doses de gesso e de calcário nas diferentes épocas e profundidades (**TABELA 4A**). Ao se comparar os efeitos dos tratamentos em três profundidades sobre os teores de potássio ao longo dos anos, verifica-se que os mesmos foram baixos sem diferença entre eles até 1983. A partir de 1984 os teores de potássio foram maiores nas três primeiras profundidades devido as maiores quantidades aplicadas e sempre parceladas. Foi também observada a lixiviação deste nutriente independente dos tratamentos aplicados (**TABELAS 10A e 16A**).

Os resultados referentes ao potássio estão apresentados nas FIGURAS 4 e 5, que ilustram a associação dos tratamentos em várias profundidades de amostragem. Observa-se nestas figuras, que os maiores teores de potássio foram encontrados nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade, independentemente dos tratamentos aplicados, podendo ser devido as adubações de manutenção sempre divididas em quatro parcelamentos, sendo esse efeito mais pronunciado a partir do ano de 1984. Resultados semelhantes foram observados por Corrêa (1992), porém contrários aqueles obtidos por Chaves, Pavan e Igue (1984), que encontraram uma diminuição nos teores de potássio com a adição de calcário dolomítico, principalmente nos horizontes superficiais do solo

Estudando somente o efeito da calagem, observa-se na FIGURA 4, no ano de 1980, que os teores de potássio diminuíram ligeiramente na camada de 40 a 60 cm de profundidade, em decorrência do aumento das doses de calcário, independente das doses de gesso. Este fato pode ter ocorrido devido ao efeito do cálcio que, em função da sua maior concentração, competiu com o potássio pelos pontos de troca, sendo este perdido por lixiviação para camadas mais profundas; estando de acordo com os resultados encontrados por Adams e Pearson (1967), que observaram uma diminuição nos teores de potássio no solo com o aumento das doses de calcário.

A partir de 1984, os teores de potássio no solo, foram amostrados até um metro de profundidade e a FIGURA 5 mostra os resultados deste ano e de 1987. Observa-se uma tendência de que as maiores doses de gesso, isoladas ou em associação com a calagem, promoveram a lixiviação do nutriente em profundidade, principalmente em 1987. Resultados semelhantes foram citados por Rosolem e Machado (1984) e Dal E Ó et al. (1986a). Portanto, se a adubação de

K - mmolc/dm³

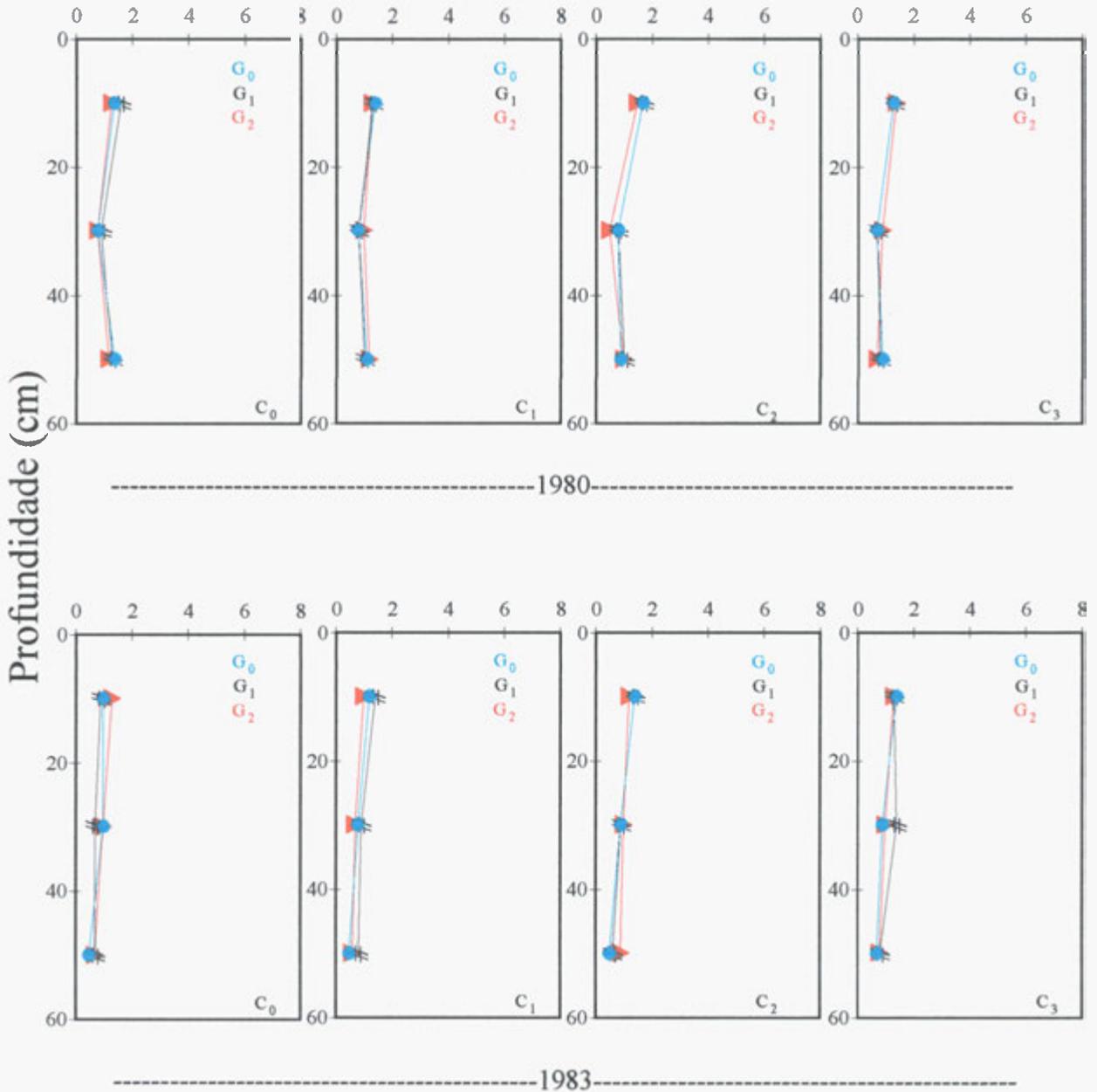


Figura 4: Teores de K disponíveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de mostragens (1980 e 1983).

K - mmol_c/dm³

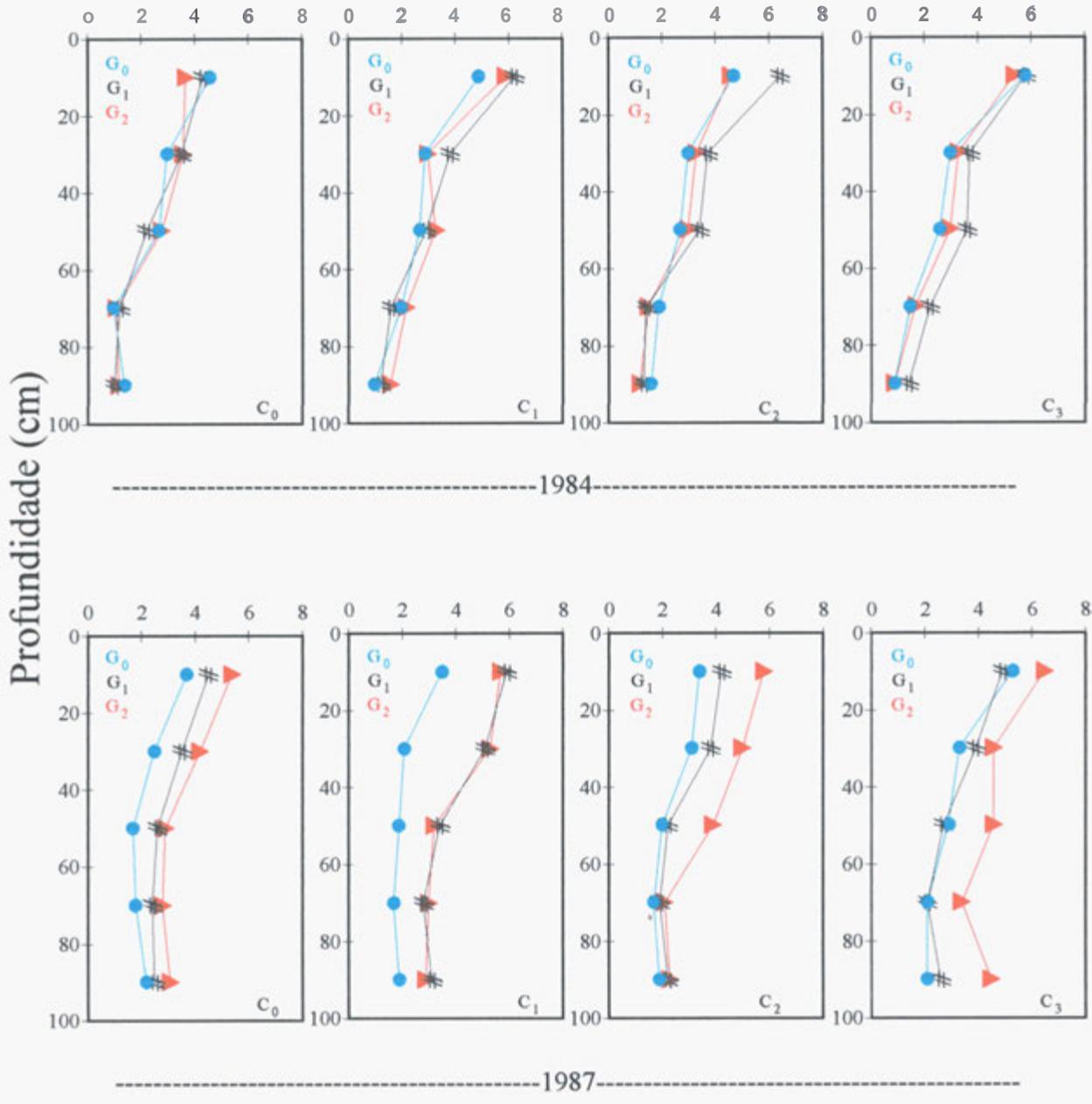


Figura 5: Teores de K disponíveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragem (1984 e 1987).

potássio for em doses adequadas, a calagem em doses moderadas, pode minimizar a lixiviação para maiores profundidades.

4.1.3 Teores de Ca + Mg trocáveis no solo

Os teores de Ca+Mg variaram significativamente em função das doses de gesso e calcário nas diferentes épocas e profundidades (TABELA 4A). Ao se comparar os efeitos destes tratamentos sobre os teores de Ca+Mg ao longo dos anos, em três profundidades, observa-se que os mesmos reduziram-se até 1983 de forma significativa e que os efeitos da reaplicação de 50% das doses foram insignificantes (TABELA 11A). Ao se comparar o efeito dos tratamentos entre 1984 a 1987 avaliados em cinco profundidades (TABELA 17A), observa-se diferenças significativas á maiores profundidades de 1984 em relação a 1987 e observa-se também nas camadas superficiais, aumento nos teores quando se utiliza o gesso, principalmente no ano de 1987.

Os teores de Ca+Mg estão apresentados nas FIGURAS 6 e 7, que ilustram a associação dos tratamentos em várias profundidades. Observa-se nestas figuras que os teores de Ca+Mg são maiores na camada superficial para todos os tratamentos no ano de 1980, principalmente na dose G₁ (1290 kg/ha) quando associada as demais doses de calcário. Observa-se também neste ano, que com o acréscimo das doses de calcário, dentro da dose G₀ de gesso, aumento nos teores de Ca+Mg em praticamente 6 mmol/dm³. De acordo com Munson (1972), o calcário é utilizado também como fonte de Ca+Mg e os resultados estão coerentes com aqueles publicados por Vasconcelos, Santos e França (1982) e Chaves, Pavan e Igue (1984). No entanto, no ano de 1983, houve uma tendência dos maiores teores de Ca+Mg se concentrarem nas camadas intermediárias, principalmente quando as doses de calcário estavam associadas as doses de gesso. Isto ocorreu provavelmente devido ao efeito do gesso no carregamento de cátions em profundidade através do ion SO₄⁻². Também praticamente não se observa efeito residual dos tratamentos que foram aplicados em 1978, principalmente do calcário, justificando a reaplicação dos tratamentos.

A FIGURA 7 mostra os teores de Ca+Mg analisados até um metro de profundidade, para os anos de 1984 e 1987. Observa-se que com a associação de calcário/gesso, os teores de Ca+Mg concentraram-se na camada de 40 a 80cm no ano de 1984 e no ano de 1987, eles aumentaram na camada superior e também na camada de 80 a 100cm de profundidade. Como o

Ca+Mg - mmol_c/dm³

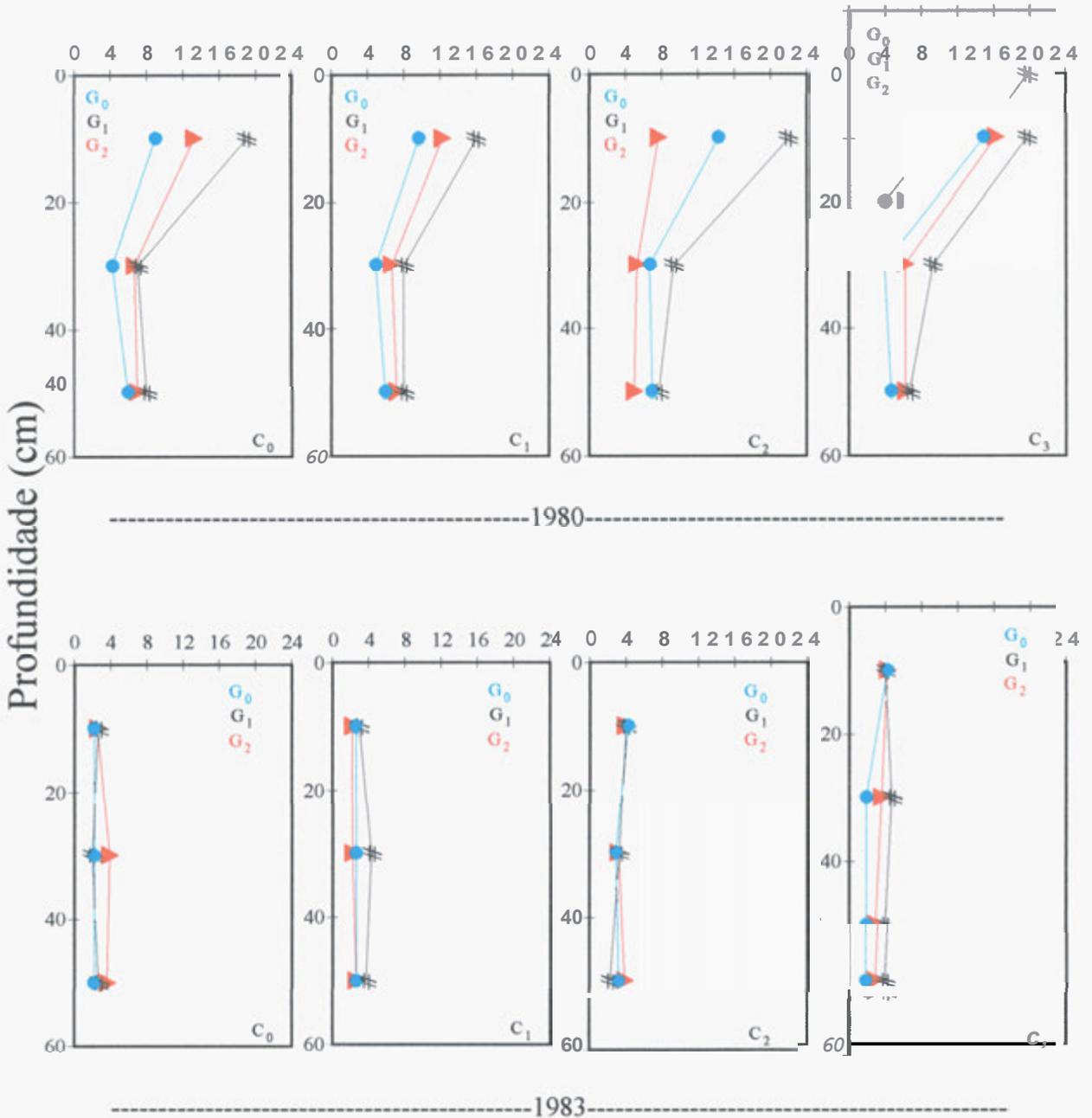


Figura 6: Teores de Ca+Mg trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragens (1980 e 1983).

Ca+Mg - mmol_c/dm³

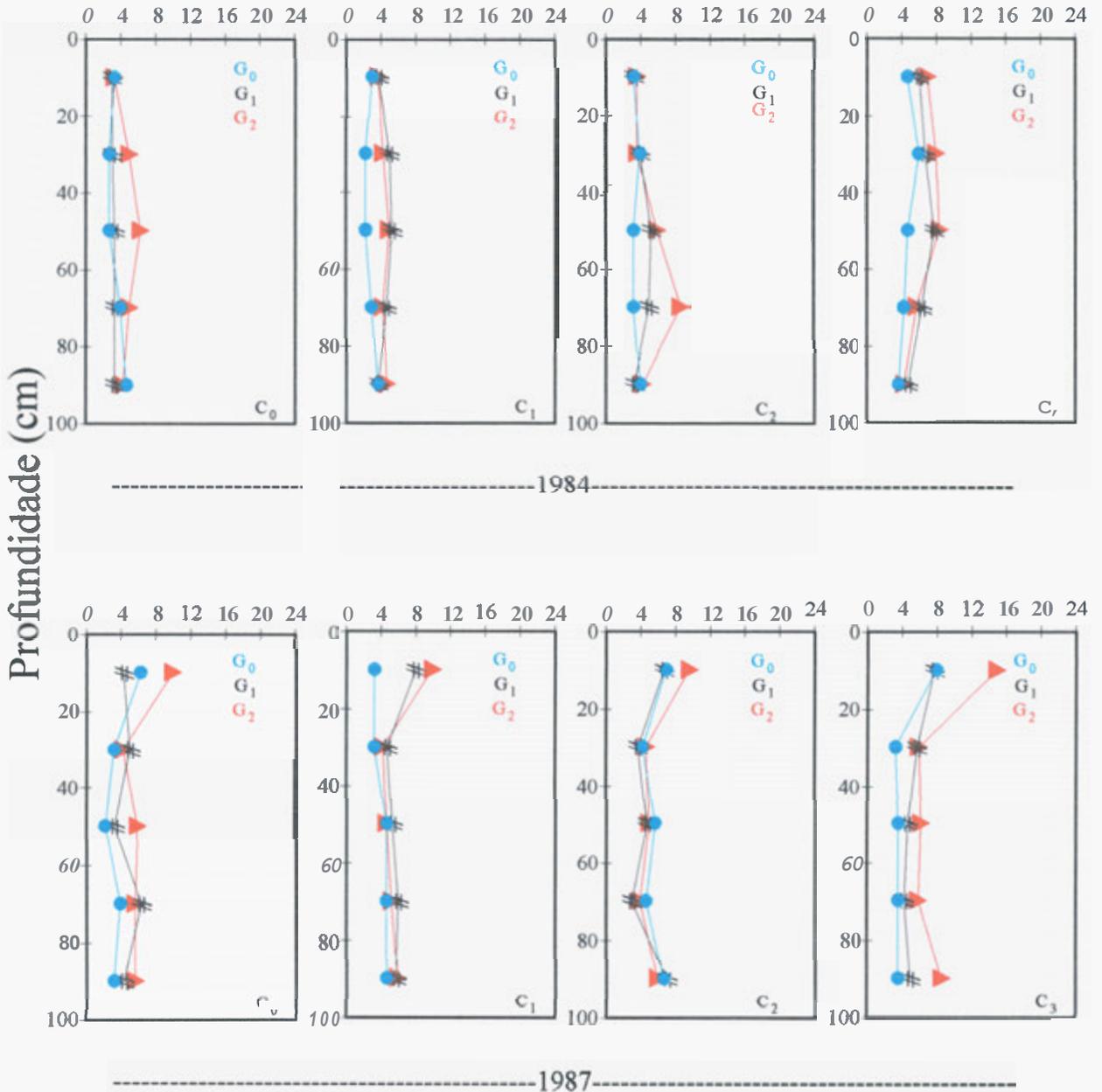


Figura 7: Teores de Ca+Mg trocáveis no solo em ζ & de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragens (1984 e 1987).

movimento de um cátion no solo depende de um ânion “carregador”, o aumento de Ca+Mg trocáveis no perfil do **solo** esteve, provavelmente, associado com o sulfato presente no gesso; contribuindo assim, para a ocorrência do fenômeno de formação de complexos iônicos solúveis neutros, como CaSO_4^0 e MgSO_4^0 , móveis em **solos** com excesso de cargas negativas (Ritchey et al. 1980). Estes resultados mostraram que a associação do calcário com o gesso possibilitou uma melhor redistribuição das bases em profundidade, sendo que o efeito do gesso se pronunciou melhor nas camadas inferiores e o calcário nas superiores. Os resultados estão coerentes com aqueles publicados por Ritchey et al. (1980) e Salata, Santos e Demattê (1994).

4.1.4 Teores de alumínio trocáveis no solo

Os teores de Al variaram ao longo dos anos de forma significativa em função das doses de calcário (TABELA 4A). Ao se comparar os efeitos dos tratamentos em três profundidades sobre os teores de Al ao longo dos anos, observa-se que estes aumentaram até 1983 e observa-se também, a partir de 1984 (TABELAS 12A e 18A), que a reaplicação dos tratamentos pouco influenciou na redução dos teores de Al.

Os teores médios de Al em função dos tratamentos, nas várias profundidades de amostragem, estão apresentados nas FIGURAS 8 e 9.

Observa-se nestas figuras que, de maneira geral, os teores de Al aumentaram com o passar dos anos, de onde se infere uma acidificação do solo em decorrência do uso de fertilizantes nitrogenados como também uma diminuição do efeito residual dos tratamentos. Observa-se ainda nestas figuras que, independente dos tratamentos e das épocas de estudo, os maiores teores de Al estão na camada de solo 0 a 20 cm; diminuindo a medida que aumenta a profundidade de amostragem, uma vez que o substrato estudado é um Latossolo Roxo distrófico, solo este, rico em gibbsita (óxido hidratado de alumínio) no horizonte Bw. Como este mineral requer a presença de alumínio na sua estrutura, era de se esperar teores baixos de alumínio na subsuperfície (Curi e Franzmeier, 1984) e teores mais elevados na camada superficial, devido principalmente a aplicação de adubos nitrogenados, tomando o ambiente mais ácido, favorecendo assim a presença do alumínio nesta camada do solo.

Al - mmol_c/dm³

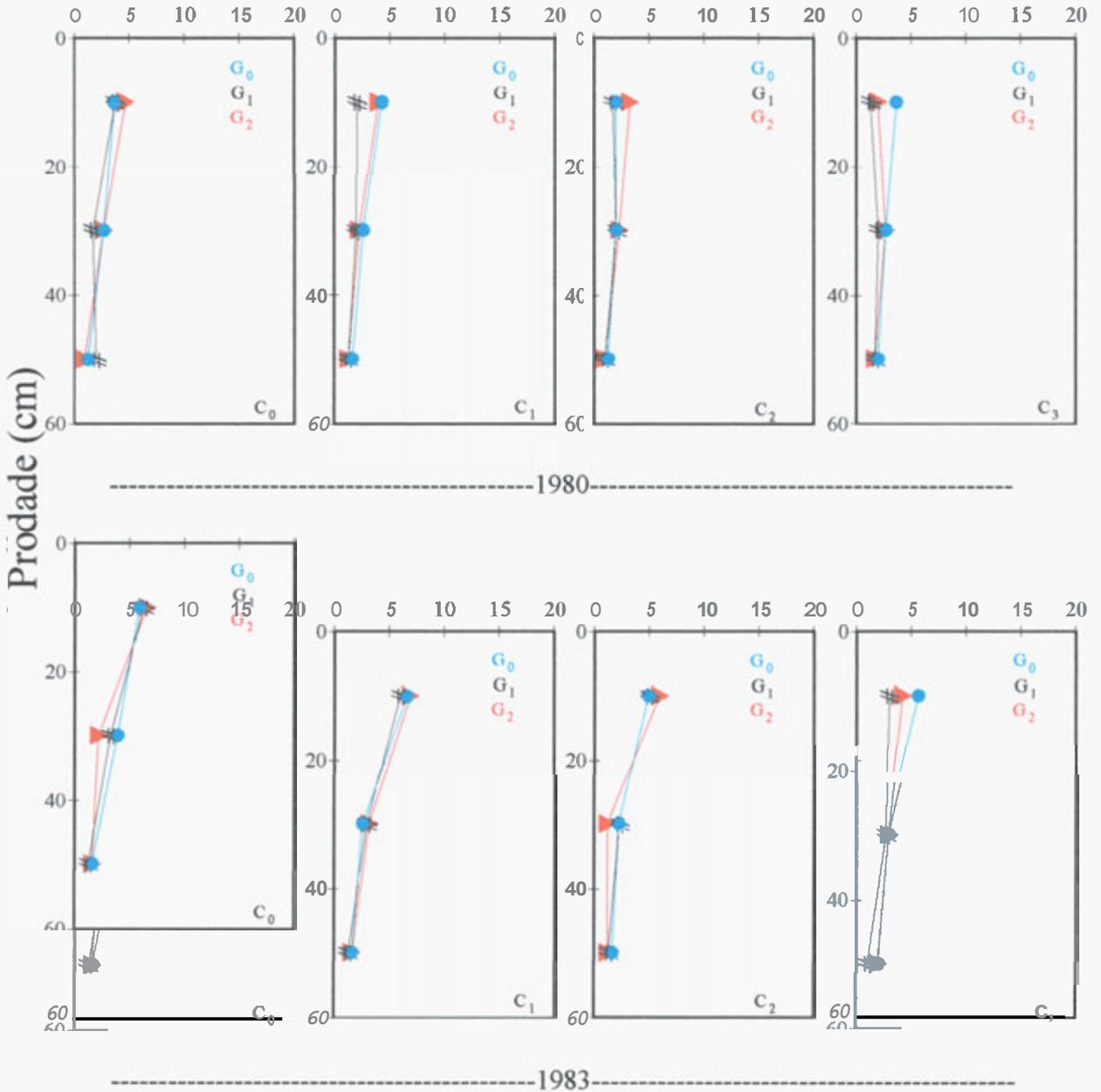


Figura 8: Teores de Al trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e em duas épocas de amostragens (1980 e 1983).

Al - $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$

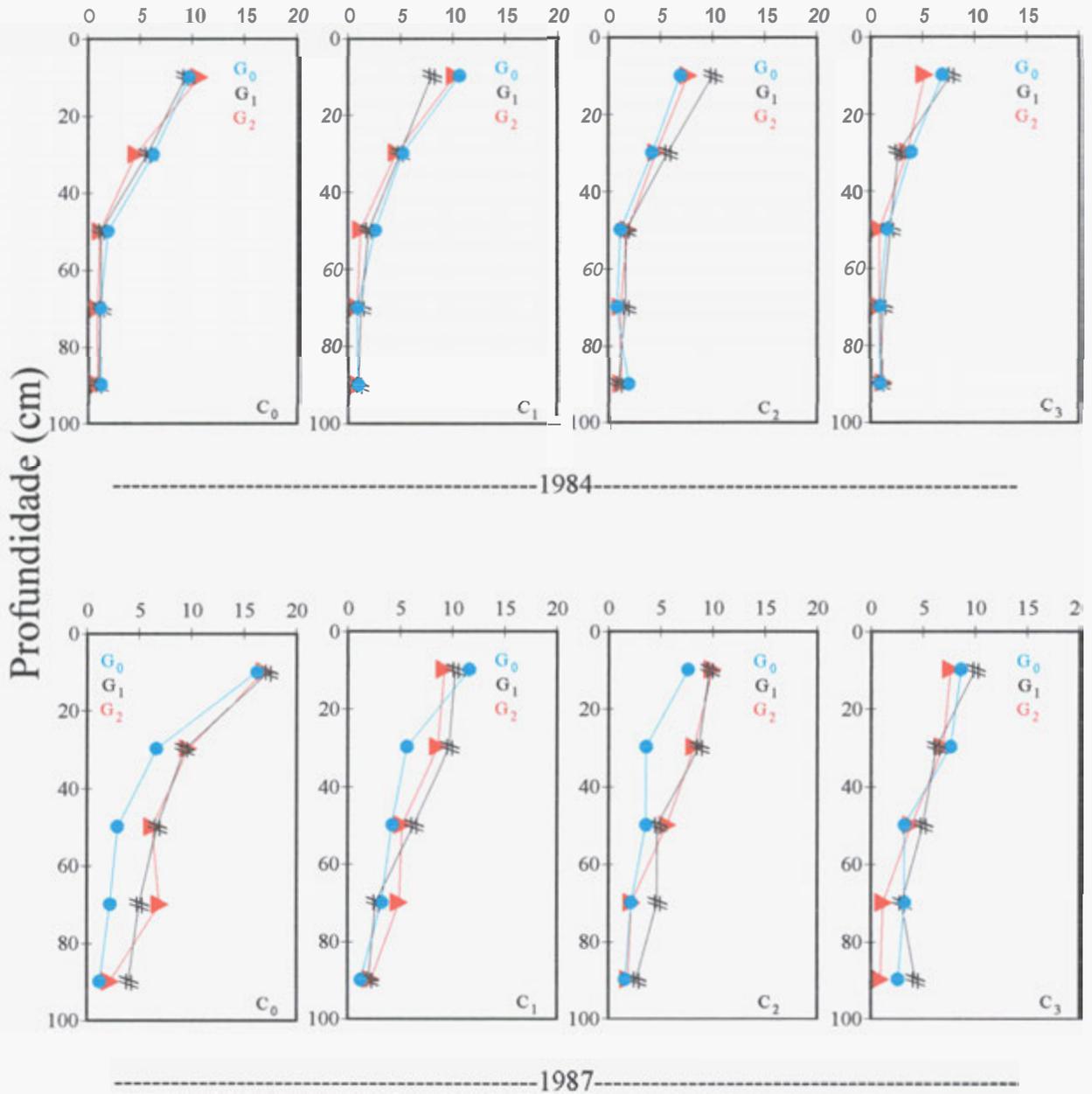


Figura 9: Teores de Al trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragens (1984 e 1987).

Observa-se ainda pela FIGURA 8, que a associação de doses de calcário/gesso, atuou no sentido de diminuir *os* teores de Al nos anos de 1980 e 1983 na camada de 0 a 20cm, principalmente para a combinação C₃G₁.

Em face, da limitada solubilidade do carbonato de cálcio e magnésio, os resultados mostram acréscimos nos valores de pH (FIGURA 2) e teores de Ca+Mg (FIGURA 6) e uma diminuição nos teores de alumínio trocáveis nas camadas superiores do solo, com o aumento das doses de calcário. Resultados estão consistentes com *os* publicados por Chaves, Pavan e Igue (1984) e Viana, Mata e Fioravante (1990).

Pela FIGURA 9 observa-se que *os* teores de Al aumentaram com o passar dos anos até a camada de 40cm de profundidade, mostrando que praticamente não houve diferença entre *os* tratamentos associados. No ano de 1987, com o acréscimo das doses de calcário, houve uma pequena redução *nos* teores de alumínio. Esses resultados ilustram que praticamente, não houve efeito das doses de gesso em relação aos teores de Al, mesmo interagindo com cada dose de calcário. Porém muitos autores tem constatado decréscimo de alumínio trocável pela aplicação de doses de gesso (Reeve e Summer, 1972; Ritchey et al. 1980 e Pavan, Bingham e Pratt, 1984). A diminuição ocorre porque *o* sulfato de cálcio induz a polimerização do alumínio através da hidrólise, em decorrência de sua substituição pelo (Ca⁺²) nos sítios de absorção eletrostática. Além da redução quantitativa, o gesso pode minimizar *os* efeitos tóxicos do Al⁺³, reduzindo a sua atividade na solução do solo, devido á combinação com as oxidrilas liberadas a partir da absorção específica do sulfato ou da associação com o próprio ion sulfato na forma AlSO₄⁻ (Rajj, 1988).

4.1.5 Teores de cálcio trocáveis no solo

Os teores de Ca variaram significativamente em função das doses de gesso e calcário nas diferentes épocas e profundidades no período de 1984 a 1987 (TABELA 5A). Ao se comparar *os* efeitos dos tratamentos em três profundidades sobre *os* teores de Ca ao longo dos anos, observa-se que *os* mesmos reduziram-se, de forma significativa, até 1983; e, que a reaplicação de 50% das doses dos tratamentos após este período foi pouco efetiva (TABELA 13A). Ao se comparar o efeito dos tratamentos em cinco profundidades entre 1984 a 1987 (TABELA 19A), observa-se que houve diferença tanto para as camadas superiores como inferiores, em função das doses de gesso e de calcário.

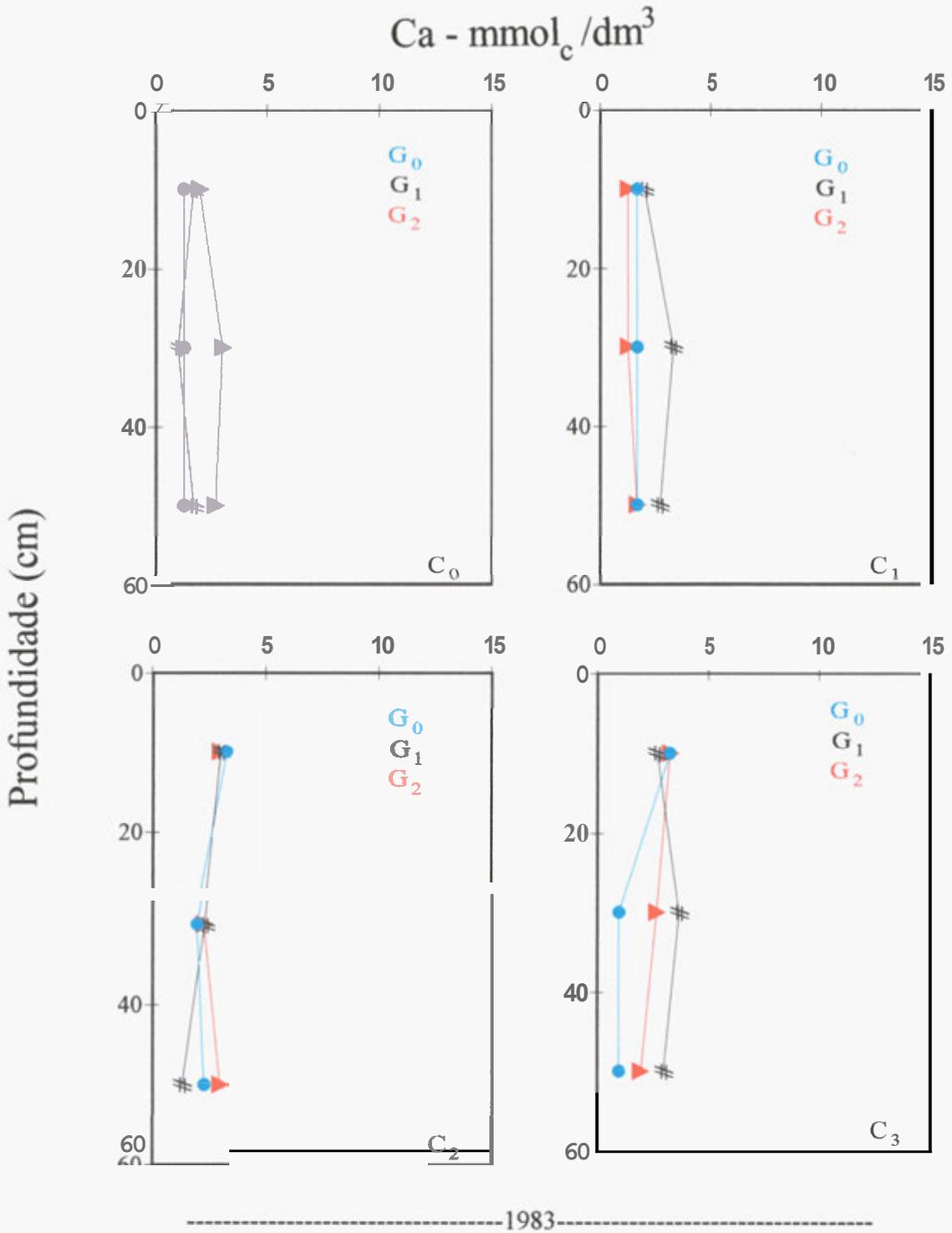


Figura 10 Teores de Ca trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades e na amostragem de 1983.

Ca - mmol_c /dm³

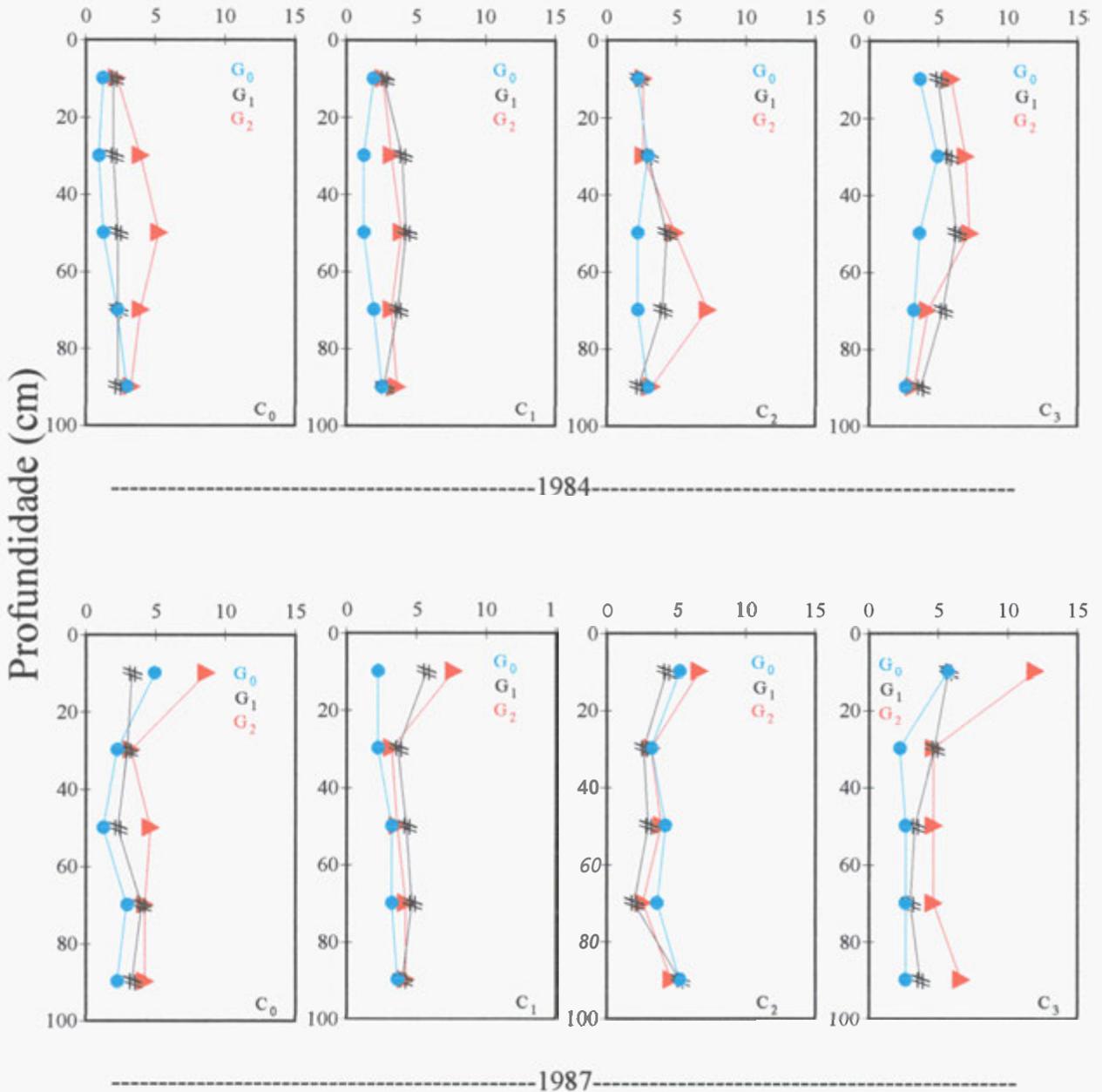


Figura 11: Teores de Ca trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragens (1984 e 1987).

Os teores de Ca em função das doses dos tratamentos, nas várias profundidades de amostragem, estão apresentados nas FIGURAS 10 e 11. Observa-se na FIGURA 10, maiores teores nas camadas inferiores, principalmente quando *os* tratamentos estão associados. Este fato deve ter ocorrido, devido a presença do gesso, que possui o íon SO_4^{-2} que é potencialmente móvel no solo, favorecendo assim o carreamento de cátions para as camadas da subsuperfície (Ritchey et al. 1980). Observa-se ainda nesta figura que, avaliando somente o efeito do calcário, *os* teores de cálcio aumentaram na camada superior com o acréscimo das doses do corretivo. Resultados semelhantes de aumento dos teores de cálcio na camada superior do solo em função da adição de calcário foram publicados por Chaves, Pavan e Igue (1984).

A partir de 1984, os teores de Ca foram analisados até um metro de profundidade, estando estes valores ilustrados na FIGURA 11. Observa-se que estando os tratamentos isolados ou associados, os maiores teores de Ca estão presentes nas camadas intermediárias no ano de 1984. Entretanto, no ano de 1987, nota-se que *os* valores voltam a aumentar na camada superficial e também na camada de 80 a 100cm de profundidade, principalmente para o tratamento C_3G_2 . Provavelmente o calcário atuou na superfície e o gesso em profundidade, pois a movimentação de cátions no solo se dá principalmente em formas solúveis, e é necessário que um ânion o acompanhe durante o percurso, a fim de que a eletroneutralidade do sistema seja mantida (Reeve e Summer, 1972). A lixiviação de cálcio através do aumento das doses de gesso, foi observado também por Ritchey et al. (1980) e Dal Bó (1986a).

Marques (1995) ao avaliar o estado nutricional das plantas deste mesmo experimento, observou que os teores foliares elevaram-se com a adição de calcário e gesso e que, independente de suas doses, estes reduziram-se a partir de 1983 a 1984, possivelmente devido a menor disponibilidade de Ca no solo em função de extrações sucessivas pelas colheitas.

4.1.6 Teores de magnésio trocáveis no solo

Os teores de Mg variaram significativamente em função das doses de calcário e com as diferentes épocas (TABELA SA). Ao se comparar *os* efeitos dos tratamentos em três profundidades sobre *os* teores de Mg, ao longo dos anos; observa-se que estes eram sempre baixos e com poucas diferenças entre eles. Não se observou maiores diferenças em profundidades

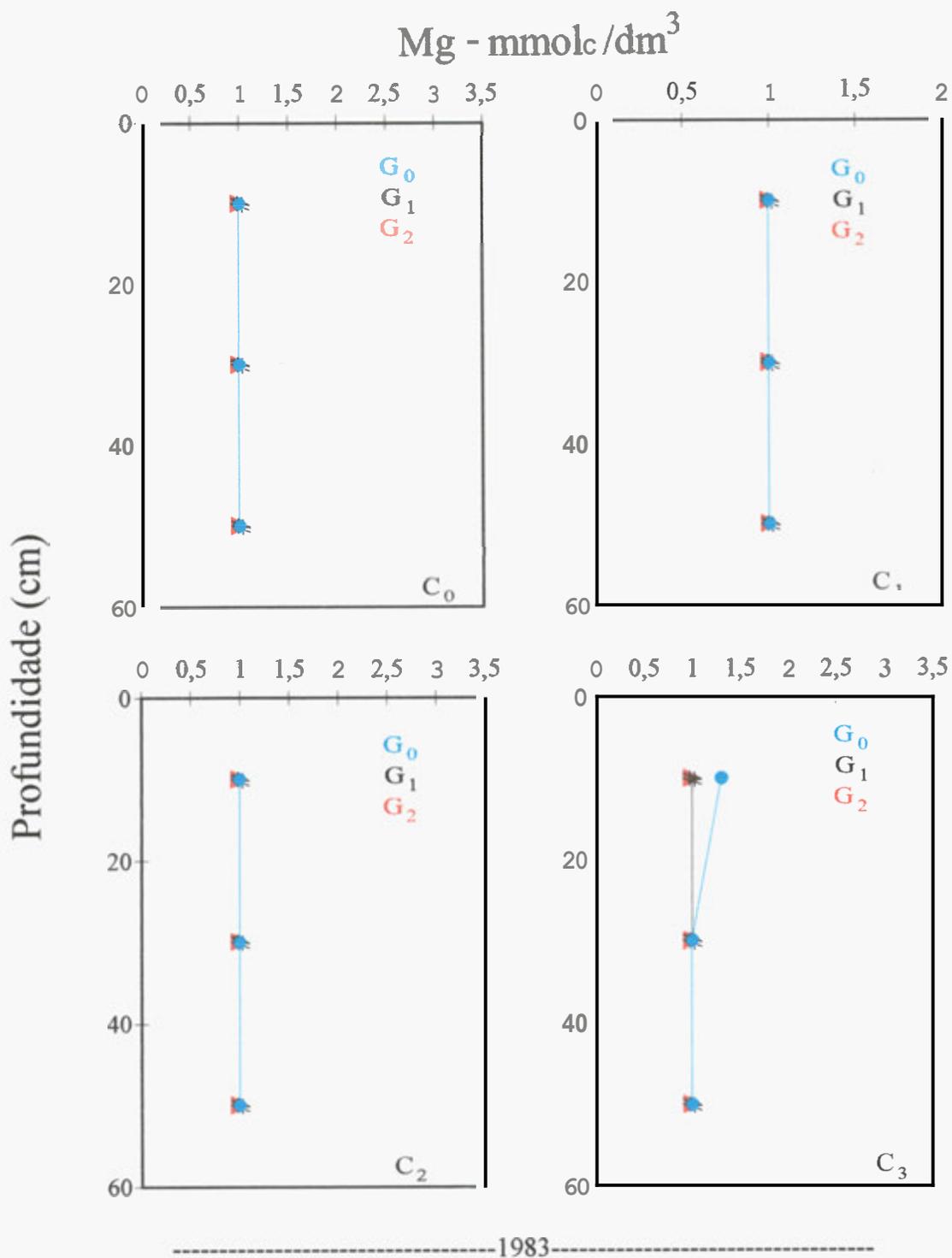


Figura 12: Teores de Mg trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em três profundidades na amostragem de 1983.

Mg - mmol_c/dm³

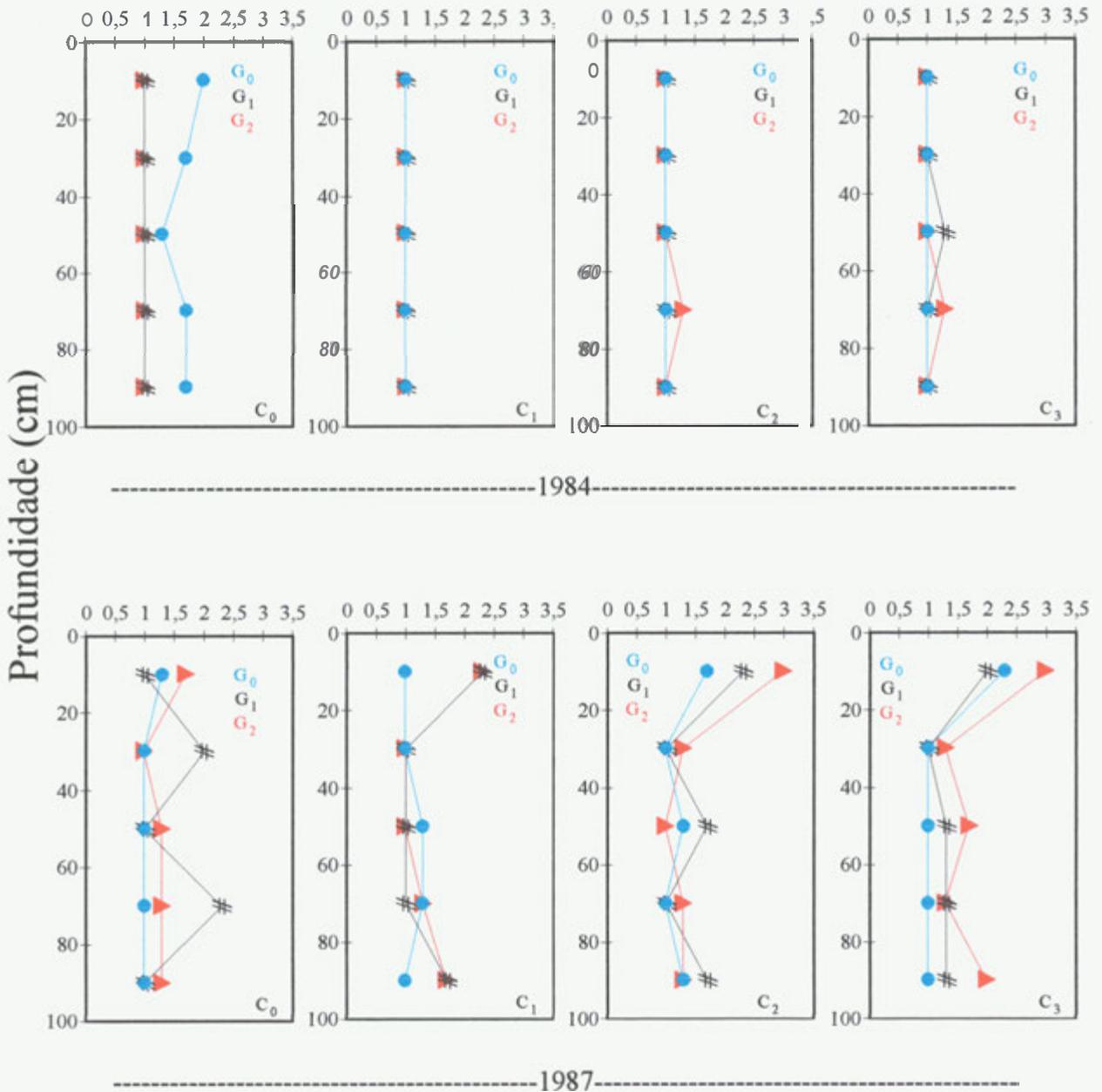


Figura 13: Teores de Mg trocáveis no solo em função de doses de calcário e gesso, em cinco profundidades e em duas épocas de amostragens (1984 e 1987).

e a reaplicação de 50% das doses de calcário foi insuficiente para promover quaisquer alterações (TABELAS 14A e 20A).

Os teores de Mg em função dos tratamentos, nas várias profundidades de amostragem, estão apresentados nas FIGURAS 12 e 13.

Observa-se pela FIGURA 12, que praticamente não houve diferença entre os tratamentos nas profundidades estudadas, a não ser um pequeno aumento nos teores de magnésio em função do acréscimo das doses de calcário. Estes efeitos insignificantes nos teores de magnésio, dos tratamentos que continham calcário, estão de acordo com os resultados publicados por Chaves, Pavan e Miyazawa (1988), porém não coerentes com aqueles citados por Chaves, Pavan e Igue (1984).

Em 1984, um ano após a reaplicação de 50% dos tratamentos, observa-se que praticamente os teores permaneceram inalterados (FIGURA 13). Porém, pode ser visto na mesma figura para o ano de 1987, acréscimos nos teores de magnésio na camada superficial e também nas inferiores com a associação das doses de calcário com as doses de gesso. É observado também que o calcário atuou mais na superfície em associação com a dose G_0 e o gesso na subsuperfície, principalmente na dose G_2 . Estes resultados caracterizam a lixiviação de Mg provocada pela aplicação de gesso e a distingue da lixiviação provocada pela calagem em altas doses, que, além de ser um processo mais lento, é constante e gradual (Quaggio, Dechen e Rajj, 1982). Resultados relativos a movimentação dos teores de Mg em função do aumento das doses de gesso foram publicados também por Rajj et al. (1994).

Marques (1995) ao avaliar o estado nutricional das plantas deste mesmo experimento, observou que o aumento das doses de calcário elevou os teores de foliares de Mg em quase todos os anos estudados. A maior dose de gesso (G_2) apresentou uma tendência de diminuição nos teores de Mg possivelmente devido a inibição competitiva com o cálcio. Os teores foliares de Mg, a exceção do primeiro ano, estiveram sempre abaixo da faixa adequada e apresentaram grande redução a partir de 1983/1984, e mesmo assim não impediu a obtenção de boas produtividades.

4.2 - Produção do cafeeiro

Os resultados obtidos na produção do cafeeiro estão representados nas TABELAS numeradas de 2 a 7 e FIGURAS 14 a 22. As análises de variância estão apresentadas na TABELA

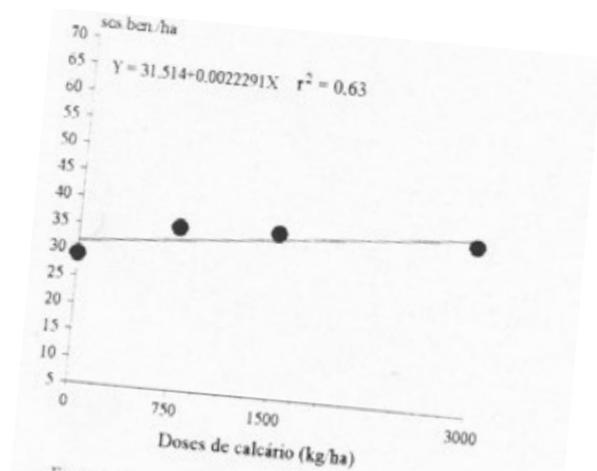


Figura 14: Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de calcário no biênio 1980/1981.

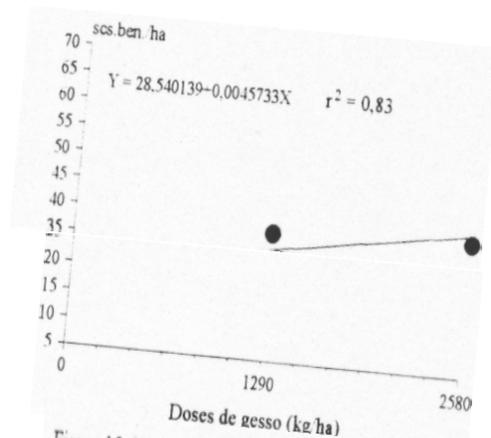


Figura 15: Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso no biênio 1980/1981.

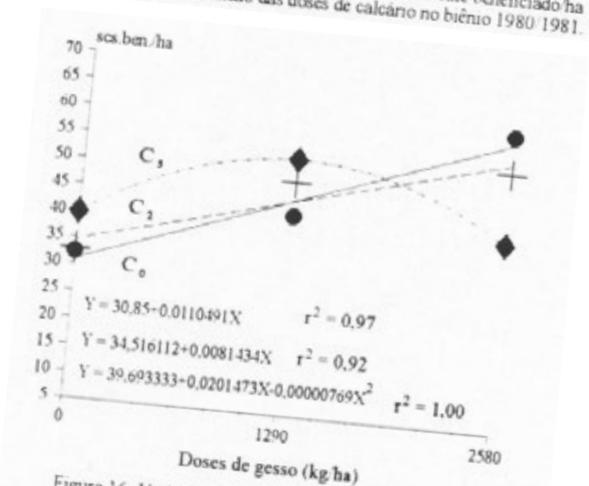


Figura 16: Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso e de calcário em 1983.

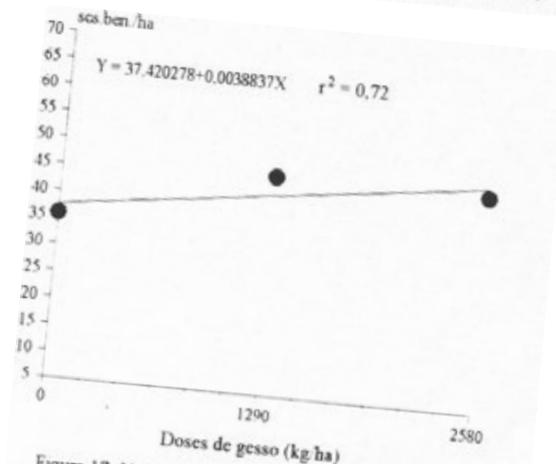


Figura 17: Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso no biênio 1984/1985.

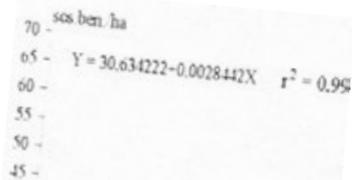


Figura 18: Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de calcário no biênio 1986/1987.

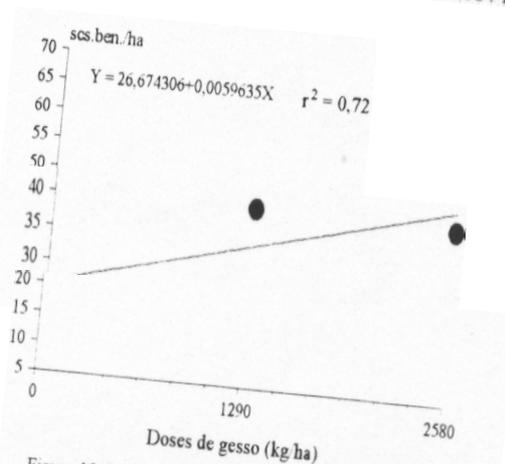


Figura 19: Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso no biênio 1986/1987.

7A, a partir das quais determinou-se as regressões a serem efetuadas com base no grau de significância encontrado.

Na TABELA 7A observa-se que foram significativos os efeitos das doses de calcário e de gesso no biênio 1980/1981

Os resultados deste primeiro biênio de produção, estão apresentados na TABELA 2 e na FIGURA 14, é observado o efeito benéfico do calcário aumentando a produção em 13,47 scs.ben./ha, quando a testemunha (C_0G_0) é comparada com o tratamento C_3G_0 ; e, quando houve interação de doses, ou seja, entre os tratamentos C_0G_2 e C_3G_2 , a produção aumentou em 7,24 sacas. Este resultado está coerente com os maiores valores de pH (FIGURA 2); com os maiores teores de Ca+Mg (FIGURA 6) e com os menores teores de Al (FIGURA 8). Nesta mesma tabela, estudando o efeito isolado do gesso, observa-se que a produção passou de 29,81 scs.ben./ha no tratamento C_2G_0 para 41,05 sacas no tratamento C_2G_2 , ou seja, um ganho de 11,24 sacas atribuídos, provavelmente, aos efeitos do enxofre e ao desenvolvimento do sistema radicular, uma vez que os teores de Ca já eram fornecidos satisfatoriamente pelo calcário na dose recomendada de 1500 kg/ha. Pode-se observar também na FIGURA 15, onde estão ilustrados somente os tratamentos referentes as doses de gesso, um aumento de 50% da produção. Porém Viana, Mata e Fioravante (1990), estudando níveis de saturação de bases e modo de calagem e gessagem na formação e produção do cafeeiro, observaram que a gessagem não influenciou a produção e nem os teores no solo na camada de 20 a 40cm de profundidade, dois anos após a sua aplicação. Entretanto, resultados positivos foram publicados por Raij et al. (1994), trabalhando com calcário e gesso na cultura da soja.

Para o ano de 1983, pode-se observar na TABELA 7A que foi significativo somente o efeito do gesso. Observa-se também na TABELA 3 que o tratamento C_0G_2 apresentou um ganho de 28,51 scs.ben./ha quando comparado a testemunha. Quanto a associação de doses de calcário e de gesso, observa-se pela FIGURA 16 que as melhores combinações foram para os tratamentos C_0G_2 e C_2G_2 . Este resultado está bem correlacionado com as características químicas do solo onde é observado um pequeno acréscimo aos valores de pH nas profundidades 20 a 40 e 40 a 60cm (TABELA 9A e FIGURA 2); maiores teores de K (TABELA 10A); maiores teores de Ca+Mg (TABELA 11A) e maiores teores de Ca (TABELA 13A).

No biênio 1984/1985 as respostas foram significativas em relação as doses de gesso (TABELA 7A). De acordo com a TABELA 4 observa-se que na dose recomendada de calcário

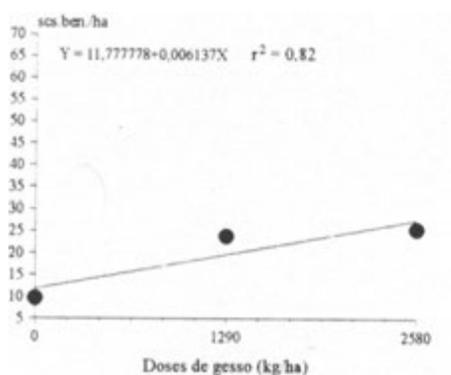


Figura 20. Variação da produção em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso em 1989.

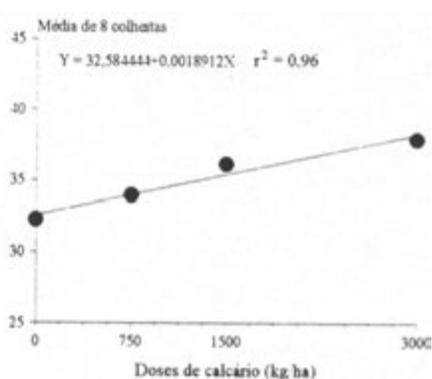


Figura 21. Variação da produção de oito colheitas em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de calcário.

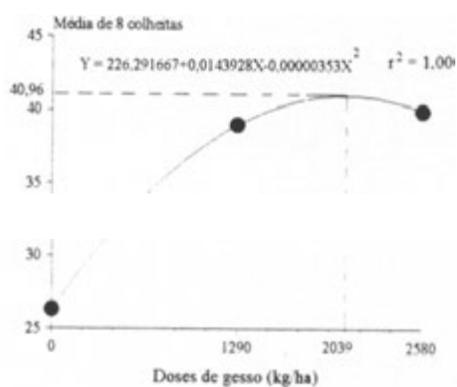


Figura 22. Variação da produção de oito colheitas em sacas de café beneficiado/ha em função das doses de gesso.

(1500 kg/ha), a produção de café passou de 36,61 scs.ben./ha no tratamento com a dose G_0 para 52,36 sacas no tratamento que recebeu a dose G_2 , apresentando um ganho de 15,75 sacas (FIGURA 17). Já no biênio 1986/1987 temos o efeito significativo tanto para as doses de calcário como para as doses de gesso, como ilustrado na TABELA 5, mostrando o efeito positivo do gesso com um ganho de 20,56 sacas no tratamento C_2G_2 comparado com o C_2G_0 , e também do calcário com um ganho de 12,86 sacas, somente passando da dose recomendada para a dosagem máxima (de C_2G_0 para C_3G_0). As FIGURAS 18 e 19 mostram o efeito médio das dosagens de calcário e de gesso respectivamente.

Os efeitos benéficos do gesso, tanto no biênio de 1984/1985 como no 1986/1987, são provavelmente atribuídos, entre outras causas, ao efeito do enxofre e ao bom desenvolvimento do sistema radicular, uma vez que ocorreu maior *lixiviação* de bases em profundidade, como o K (TABELA 16A); Ca+Mg (TABELA 17A); Ca (TABELA 19A e FIGURA 11) e Mg (TABELA 20A).

Para o ano de 1989, pode-se observar na TABELA 7A que foi significativo somente o efeito do gesso. E conforme demonstrado na TABELA 6 e FIGURA 20, houve um ganho de 17,80 scs.ben./ha quando se compara o tratamento C_2G_2 com o C_2G_0 .

Na média de oito produções, o aumento das doses de gesso proporcionaram um acréscimo médio na produção de 13,65 sacas e quanto ao efeito das doses de calcário os aumentos médios foram de 5,65 sacas (TABELA 7). Nesta mesma tabela é mostrado também que o tratamento C_0G_2 proporcionou um ganho de 18,39 sacas comparado com a testemunha e o tratamento C_3G_0 um ganho de 10,18 sacas. Quando as doses dos tratamentos foram associadas, o ganho em produção foi de 100%, como pode ser visto comparando o tratamento C_3G_1 com a testemunha. Pela FIGURA 22 é observado que a dose de gesso que refletiu uma produção máxima de 40,96 sacas de café beneficiado/ha, foi de 2039 kg/ha e para as doses de calcário a resposta apresentou uma tendência linear (FIGURA 21).

Estes resultados mostram que as melhores produções obtidas no período de condução do experimento, foram atribuídos, principalmente, ao efeito do gesso como fornecedor de enxofre, cálcio e também na movimentação de bases próximo ao ponto de crescimento da raiz, propiciando uma melhor distribuição do sistema radicular e, conseqüentemente, melhor exploração do volume de solo, uma vez que o calcário atuou melhor na camada superficial fornecendo Ca e Mg,

Tabela 2: Média das produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no biênio 1980/1981

Gesso (kg/ha)	Calcário (kg/ha)				\bar{X} Gesso
	0	750	1500	3000	
0	16.71	31.26	29.81	30.18	26.99
1290	36.79	36.30	37.27	39.81	37.54
2580	33.91	39.15	41.05	41.15	38.82
\bar{X} Calcário	29.14	35.57	36.04	37.05	

Tabela 3: Média da produção obtida em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no ano de 1983.

Gesso (kg/ha)	Calcário (kg/ha)				\bar{X} Gesso
	0	750	1500	3000	
0	32.28	36.38	32.76	39.69	35.28
1290	42.24	46.62	48.54	52.89	47.57
2580	60.79	46.70	53.77	40.50	50.44
\bar{X} Calcário	45.10	43.23	45.02	44.36	

Tabela 4: Média das produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no biênio 1984/1985.

Gesso (kg/ha)	Calcário (kg/ha)				\bar{X} Gesso
	0	750	1500	3000	
0	33.37	34.59	36.61	37.99	35.64
1290	46.21	41.70	45.76	50.29	45.99
2580	44.64	40.81	52.36	44.83	45.66
\bar{X} Calcário	41.41	39.03	44.91	44.37	

Tabela 5: Média das produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no biênio 1986/1987.

Gesso (kg/ha)	Calcário (kg/ha)				\bar{X} Gesso
	0	750	1500	3000	
0	15.04	25.62	21.03	33.89	23.90
1290	37.04	37.02	42.99	42.67	39.93
2580	38.79	36.44	41.59	40.30	39.28
\bar{X} Calcário	30.29	33.03	35.20	38.95	

Tabela 6: Média da produção obtida em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha no ano de 1989.

Gesso (kg/ha)	Calcário (kg/ha)				\bar{X} Gesso
	0	750	1500	3000	
0	5.40	13.10	8.20	11.93	9.66
1290	25.03	17.87	24.60	29.23	23.93
2580	16.60	26.03	26.00	33.33	25.49
\bar{X} Calcário	15.34	19.00	19.60	24.83	

Tabela 7. Produções obtidas em função dos tratamentos em sacas de café benef./ha (média de oito produções).

Gesso (kg/ha)	Calcário (kg/ha)				\bar{X} Gesso
	0	750	1500	3000	
0	20.56	28.19	25.68	30.74	26.29
1290	37.26	35.90	39.83	42.98	38.97
2580	38.95	37.83	42.95	40.02	39.94
\bar{X} Calcário	32.26	33.97	36.15	37.91	

reduzindo perdas de **K** e **Mg** e elevando o **pH**. Resultados semelhantes foram obtidos por Freitas, Gomes e Lott (1972) e Pavan e Bingham (1982).

4.3 Avaliação da **distribuição** do sistema radicular do cafeeiro

Melhores inferências sobre este parâmetro tomam-se difíceis considerando que a avaliação foi feita alguns anos após a avaliação dos outros parâmetros analisados. Outro aspecto também importante foi devido a ocorrência de duas geadas e uma chuva de granizo em invernos anteriores as avaliações, contribuindo com a perda quase total da parte aérea da planta e conseqüentemente ocasionando morte de grande parte do sistema radicular. Sabe-se que estas duas partes da planta estão em equilíbrio, ou seja, uma perda da parte aérea da planta corresponde a perdas no sistema radicular da mesma (Miguel et al. 1984).

Em vista destes fatos os dados devem ser vistos com ressalvas, sendo colhidos e analisados mais como treinamento da metodologia proposta.

Os resultados referentes a distribuição do sistema radicular do cafeeiro encontram-se na TABELAS 8A, que evidenciou que foi significativa a interação profundidade, calcário e gesso, e a partir das análises de variância, determinou-se as regressões a serem feitas com base no grau de significância encontrado (TABELA 27A).

Para facilitar a discussão dos resultados, trataremos no presente estudo, somente os dados apresentados na FIGURAS 21, onde observa-se que com o acréscimo das doses de calcário, a porcentagem de raízes na camada de 0 a 20 cm de profundidade aumentou e, a medida que, as doses de gesso foram aumentadas, dentro de cada dose de calcário, houve uma tendência de redução dos percentuais de raízes na camada superficial. Para a camada de 20 a 40 cm houve acréscimo dos valores com as combinações C_1 , C_2 e C_3 na dose máxima de gesso. Na camada 40 a 60 cm o efeito interativo foi dentro da dose C_3 . Na camada 60 a 80 cm, praticamente todos tratamentos apresentaram maiores valores na combinação G_1 com as demais doses de calcário, exceto a testemunha que apresentou um ligeiro decréscimo. Para a camada de 80 a 100 cm de solo, pode-se observar que o efeito significativo foi somente para a dose C_1 dentro das doses de gesso, com uma tendência de acréscimo linear, enquanto que na camada de 100 a 120 cm, as melhores respostas foram para as doses de gesso associadas com as doses C_0 e C_2 do calcário. Para as demais profundidades estudadas os tratamentos praticamente não diferiram entre si.

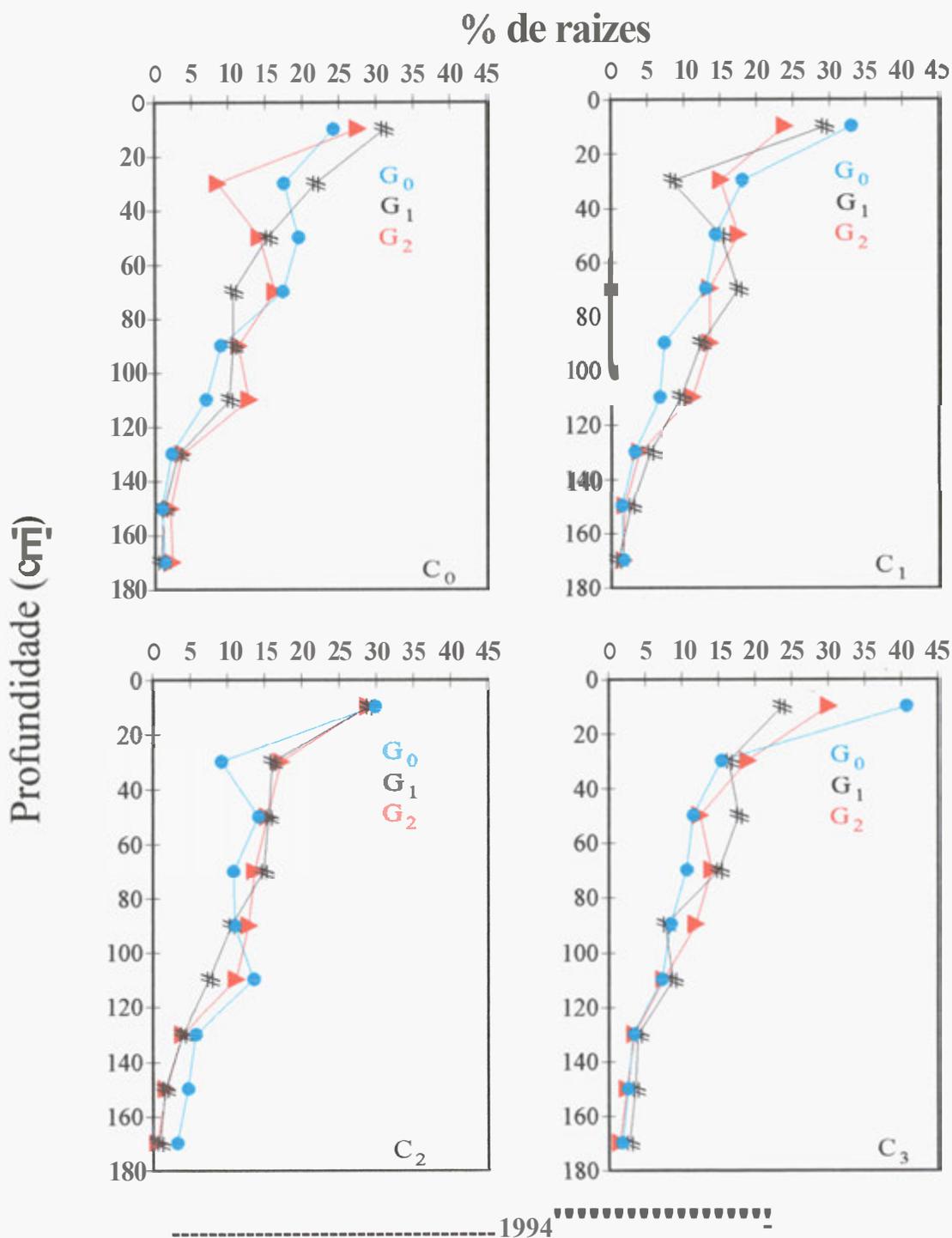


Figura 23: Distribuição da % de raízes por camada de solo em ~ Ü ~ ç às doses de calcário e gesso, em diferentes profundidades, avaliada em 1994.

Estes resultados ilustram que o efeito do calcário causou melhor distribuição do sistema radicular nos primeiros 30 cm na dose máxima e, a partir desta camada até 120 cm, os melhores resultados foram devidos a dose máxima de gesso.

4.4 Considerações gerais

Neste ensaio, as doses de gesso utilizadas foram baseadas na equivalência do teor de Ca existente no calcário a ser aplicado, numa tentativa de comprovar o efeito do gesso como fonte nutricional de cálcio e enxofre e suas interações nas modificações das características químicas da subsuperfície, bem como, na ausência de uma recomendação, sugerir doses do mesmo associado ao calcário.

Atualmente os critérios de recomendação de gesso baseiam-se nos teores de Ca e Al trocáveis e também na % de argila nas camadas abaixo de 20 cm do solo. Estes critérios variam de acordo com vários pesquisadores como Lopes (1986); Souza et al. (1992) e Malavolta, Fernandes e Romero (1993), conforme foi apresentado na página 12. Entretanto foi observado no presente trabalho, resposta significativa na produção com o acréscimo das doses de gesso, mesmo com a saturação de Al abaixo dos limites indicados nas recomendações anteriores. Para a saturação de Ca, não foi possível fazer inferência porque a análise de solo feita na época de instalação do experimento apresentou os teores de Ca somados aos teores de Mg. Portanto toma-se necessário para a cultura do cafeeiro, uma reavaliação e mais estudos dos critérios de diagnose existentes, uma vez que a dose encontrada de 2039 kg/ha de gesso, refletiu numa produção de 40,96 sacas de café beneficiado/ha, mesmo fora dos limites de recomendação dos autores citados acima.

Assim sendo sugere-se instalar novos ensaios em diferentes tipos de solos, correlacionando com a textura, teor de matéria orgânica e à mineralogia de argila, visando o estudo de doses, modo de aplicação e efeito residual.

5 CONCLUSÕES

-Para recomendações da aplicação de doses associadas calcário/gesso, concluiu-se para a cultura em questão, a necessidade de doses de calcário superiores as testadas, uma vez que a resposta na média de oito colheitas apresentou uma tendência linear. Quanto ao gesso, a dose de 2039 kg/ha foi a que resultou numa média de produção de 40,96 sacas de café beneficiadas/ha. Portanto, a melhor associação de doses foi para o tratamento C₃G₂.

-As características químicas do solo em estudo foram melhoradas em decorrência da aplicação de calcário e gesso, sendo que ambos reduziram a acidez do solo; o primeiro com efeito predominante na camada superficial e o gesso atuando mais em profundidade, com conseqüente enriquecimento de cátions ao longo do perfil do solo.

-A reaplicação dos tratamentos em 50% das doses somente cinco anos após a instalação do experimento, não foi suficiente para elevar os teores de Ca e Mg a níveis adequados para a cultura do café; devendo-se fazer a reaplicação em quantidades totais e com mais frequência.

- Houve melhor distribuição do sistema radicular nos primeiros 60cm na dose máxima de calcário e a partir desta camada até 120cm os melhores resultados foram devidos a dose máxima de gesso.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, F.; PEARSON, R.W. Crop response to lime in the southern United States and Puerto Rico. In: PEARSON, R.W.; ADAMS, F. (ed). Soil acidity and liming. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p. 131-206. (Agronomy, 12).
- ALCARDE, J.C. Contraditória, confusa e polêmica: é a situação do uso do gesso na agricultura. Piracicaba: POTAFOS, 1988. 3p. (Informações Agronômicas, 41).
- ALCORDO, I.S.; RECHCIGL, J.E. Phosphogypsum in agriculture: a review. Advances. in Agronomy, Florida, V. 49, p. 55-118, 1993.
- ALVA, A.K.; SUMNER, M.E.; MILLER, W.P. Reactions of gypsum or phosphogypsum in highly weathered acid subsoils. Soil Science Society of America Journal, Madison, V. 54, n.4, p.993-998, 1990.
- ALVES, H.M.R. Alterações de características químicas em profundidade pela aplicação superficial de calcário e gesso em um Latossolo Vermelho Amarelo Câmbico distrófico, textura média fase cerrado. Lavras: ESAL, 1984. 84p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BARBER, S.A. Liming materials and practices. In: PERSON, R.W.; ADAMS, F. (ed.) Soil acidity and liming. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p.125-160.

BATAGLIA, O.C.; CAMARGO, C.E.O. de; OLIVEIRA, O.F. de; NAGAI, V.; RAMOS, V.J. Resposta a calagem de três cultivares de trigo com tolerância diferencial ao alumínio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 9, p.139-147, 1985.

BIANCHI, M.A.; CERETTA, C.A.; FIOREZE, C.; AITA, C. Alterações nas propriedades químicas do solo e no rendimento de batata e milho pelo uso de calcário e gesso. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, 1992. **Anais...** Piracicaba, 1992. p.132-133.

BLACK, A.S.; CAMERON, K.C. Effect of leaching on soil properties and lucerne growth following lime and gypsum amendments to a soil with and acid subsoil. **New Zealand Journal of Agricultural Science**, V. 27, p. 195-200, 1984.

BOLIVAR, G.B. **Efeitos de calcário, gesso e superfosfato triplo sobre a movimentação de cálcio, magnésio, enxofre e fósforo e o crescimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 136p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).

CAMARGO, A.P. de; RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; ROCHA, T.P. da; NAGAI, V.; MASCARENHAS, H.A.A. Efeitos da calagem nas produções de cinco cultivares de milho, seguidas de algodão e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 17, n. 7, p. 1007-1012. 1982.

CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A.; IGUE, K. Respostas do cafeeiro a calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 19, n. 5, p. 573-582, 1984.

CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M. Especificação química da solução do solo para interpretação da absorção de cálcio e alumínio por raízes de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 26, n. 3, p. 447-453, 1991

- CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M. Redução da acidez subsuperficial em colunas de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 23, n. 5, p. 469-476, maio, 1988.
- COELHO, L.C.; BARROS, N.F. de; NEVES, J.C.L.; ALVAREZ, V.; MAGALHÃES, A.B.; GUERRA, C.C. Necessidade de calagem, adubação potássica e relações cálcio, magnésio e potássio para produção de porta-enxertos de seringueira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, SP, 1992. **Anais...**Piracicaba, 1992.p.366-67.
- COLEMAN, N.T.; WEED, S.B.; McCracken, R.J. Cation - exchange capacity and exchangeable cations in piedmont soils of North Carolina. **Proceedings of the Soil Science Society of America**, Ann Arbor, V. 23, p. 146-149, 1959.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos, fertilizantes em Minas Gerais: 3ª aproximação**. Belo Horizonte, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1978. 80p.
- 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 - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.A.C.; RALISCH, R.; TOZZI, C.L.; TORRE, A.; VAZ, C.M.P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 18, n. 3, p. 365-371, 1994.
- CURI, N.; FRANZMEIER, D.P. Toposequence of oxisols from the Central Plateau of Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 48, p. 341-46, 1984.

- DAL BÓ, M.A.; RIBEIRO, A.C.; COSTA, L.M.; THIÉBAUT, J.T.L.; NOVAIS, R.F. Efeito da adição de diferentes fontes de cálcio em colunas de solo cultivadas com cana-de-açúcar. I. Movimentação de bases no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 10, p.191-194, 1986a.
- DAL BÓ, M.A.; RIBEIRO, A.C.; COSTA, L.M.; THIÉBAUT, J.T.L.; NOVAIS, R.F. Efeito da adição de diferentes fontes de cálcio em colunas de solo cultivadas com cana-de-açúcar. II. Respostas da planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 10, p. 231-234, 1986b.
- DONER, H.E.; LYNN, W.C. Carbonate, halide, sulfate and sulfide minerals. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (ed). **Minerals in soil environments**. Madison: **American Society of Agronomy**, p.279-330, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório técnico anual - 1979/1980**. Planaltina, 1981. 190p.
- ERNANI, P.R. Alterações em algumas características químicas na camada arável do solo pela aplicação de gesso agrícola sobre a superfície de campos nativos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 10, n. 3, p. 241-45, 1986.
- ERNANI, P.R.; BARBER, S.A. Composição da solução do solo e lixiviação de cátions afetadas pela aplicação de cloreto e sulfato de cálcio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. V. 17, n. 1, p. 41-46, 1993.
- FARINA, M.P.W.; CHANNON, P. Acid-subsoil amelioration. II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 52, p. 175-180, 1988.
- FLEMING, A.L.; FOY, C.D. Root structure reflect differential aluminium tolerance in wheat variety **Agronomy Journal**, Wisconsin, V. 60, p. 172-176, 1968.

- FOY, C.D.; CHANEY, R.L.; WHITE, M.C. The physiology of metal toxicity in plant. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, V. 29, p. 511-548, 1978.
- FREITAS, L.M.M. de; GOMES, F.P.; LOTT, W.L. Effect of sulphur fertilizer on coffee. **The Sulphur Institute Journal**, Washington, V. 8, n. 3, p. 9-12, 1972.
- FUOSS, R.M. Ionic association. III. The equilibrium between ion pairs and free ions. **Journal of the American Chemical Society**, Easton, V.80, p.5059-5061, 1958.
- GARCIA, A.W.R.; MARTINS,M.; FIORAVANTE, N. Modo de aplicação de calcário na formação do cafezal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEZEIRA, 8, Campos do Jordão, 1980. **Resumos** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1980. p. 55-6.
- GONZALEZ, R.; WINTZ, P. **Digital image processing**. Addison-Wesley, 1987.519p
- GONZALEZ-ERICO, E.; W R A T H , E.G.; NADERMAN, G.C.; SOARES, W.V. Effect of depth of lime incorporation on the growth of com on an oxisol of Central Brasil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 43, p. 1155-1158, 1979.
- GUIMARÃES, P.T.G. O uso do gesso agrícola na cultura do cafeeiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2, Uberaba, MG, 1992. **Anais...** Uberaba: IBRAFOS, 1992.p.175-190.
- GUIMARÃES, P.T.G.; LOPES, A.S. Solos para o cafeeiro: características, propriedades e manejo. In: SIMPÓSIO "FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO". UFV, POTAFOS, ANDA, Poços de Caldas, nov. 1984.
- HAMMEL, J.E.; SUMMER, M.E.; SHAHANDEH, H. Effect of physical and chemical profile modification on soybean and com production. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 49, p. 1508-1511, 1985.

- HOWARD, D.D.; ADAMS, F. Calcium requirement for penetration of subsoils by primary cotton roots. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 29, n. 5, p. 558-562, Sept./Oct. 1965.
- JACKSON, M.L. Aluminium handling in soils; an unifying principle in soil science. **Proceedings of the Soil Science Society of America**, Madison, V. 27, p. 1-10, 1963.
- JAIN, A.K. **Fundamentals of digital image processing**. Prentice-Hall, 1989. 588p.
- W R A T H , E.J. Potential detrimental effects from liming highly weathered soils to neutrality. **Proceeding Soil and Crop Science Society of Florida**, Florida, V. 31, p. 200-203, 1971
- KUPPER, A. Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira. In: **YAMADA, T.** (ed). **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa, p.27-54, 1983.
- LAZZARINI, W.; MORAES, F.R.P.; CERVellini, G.D.S.; TOLEDO, S.V.; FIGUEIREDO, J.I.; JUNQUEIRA, A.R.; GONAGIN, A.; FRANCO, C.M.. Cultivo de café em um LVa da região de Batatais, SP. **Bragantia**, Campinas, V. 34, n. 14, p. 229-239, 1975.
- LOPES, A.S. Calagem e gesso agrícola. In: **ENCONTRO TÉCNICO SOBRE GESSO NA AGRICULTURA**, Belo Horizonte, 1986. 58p.
- LOPES, A.S. **Solos sob "cerrado"**; características, propriedades e manejo. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1984. 162p.
- LOPES, A.S.; GUILMARÃES, L.R.G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo: ANDA, 1992. 45p. (Boletim Técnico, 5).

MACHADO, M.O.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S. da; VAHL, L.C. Efeitos imediatos e residual de calcário e zinco na cultura de arroz irrigado no solo Pelotas (Alfissolo). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO , 16, Ilhéus, 1984. **Resumo ...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1984.p. 23.

MALAVOLTA, E. **O gesso agrícola no ambiente e na nutrição da planta** - perguntas e respostas. In: SECITAP, 16, Jaboticabal, SP. 1991 29p. (mimeografado)

MALAVOLTA E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). **Cultura do cafeeiro**; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1986. p.163-274.

MALAVOLTA E. A prática da calagem. In: MALAVOLTA E. coord. **Seminário sobre Corretivos Agrícolas**. Campinas: Fundação Cargill, 1985a. p.311-357.

MALAVOLTA E. Reação do solo e crescimento das plantas. In: MALAVOLTA E. (Coord.). **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas: Fundação Cargill, 1985b. p.3-64.

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P.; MORIAS, R.S.; NOGUEIRA, F.D. Calcium problem in Latin America. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, V.10, p.29-40, 1979.

MALAVOLTA, E.; FERNANDES,D.R.; ROMERO, J.P. Seja o doutor do seu cafezal. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n 64, p. 1-12, dez. 1993. (Arquivo do Agrônomo n 3).

MALAVOLTA, E.; GUILHERME, M.R.; LIEM, T.H. Associações fósforo-calcário: princípios e aplicações. In: SEMINÁRIO SOBRE USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, Brasília, DF, 1986. **Anais...** Brasília: IBRAFOS /EMBRAPA/ PETROFERTIL, 1986a. p.177-196.

- MARQUES, E.S. **Calcário e gesso na nutrição mineral e produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 1995. 57p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- MEYER, T.A.; VOLK, G.W. Effect of particle size limestones on soil reaction exchangeable cations, and plant growth. **Soil Science**, Baltimore, V. 73, p. 37-52, 1952.
- MIGUEL, A.E.; OLIVEIRA, J.A.; MATIELLO, J.B.; FIORAVANTE, N.; FREIRE, A.C.F. Efeitos dos diferentes tipos de podas na morte de raízes do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11, Londrina, PR, 1984. **Resumos..Londrina, PR, IBC/GERCA, 1984.p. 240-241**
- MIRANDA, L.N.; MIRANDA, J.C.C. Efeito residual do calcário e manejo da calagem em solo Glei Pouco Húmico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, Petrolina, PE, 1994. **Anais.,,Petrolina, PE, 1994.p.71-73.**
- MOORE, D.P. Physiological effects of pH on roots. In: CARSON, E.W. (ed.). **The plant roots and its environment**. Charlottesville, University Press of Virginia, 1974.p.135-150.
- MORAES, J.F.V. Movimento de nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 26, n. 1, p. 85-97, 1991.
- MORELLI, J.L.; DALBEN, A.E.; ALMEIDA, J.O.C.; DEMATTÊ, J.L.I. Calcario e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um Latossolo de textura média álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 11, p. 187-194, 1992.
- MUNSON, R.D. **Potassium, calcium and magnesium in the tropics and subtropics**. International fertilizes Development Center, 1982.62p. (Technical bulletin, T-23).

- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M. Avaliação da eficiência agrônômica de frações granulométricas de um calcário dolomítico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 18, p. 55-62, 1994.
- OLIVEIRA, E.L. de; PAVAN, M.A. Redução da acidez do solo pelo uso de calcário e gesso e resposta da soja cultivada em plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, Petrolina, PE, 1994. **Anais...** Petrolina, PE, 1994. p.178-180.
- OLMOS, J.; CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, São Paulo, V. 28, p. 171-180, 1976.
- PAVAN, M.A. Alumínio em solos ácidos do Paraná: Relação entre o alumínio não-trocável, trocável e solúvel, com o pH, CTC, porcentagem de saturação de alumínio e matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 7, p. 39-46, 1983.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 46, p. 993-997, 1982.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.I.; PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminium following lime or gypsum application to a Brazilian oxysol. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 48, p. 33-38, 1984.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. Toxicity of Al to coffee in ultisols and oxisols amended with CaCO_3 , MgCO_3 , and $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, V. 46, p. 1201-1207, 1982.
- PEREIRA, J.E.; MIGUEL, A.E.; OLIVEIRA, J.A. de. Efeitos de sete calcários na formação a primeira safra do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, São Lourenço, 1981. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1981 p.232-233.

PRATT, P.F. Phosphorus and aluminum interaction in the acidification of soils. **Proceedings of the Soil Science Society of America**, Madison, V. 25, p. 467-469, 1961.

QUAGGIO, J.A.; DECHEN, A.R.; RAIJ, B. van. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 6, n. 3, p. 189-194, 1982.

QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C. Resposta da soja a aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo Roxo Distrófico de cerrado. 11. Efeito residual **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 6, p. 113-118, 1982.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.

RAIJ, B. van. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo**. São Paulo: ANDA, 1988. 88p.

RAIJ, B. van; MASCARENHAS, H.A.A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; IGUE, T.; SORDI, G. de. Efeito de calcário e de gesso para a soja cultivada em Latossolo Roxo ácido saturado com sulfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 18, p. 305-312, 1994.

REEVE, N.G.; SUMMER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface. Applied amendments. **Agrochemophisica**, Pretoria, V. 4, n. 1, p. 1-6, jan./feb. 1972.

REIS, G.N.; MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R. Doses, modo de aplicação do calcário na formação do cafeeiro na região do planalto de Vitória da Conquista (BA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 1, Rio de Janeiro, 1975. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1975. p.69-71

- RESENDE, M.; RESENDE, S.B. de; HARA, T.; GUIMARÃES, P.T.G. Levantamento de reconhecimento dos solos de bases físicas de Ponte Nova e São Sebastião do Paraíso, estado de Minas Gerais. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto-Café: - Relatório anual 1973/1974. Belo Horizonte, p.268-272.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, J.A.; COSTA U.F. Calcium deficiency in clay B horizons of savannah oxisols. **Soil Science**, Baltimore, V. 133, n. 6, p. 378-382, 1982.
- RITCHEY, K.D.; SOUZA D.M.G.; LOBATO, E.; CORRÊA, O. Calcium leaching to increasing rooting depth in a Brazilian savannah oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, V. 72, p. 40-44, 1980.
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Efeitos da calagem e gessagem na produção de algodão e na lixiviação de bases em dois latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 8, p. 97-102, 1984.
- ROY, A.K.; SHARMA, A.; TALUKER, G. Some aspects of aluminum toxicity in plants. **Botanical Review**, V. 54, p. 145-178, 1988.
- RUIZ, A.L.H. **Efeito de fontes e doses de cálcio e enxofre no desenvolvimento de mudas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: ESAL, 1989. 101p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SALATA, J.C.; SANTOS. dos E.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Ação do calcário e do gesso em solos de baixa fertilidade e na recuperação de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, Petrolina, PE, 1994. **Anais...** Petrolina, PE, 1994. p.111-13.
- SANCHEZ, P.A. **Suelos del tropico; características e manejo**. San José, IICA, 1981. 660p.

- SANTINATO, R.; WADA, S.K.; PEREIRA, E.M.; FERNANDES, D.R. Doses crescentes de gesso agrícola na produção do cafeeiro cultivado em solo LV cerrado corrigido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, Varginha, MG, 1991. **Resumos...** Varginha: MARA/SNPA/EMBRAPA, 1991.p.91-2.
- SHAINBERG, I.; SUMMER, M.E.; MILLER, W.P.; FARING M.P.Y.; PAVAN, M.A.; FEY, M.V. Use of gypsum on soils: a review. **Advances in Soil Science**, New York, V. 9, p. 1-111, 1989.
- SOPRANO, E.; ALVAREZ, V.H.V. Nutrientes lixiviados de colunas de solo tratadas com diferentes sais de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V. 13, p. 25-29, 1989.
- SOUZA, D.M.G. de; REIN, T.A.; LOBATO, E.; RITCHEY, K.D. Sugestões para diagnose e recomendação de gesso em solos de cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2. Uberaba, 1992. **Anais...**Uberaba, IBRAFOS, 1992. p.139-158.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Efeitos do gesso agrícola e do calcário aplicados em solo ácido na composição química das folhas, teores e produtividades de proteína e óleo da soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, SP, 1992. **Anais...** Piracicaba, SP, 1992. p.354-55.
- VASCONCELOS, C.A.; SANTOS, H.L. dos; FRANÇA, G.E. Adubação e calagem na cultura do sorgo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações para o cultivo do sorgo**. Sete Lagoas, 1982. p.21-30.
- VETORI, L. **Métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro: EPEMA, 1969. 249p. (Boletim técnico, 7).

- VIANA, A.S.; MATA J.M.; FIORAVANTE, N. Estudo de níveis de saturação de bases (V%) e modo de calagem e gessagem na formação e condução do cafeeiro em LEd, fase cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 16, Espírito Santo do Pinhal - SP, 1990. **Resumos** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1990. p. 135-9.
- VITTI, G.C. Gessagem na agricultura. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DE SOLO. Machado: ANDA/POTAFOS/ESACMA, 1988. p.255-85.
- VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E. Fosfogesso - **uso** agrícola. In: MALAVOLTA E. (Coord.). **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.159-200.
- WAGNER E. Desenvolvimento da região dos cerrados. In: GOEDERT, W.J. (ed.). **Solos dos cerrados; tecnologia e estratégia de manejo**. São Paulo: Nobel, 1987. p. 19-31
- WILKINS, R.G.; EIGEN, M. The kinetics and mechanism of formation of metal complexes. In: GOURD, R.F. (ed.). **Mechanism of inorganic reactions**. Washington: American University Society, 1965. p.55-56.

7 ANEXO

TABELA 1A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos valores de pH e teores de Ca+Mg; K; Al obtidos na análise de solo em três profundidades nos anos de 1979 e 1980 em função da combinação de doses crescentes de calcário e gesso.

Fontes de variação	1979			
	pH	Ca+Mg	K	Al
Profundidade	2.2129**	1354.6944**	5989.1204**	0.5278*
Calcário	0.1879**	94.8395**	56.8642	0.9722**
Gesso	0.0401	57.6944**	203.2592**	0.0833
Prof. x Calc.	0.0708*	18.0525*	45.5031	0.3796**
Prof. x Gesso	0.0758*	73.8889	57.3842	0.0278
Calc. x Gesso	0.0247	15.7191*	99.9383*	0.1574
Prof. x Calc. x Ges.	0.0563*	4.9321	24.3410	0.0648
Resíduo	0.0280	6.2564	35.2394	0.1214
C.V. (%)	3.31	19.41	16.71	29.17
m	5.06	12.89	35.52	1.19
1980				
Profundidade	1.1756**	765.67589**	4956.4537**	22.62037**
Calcário	0.2458**	5.76543	350.3056**	2.74074*
Gesso	0.8562**	77.50926**	3.9537	4.34259**
Prof. x Calc.	0.0491	14.14506	218.4907*	2.17593*
Prof. x Gesso	0.0995*	33.99537**	78.4120	2.03704*
Calc. x Gesso	0.0571	18.64506	60.2130	0.89815
Prof. x Calc. x Ges.	0.0132	6.98302	28.1898	0.72222
Resíduo	0.0355	8.55212	78.2775	0.76323
C.V. (%)	4.05	31.774	20.37	38.669
m	4.64	9.20	43.44	2.26

(*), (**) - Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

TABELA 2A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos valores de pH e teores de Ca+Mg; Ca; Mg; K; Al obtidos na análise de solo em três profundidades nos anos de 1981, 1982 e 1983 e em cinco profundidades nos anos de 1984 a 1987 em função da combinação de doses crescentes de calcário e gesso.

Fontes de variação	1981					
	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	K	Al
Profundidade	0.7668**	425.1944**	306.1944**	9.7500**	10719.3426**	56.6944**
Calcário	0.2853**	76.4815**	54.5802**	2.7901	506.1080**	9.6389**
Gesso	0.5784**	86.6944**	84.2500**	0.0278	501.5648*	5.8611**
Prof. x Calc.	0.0434	51.5648**	33.2191**	2.3179	359.4043**	7.7315**
Prof. x Gesso	0.1284	5.0556	6.1111	1.0694	182.3981	0.2222
Calc. x Gesso	0.0529	8.6204	7.0525	0.4475	89.8858	0.9352
Prof. x Calc. x Ges.	0.0210	3.0926	26.9136	0.9336	51.4043	0.6667
Resíduo	0.0601	5.2135	3.2659	1.1929	110.4426	0.7706
C.V. (%)	5.0	25.21	27.80	42.74	29.75	31.92
m	4.90	9.06	6.50	2.56	35.32	2.75
1982						
Profundidade	0.0404	8.1456**	8.3306**	0.0078	10149.3426**	186.8611**
Calcário	0.5008**	10.4078**	9.8544**	0.0133	2105.4321**	4.8488*
Gesso	0.5740**	21.8512**	22.6584**	0.0078	3359.8981**	0.7778
Prof. x Calc.	0.0670	1.4978	1.6257	0.0078	914.2562**	2.8488
Prof. x Gesso	0.0627	1.4820	1.3306	0.0106	160.2037	0.9306
Calc. x Gesso	0.2740**	8.0774**	7.9535**	0.0078	229.8858	4.1358*
Prof. x Calc. x Ges.	0.0109	1.8060	1.6831	0.0106	232.4321	1.6775
Resíduo	0.0470	1.3454	1.3045	0.0095	146.7981	1.4349
C.V. (%)	4.79	29.53	39.15	9.65	17.52	35.06
m	4.52	3.93	2.92	1.01	69.15	3.42

(*), (**) - Significativo pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continuação da TABELA 2A.

Fontes de variação	1983					
	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	K	Al
Profundidade	0,1445*	1,4444	1.2315	0.0093	3979.5648**	158.1204**
Calcário	0,4974**	4,3302**	4,0988**	0,0093	411.2191*	5.1944*
Gesso	0,4040**	3,5278*	3,3426*	0,0093	93.5092	2.1204
Prof. x Calc.	0.0296	1.6543	1,5154	0,0093	50.7006	3.4167*
Prof. x Gesso	0,0942*	1.0972	1.2037	0,0093	76.0370	1.1898
Calc. x Gesso	0,1768**	3,2932**	3,1451**	0,0093	160.7191	1.0092
Prof.xCal.xGes.	0.0376	0.8812	1,0062	0,0093	103.2840	0.8009
Resíduo	0.0375	1.0444	1.0045	0.0093	106.0648	1.5108
C.V. (%)	3.90	31.99	45.87	9.53	27.51	36.98
m	4.97	3.19	2.18	1.01	37.44	3.32
1984						
Profundidade	3,6165**	7,3972*	7,3472**	0,0222	134516,9083**	374,7139**
Calcário	0,7287**	40,415**	43,5759**	0,4648*	4081,9556**	10,7926**
Gesso	0,3450**	40,106**	47,2667**	0,4056*	2869,6056*	1,2056
Prof. x Calc.	0,0594	4,4750*	4,3583*	0,0296	1344,9602*	4,3435**
Prof. x Gesso	0,0150	4,2097	3,6764	0,0514	877,6542	0,3931
Calc. x Gesso	0,1468**	3,3565	2,4148	0,6204**	1025,8500	1,7981
Prof.xCal.xGes.	0,0193	1,7986	1,7319	0,0255	523,0838	1,7727
Resíduo	0,0378	2,1894	1,8619	0,1315	735,2824	1,3759
C.V. (%)	4,45	32,96	39,94	33,83	24,35	33,73
m	4,37	4,49	3,4167	1,07	111,3556	3,48
1985						
Profundidade	1,3472**	9,2028**	10,2139**	0,2722**	20560,3806**	232,5278**
Calcário	0,2446**	5,9926**	5,1463**	0,0500	3920,5241**	9,1611**
Gesso	0,6254**	4,6889**	4,5167**	0,0056	2074,8722**	0,3722
Prof. x Calc.	0,0390	0,3028	0,2435	0,0500	541,8065*	3,8093**
Prof. x Gesso	0,0433	0,4944	0,5306	0,0056	501,7889*	2,8653;
Calc. x Gesso	0,1415**	1,1704	1,1463*	0,0056	1240,9685**	0,7944
Prof.xCal.xGes.	0,0236	0,3556	0,3546	0,0056	348,7648	0,7968
Resíduo	0,0470	0,5815	0,4946	0,0378	248,9434	0,5982
C.V. (%)	5,06	28,72	43,50	18,70	19,89	26,02
m	4,29	2,66	1,62	1,04	79,33	2,97
1986						
Profundidade	1,1185**	35,4917**	13,3056**	5,3528**	6427,5417**	263,7722**
Calcario	0,9773**	35,2204**	19,5759**	2,7333**	2435,4870**	31,7982**
Gesso	0,4737**	10,6889**	3,9056*	2,0167**	3897,1500**	0,1556
Prof. x Calc.	0,0379*	0,7620	0,4833	0,5343	500,5935	0,8907
Prof. x Gesso	0,0429*	5,4667**	2,0722	1,2736**	584,6708	1,1347
Calc. x Gesso	0,1593**	6,4148**	3,4093**	0,7944*	1818,5870*	3,8815**
Prof.xCal.xGes	0,0184	1,8037	1,1778	0,3106	239,0616	1,0366
Resíduo	0,0171	1,8349	1,0451	0,3314	370,9771	0,8558
C.V. (%)	3,27	27,68	28,98	42,12	15,86	19,52
m	3,99	4,89	3,53	1,37	121,42	4,74

(*),(**) - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Continuação da TABELA 2A.

Fontes de variação	1987					
	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	K	Al
Profundidade	0.4037**	78.8250**	46.5222**	4.2861**	61989.2139**	465.9500**
Calcário	0.3018**	9.9167*	6.3759*	0.5037	6904.8500**	63.8593**
Gesso	0.0844	71.6722**	51.6056**	2.2167**	52653.7556**	39.3056**
Prof. x Calc.	0.0408	6.4398**	4.4407*	0.6750*	866.4102	20.9426**
Prof. x Gesso	0.0524	12.4708**	8.5222**	0.4736	1039.8180	41.4583
Calc. x Gesso	0.2442	12.2500**	10.4870**	0.2759	3844.5778**	9.2537**
Prof.xCal.xGes.	0.0213	2.5856	1.5518	0.3847	703.1588	3.4551
Resíduo	0.0659	3.2075	2.3428	0.3613	1065.0519	3.0313
C.V. (%)	6.51	32.60	37.38	42.93	25.28	29.40
m	3.94	5.49	4.09	1.40	129.10	5.92

(*),(**)- Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos valores de pH e teores de Ca+Mg; Ca; Mg; K; Al obtidos na análise de solo em três profundidades nos anos de 1984 a 1987, em função da combinação de doses crescentes de calcário e gesso.

Fontes de variação	1984					
	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	K	Al
Profundidade	0.5790**	9.5278*	100.6481*	0.0093	79877.7870**	432.7870**
Calcário	0.6179**	50.2315**	52.7778**	0.3056	3480.0741*	17.9352**
Gesso	0.2595**	31.0000**	37.1204**	0.2870	4794.0370*	1.5093
Prof. x Calc.	0.0323	0.5278	0.5833	0.0463	1998.5278	4.8982;
Prof. x Gesso	0.0127	4.6944	3.9537	0.0051	789.9815	0.2454
Calc. x Gesso	0.0621*	3.2222	3.0463	0.3611*	1102.7037	3.4722
Prof.xCal.xGes.	0.0136	0.8796	0.8241	0.0324	606.6296	2.5602
Resíduo	0.0265	2.1738	2.0600	0.1299	1054.4045	2.1799
C.V. (%)	3.92	32.56	41.45	33.85	21.85	29.47
m	4.16	4.53	3.46	1.06	148.59	5.01

1985

Profundidade	0.1759*	0.4815	0.0278	0.4537**	29088.2315**	241.3704**
Calcário	0.2663**	3.7654**	2.9969**	0.0833	3215.0494**	13.5555**
Gesso	0.2640**	0.8426	0.7500	0.0093	1350.6759**	0.5648
Prof. x Calc.	0.0063	0.4691	0.3117	0.0833	254.4290	5.2963**
Prof. x Gesso	0.0667	0.2037	0.2361	0.0093	717.8981**	5.5093**
Calc. x Gesso	0.0736	0.1228	0.4414	0.0093	646.9846**	0.9722
Prof.xCal.xGes.	0.0257	0.2654	0.2423	0.0093	190.7809	1.3796
Resíduo	0.0407	0.4142	0.2944	0.0616	194.2553	0.8537
C.V. (%)	4.84	28.79	43.41	23.32	19.75	21.69
m	4.17	2.31	1.25	1.06	70.57	4.26

1986

Profundidade	1.4233**	0.1204	0.0648	0.0278	1465.4815**	100.9259**
Calcário	0.4119**	17.4074**	13.8117**	0.3302	787.1451*	24.3951**
Gesso	0.1858**	1.6204	0.4537	0.3611	541.6759	1.1482
Prof. x Calc.	0.0067	0.8982	0.5339	0.0895	295.1358	0.3951
Prof. x Gesso	0.0483*	3.9259	2.5093	0.1806	297.8009	0.4120
Calc. x Gesso	0.0814**	2.1759	1.2932	0.1265	1766.1451**	5.4691
Prof.xCal.xGes.	0.0239	2.5000	1.6265	0.1497	206.7886	0.6775
Resíduo	0.0155	2.1037	1.1870	0.1976	286.5442	1,0783
C.V. (%)	3.96	33.76	34.51	39.03	14.95	16.02
m	3.15	4.30	3.16	1.14	113.21	6.48

Continuação da TABELA 3A

Fontes de variação	1987					
	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	K	Al
Profundidade	0.7503**	146.6759**	85.7778**	8.1204**	57840.5833**	376.4537**
Calcano	0.2855**	14.0000*	8.7006*	0.9228	5593.6914**	73.8025**
Gesso	0.0269	64.3426**	48.0278**	1.3704*	44444.0833**	32.1759**
Prof. x Calc.	0.0276	5.2685	3.8025	0.8488	888.4969	32.2562**
Prof. x Gesso	0.0755	21.0370**	14.3056**	0.7176	673.9167	5.6204
Calc. x Gesso	0.1305	7.4537	6.9414*	0.1728	3807.4784*	5.5701
Prof.xCal.xGes.	0.0156	3.6667	2,1821	0.5015	482.3 117	3.3302
Resíduo	0.0479	3.9743	3.0357	0,3823	1337.2421	3.0569
C.V. (%)	5.56	34.95	41,0	42.53	24.21	22.06
m	3.94	5.70	4.25	1.45	151.06	7.92

(*),(**) - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade. respectivamente.

TABELA 4A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos valores de pH e teores de Ca+Mg, K e Al obtidos na análise de solo em três profundidades em função dos anos de 1979 a 1987 e combinação de doses crescentes de calcário e de gesso.

Fontes de variação	pH	Ca+Mg	K	Al
Profundidade	3.1633**	1057.2778**	137956.4825**	1202.7603**
Calcário	2.7035**	190.6255**	6932.7435**	98.2095**
Gesso	2.1236**	211.4229**	16535.1121**	1.0165
Prof. x Calc.	0.1136	34.4006**	1192.9462*	27.6149**
Prof. x Gesso	0.1559	43.160	592.5689	1.9640
Calc. x Gesso	0.3888**	23.7978**	1090.8927*	5.0027*
Prof. x Calc. x Ges.	0.0655	3.4554	157.0058	2.4111
Resíduo (A)	0.0698	4.6220	418.7398	1.6964
C.V.(%)	1.96	11.70	8.72	10.67
Epoca	20.9157**	1320.5552**	245152.3915**	484.3081**
Ep. x Prof.	0.5132**	206.8353**	8263.6781**	46.7001**
Ep. x Calc.	0.0744**	10.8254**	1196.6432**	6.8592**
Ep. x Ges.	0.1331**	29.2075**	4844.6932**	5.9459**
Ep. x Prof. x Calc.	0.0274	7.4597**	478.9998	3.9729**
Ep. x Prof. x Ges.	0.0635**	9.3205**	305.1829	1.7788
Ep. x Calc. x Ges.	0.0680**	5.4790**	859.1326	2.2022**
Ep. x Prof. x Calc. x Ges.	0.0190	2.6940	221.1445	1.1836
Resíduo (B)	0.0336	3.3107	366.3161	1.2592
C.V.(%)	4.09	29.71	24.46	27.58
m	4.48	6.12	78.26	4.07

(*),(**) - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 5A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos teores de Ca e Mg obtidos na análise de solo em três profundidades, em função dos anos de 1981 a 1987 e em função da combinação de doses crescentes de calcário e de gesso

Fontes de variação	Ca	Mg
Profundidade	108.6814**	6.7413**
Calcário	106.7550**	1.2967**
Gesso	116.1310**	0.1882
Prof. x Calc.	11.2792**	0.7819*
Prof. x Gesso	1.4905	0.0937
Calc. x Gesso	14.7278**	0.1409
Prof. x Calc. x Ges.	1.2746	0.2412
Resíduo (A)	2.6529	0.2771
C.V.(%)	18.16	14.98
Epoca	301.0584**	34.1821**
Ep. x Prof	50.5017**	1.9395**
Ep. x Calc	6.6776**	0.5263*
Ep. x Ges.	13.4120**	0.3141
Ep. x Prof. x Calc.	5.0521**	0.4368'
Ep. x Prof. x Ges.	4.6933**	0.3257
Ep. x Calc. x Ges.	2.5242*	0.1656
Ep. x Prof. x Calc. x Ges.	1.4968	0.2342
Resíduo (B)	1.5832	0.2843
C.V.(%)	37.13	40.14
m	3.39	1.33

(*),(**) - Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos valores de pH e teores de Ca+Mg; Ca; Mg; K e Al obtidos na análise de solo em cinco profundidades, em função dos anos de 1984 a 1987 e em função da combinação de doses crescentes de calcário e gesso.

Fontes de variação	pH	Ca+Mg	Ca	Mg	K	Al
Profundidade	3,7370**	26,9424**	13,0646**	2,6722**	94749,6062**	1271,4479**
Calcário	1,7790**	78,6259**	61,5574**	1,2944**	10532,3051**	90,2667**
Gesso	1,0817**	95,8875**	74,4431**	1,3556**	31753,1056**	11,6431**
Prof. x Calc.	0,0623	2,7961	3,1072 *	0,2065	986,1257	15,2099**
Prof. x Gesso	0,0391	2,7642	2,0230	0,3972	424,9562	1,9885
Calc. x Gesso	0,3319**	12,7589**	9,3449**	0,5222	2512,8870**	5,4375**
Prof. x Calc. x Ges.	0,0352	1,5513	1,0474	0,2259	447,4784	1,9728
Resíduo (A)	0,0620	2,5269	1,6573	0,2777	716,4624	1,6972
C.V.(%)	6,0	36,26	40,69	43,21	24,27	30,45
Época	8,0654**	269,5296**	207,3685**	6,5130**	86257,3162**	315,6778**
Ép. x Prof.	0,9163**	34,6581**	21,4414**	2,4204**	42914,8127**	21,8387**
Ép. x Calc.	0,1578**	4,3062 *	4,3722**	0,8191**	2270,1705**	8,4482**
Ép. x Ges.	0,1490**	10,4227**	10,9505**	1,0963**	9914,0926**	10,1319**
Ép. x Prof. x Calc.	0,0382	3,0612**	2,1396 *	0,3608**	755,8816	4,9254**
Ép. x Prof. x Ges.	0,0382	6,6258**	4,2595**	0,4690**	859,6585	2,1834 *
Ép. x Calc. x Ges.	0,1200**	3,5474**	2,7042 *	0,3914**	1805,6988**	3,4301**
Ép.xProf.xCalc.xGe.	0,0158	1,6641	1,2562	0,1668	455,5302	1,6961
Resíduo (B)	0,0352	1,7622	1,3624	0,1948	567,9308	1,3880
C.V. (%)	4,52	30,28	36,89	36,19	21,61	27,54
m	4,15	4,38	3,16	1,22	110,30	4,28

(*),(**)- Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 7A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos valores de produção de biênios e média de 8 colheitas em sacas de café beneficiados/ha (80/81; 82/83; 84/85; 86/87 e 88/89) em função da combinação de doses crescentes de calcário e de gesso.

Fontes de variação	1980/1981	1983	1984/1985	1986/1987	1989	Média de 8 colheitas
Calcário	115,7581*	6,7186	67,4102	120,4175'	137,4656	55,1652**
Gesso	504,2595**	778,6162**	415,2992**	988,4218**	913,7969**	695,6658**
Calc. x Gesso	33,8796	159,3764*	26,1586	58,6719	53,1347	2,3516
Resíduo	29,9699	43,0070	70,3202	29,0133	50,7750	9,52070
C.V. (%)	15,90	14,76	19,76	15,67	36,18	8,80
m	34,44	44,43	42,43	34,37	19,69	35,07

(*),(**)- Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 8A: Resumo das análises de variância (quadrados médios e nível de significância) dos valores de % de raízes presentes nas camadas de solo de 0 a 20; 20 a 40; 40 a 60; 60 a 80; 80 a 100; 100 a 120; 120 a 140; 140 a 160; 160 a 180 cm de profundidade, em função da combinação de doses crescentes de calcário e gesso

Fontes de variação	% de raízes
Profundidade	2668,5536**
Calcário	0,2824
Gesso	1,1487
Prof. x Calc.	11,2931
Prof. x Gesso	16,7729
Calc. x Gesso	2,0035
Prof x Calc. x Ges.	32,0175**
Resíduo	11,8652
C.V. (%)	30,41
m	11,33

(*),(**)- Significativo pelo teste f a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 9A: Teste de média para a variável pH comparando o efeito dos tratamentos em três profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG. Lavras - MG, 1995

Trat.	Prof.	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	5.2 A	4.7 B	4.9 AB	4.2 C	4.9 AB	3.9 C	4.1 C	4.1 C	3.9 C
	20-40	4.8 A	4.2 BC	4.6 AB	4.2 BC	4.8 A	3.9 CD	3.9 CD	3.7 D	3.9 CD
	40-60	4.8 A	4.3 BC	4.6 AB	4.2 BCD	4.5 AB	4.2 BCDE	3.9 CDE	3.8 DE	3.7 E
C ₀ G ₁	0-20	5.2 A	4.7 B	4.9 AB	4.2 C	4.8 AB	3.9 C	4.1 C	4.1 C	3.9 C
	20-40	4.9 AB	4.5 BC	5.0 A	4.4 C	4.7 ABC	3.9 D	4.0 D	3.7 D	3.7 D
	40-60	4.8 A	4.5 AB	4.6 AB	4.4 AB	4.7 AB	4.2 BC	4.0 CD	3.9 CD	3.6 D
C ₀ G ₂	0-20	5.0 A	4.7 A	4.7 A	4.2 B	4.9 A	4.0 B	4.1 B	4.2 B	4.1 B
	20-40	5.0 A	4.4 BC	4.9 AB	4.5 BC	5.1 A	4.2 CD	4.2 CD	3.7 E	3.8 DE
	40-60	4.9 AB	4.4 CD	4.8 ABC	4.5 BCD	5.0 A	4.4 CD	4.1 DE	3.8 E	3.8 E
C ₁ G ₀	0-20	5.3 A	4.6 BC	4.9 AB	4.4 CD	4.9 AB	3.9 E	4.2 DE	4.0 DE	4.0 DE
	20-40	4.8 AB	4.4 BCD	4.6 ABC	4.3 CD	4.8 A	3.8 E	4.1 E	3.7 E	3.9 E
	40-60	4.8 A	4.3 BCD	4.5 ABC	4.2 CDE	4.7 AB	3.9 DE	3.9 DE	3.8 E	3.8 E
C ₁ G ₁	0-20	5.4 A	5.0 BC	5.2 AB	4.7 CD	4.9 BC	4.0 E	4.3 DE	4.3 DE	4.1 E
	20-40	5.0 A	4.9 A	5.1 A	4.8 A	5.1 A	4.0 BC	4.2 B	3.7 C	3.8 BC
	40-60	4.8 A	4.7 A	4.9 A	4.6 AB	5.0 A	4.2 BC	4.1 C	3.8 C	3.9 C
C ₁ G ₂	0-20	5.2 A	4.7 B	4.9 AB	4.5 BC	4.9 AB	4.1 D	4.2 CD	4.0 D	4.2 CD
	20-40	5.1 A	4.8 A	5.0 A	4.8 A	4.8 A	4.1 B	4.2 B	3.7 B	3.7 B
	40-60	4.9 A	4.6 AB	4.8 A	4.8 A	4.8 A	4.3 BC	4.1 CD	3.8 D	3.8 D
C ₂ G ₀	0-20	5.5 A	5.0 B	5.0 B	4.5 C	5.0 B	4.1 CD	4.2 CD	4.0 D	4.2 CD
	20-40	4.9 AB	4.5 BCD	4.8 ABC	4.4 CD	5.0 A	4.1 DE	4.1 DE	3.7 E	4.2 D
	40-60	4.8 A	4.5 AB	4.7 A	4.6 A	4.9 A	4.5 AB	4.1 BC	3.8 C	4.0 C
C ₂ G ₁	0-20	5.3 A	5.0 A	5.0 A	4.4 B	5.1 A	4.1 B	4.3 B	4.1 B	4.1 B
	20-40	4.9 AB	4.9 AB	5.1 A	4.5 BC	5.1 A	4.0 DE	4.2 CD	3.7 E	3.8 DE
	40-60	4.9 A	4.7 ABC	4.7 AB	4.5 ABC	4.8 A	4.4 BC	4.2 CD	3.8 DE	3.7 E
C ₂ G ₂	0-20	5.0 A	4.8 AB	5.0 A	4.8 AB	5.1 A	4.1 C	4.3 C	4.4 BC	4.1 C
	20-40	5.1 A	4.6 BC	5.1 A	4.8 AB	5.2 A	4.1 DE	4.5 BCD	4.1 CDE	3.7 E
	40-60	4.9 B	4.6 BC	5.1 B	4.8 B	5.4 A	4.3 CD	4.2 CD	3.9 DE	3.7 E
C ₃ G ₀	0-20	5.3 A	4.9 BC	5.2 AB	4.7 CD	5.2 AB	4.2 E	4.3 DE	4.2 E	4.1 E
	20-40	5.2 A	4.3 CDE	4.7 BC	4.5 BCD	4.8 AB	4.2 DE	4.2 DE	3.9 E	3.9 E
	40-60	4.8 A	4.2 BC	4.6 AB	4.5 AB	4.6 AB	4.3 BC	3.9 C	3.9 C	3.9 C
C ₃ G ₁	0-20	5.6 A	5.1 B	5.3 AB	4.9 B	5.3 AB	4.3 C	4.4 C	4.3 C	4.1 C
	20-40	5.2 A	5.0 A	5.2 A	4.9 A	5.3 A	4.3 BC	4.5 B	4.1 BC	4.0 C
	40-60	4.9 ABC	4.6 BCD	5.0 AB	4.8 BC	5.2 A	4.6 CD	4.6 CD	4.2 D	4.2 D
C ₃ G ₂	0-20	5.7 A	5.0 BC	5.3 AB	4.4 D	5.2 AB	4.5 D	4.2 D	4.6 CD	4.5 D
	20-40	5.1 AB	4.7 BC	5.1 AB	4.5 C	5.2 A	4.4 CD	4.2 CDE	4.0 DE	4.0 E
	40-60	4.8 AB	4.5 BC	4.7 AB	4.3 BCD	5.0 A	4.5 BC	4.1 CD	4.0 D	4.1 CD
DMS _e :0.4	DMS _a :	0.6	0.7	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7	0.5	0.8

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

DMS_e: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMS_a: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano.

TABELA 10A: Teste de média para a variável K (mg/kg) comparando o efeito dos tratamentos em três profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG. Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	42 D	56 D	40 D	63 CD	38 D	178 A	107 BC	108 B	143 AB
	20-40	28 C	33 C	32 C	43 BC	38 C	119 A	47 BC	87 AB	98 A
	40-60	20 O	56 DCB	24 CD	47 BCD	19 D	106 A	42 BCD	84 AB	65 ABC
C ₀ G ₁	0-20	55 E	64 DE	48 E	77 CDE	34 E	167 AB	102 CD	121 BC	176 A
	20-40	34 B	35 B	40 B	62 B	28 B	138 A	55 B	108 A	138 A
	40-60	27 C	51 BC	22 C	62 ABC	27 C	84 AB	48 BC	105 A	101 A
C ₀ G ₂	0-20	42 D	52 D	54 D	71 D	52 D	145 B	81 CD	124 BC	209 A
	20-40	31 C	32 C	38 C	60 C	39 C	142 AB	52 C	114 B	164 A
	40-60	25 B	47 B	27 B	53 B	27 B	110 A	44 B	108 A	114 A
C ₁ G ₀	0-20	51 DE	56 CDE	39 E	70 CDE	47 E	192 A	96 BCD	99 BC	138 B
	20-40	30 C	32 C	20 C	45 BC	32 C	113 A	41 BC	105 A	81 AB
	40-60	21 C	42 BC	18 C	40 BC	20 C	104 A	34 BC	103 A	76 AB
C ₁ G ₁	0-20	56 CD	50 D	58 CD	71 CD	53 CD	241 A	98 BC	137 B	232 A
	20-40	36 C	32 C	32 C	74 C	37 C	149 B	58 C	133 B	198 A
	40-60	29 CD	39 CD	18 D	69 BC	32 CD	112 AB	52 CD	136 A	132 A
C ₁ G ₂	0-20	50 CD	51 CD	43 CD	85 BCD	40 D	229 A	87 BC	126 B	222 A
	20-40	35 D	40 C	30 C	68 C	28 C	119 B	62 C	121 B	207 A
	40-60	21 CD	46 CD	19 D	53 CD	25 CD	128 A	68 BC	113 AB	124 A
C ₂ G ₀	0-20	51 D	65 CD	57 CD	83 CD	53 D	182 A	101 BC	138 AB	132 B
	20-40	28 B	33 B	27 B	62 B	37 B	116 A	48 B	111 A	122 A
	40-60	20 DE	37 CDE	16 E	62 BCD	20 DE	106 AB	39 CDE	130 A	78 BC
C ₂ G ₁	0-20	42 F	67 CDEF	62 DEF	100 CDE	55 EF	249 A	108 C	103 CD	166 B
	20-40	31 D	31 D	37 D	73 CD	36 D	145 AB	61 CD	100 BC	148 A
	40-60	27 DE	40 DE	14 E	65 BCD	25 DE	134 A	51 CDE	109 AB	X6 BC
C ₂ G ₂	0-20	47 DE	57 DE	41 E	92 CD	47 E	179 B	74 CDE	111 C	226 A
	20-40	39 D	34 D	30 D	74 CD	41 D	130 B	55 CD	92 BC	196 A
	40-60	30 B	39 B	17 B	50 B	37 B	118 A	46 B	110 A	154 A
C ₃ G ₀	0-20	54 C	50 C	67 C	92 BC	56 C	225 A	116 B	125 B	207 A
	20-40	36 B	29 B	25 B	56 B	36 B	118 A	60 B	110 A	129 A
	40-60	22 B	37 B	17 B	43 B	29 B	102 A	35 R	105 A	115 A
C ₃ G ₁	0-20	58 CD	52 D	78 CD	142 B	50 D	228 A	126 B	100 BC	190 A
	20-40	37 D	29 D	37 D	87 BC	55 CD	146 A	69 BCD	107 AB	152 A
	40-60	25 D	31 D	24 D	55 CD	31 D	140 A	82 BC	118 AB	106 AB
C ₃ G ₂	0-20	46 E	54 E	62 DE	102 CD	50 E	211 A	141 BC	150 B	253 A
	20-40	32 F	36 DEF	35 EF	80 CDE	41 DEF	130 B	80 CD	106 BC	180 A
	40-60	21 D	29 CD	23 D	55 CD	31 CD	116 B	72 BC	117 B	178 A
DMSe:46	DMSa:	22	33	39	45	38	120	52	63	136

Medias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

DMSe: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMSa: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano.

TABELA 11A: Teste de média para a variável Ca+Mg (mmol_e/dm³) comparando o efeito dos tratamentos em três profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG, Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	14,3 A	9,0 B	5,3 BCD	2,3 CD	2,3 CD	3,3 CD	2,0 D	3,3 CD	6,3 BC
	20-40	8,0 A	4,3 AB	5,3 AB	2,0 B	2,3 B	2,7 B	2,0 B	3,0 B	3,3 B
	40-60	6,0 A	6,0 A	5,0 A	2,3 A	2,3 A	2,7 A	2,0 A	4,0 A	2,3 A
C ₀ G ₁	0-20	14,7 B	19,0 A	10,0 C	4,0 D	2,7 D	3,0 D	2,0 D	5,0 D	4,3 D
	20-40	8,7 A	7,0 AB	7,7 A	2,7 C	2,0 C	3,0 BC	2,0 C	3,3 BC	5,0 ABC
	40-60	6,0 AB	8,0 A	5,3 AB	3,3 B	2,7 B	3,3 B	2,0 B	3,0 B	3,0 B
C ₀ G ₂	0-20	16,3 A	13,3 AB	10,0 B	3,3 C	2,7 C	3,3 C	2,0 C	3,3 C	10,3 B
	20-40	12,0 A	6,7 BC	9,7 AB	4,0 CD	4,0 CD	5,0 CD	2,0 D	4,7 CD	4,3 CD
	40-60	8,0 A	7,0 AB	6,0 ABC	4,3 ABC	3,7 BC	6,3 AB	2,0 C	3,0 BC	6,0 ABC
C ₁ G ₀	0-20	15,7 A	9,7 B	9,0 B	3,0 C	2,7 C	3,0 C	2,0 C	4,0 C	3,3 C
	20-40	7,0 A	5,0 AB	4,0 AB	2,0 B	2,7 B	2,3 B	2,0 B	3,3 AB	3,3 AB
	40-60	5,7 A	6,0 A	5,3 A	2,0 A	2,7 A	2,3 A	2,0 A	3,0 A	4,7 A
C ₁ G ₁	0-20	21,3 A	16,0 H	13,3 B	4,0 CD	3,0 D	3,7 D	2,3 D	3,7 D	8,0 C
	20-40	13,0 A	8,0 BC	9,3 AB	4,0 CD	4,3 CD	5,0 CD	2,0 D	4,0 CD	4,7 CD
	40-60	7,0 AB	8,0 A	7,0 AB	4,3 ABC	3,7 BC	5,1 ABC	2,3 C	5,3 ABC	5,3 ABC
C ₁ G ₂	0-20	21,7 A	12,3 B	12,0 B	5,7 C	2,3 C	3,7 C	2,0 C	3,7 C	10,0 B
	20-40	13,7 A	6,7 BC	9,3 B	4,7 CD	2,3 D	4,3 CD	2,3 D	5,0 CD	4,3 CD
	40-60	7,7 A	7,3 A	7,0 AB	4,7 ABC	2,7 C	5,0 ABC	2,3 C	3,0 BC	4,7 ABC
C ₂ G ₀	0-20	22,7 A	14,3 B	13,3 B	4,3 CD	4,3 CD	3,3 CD	2,3 D	5,3 CD	7,0 C
	20-40	11,7 A	6,7 BC	8,3 AB	3,0 C	3,0 C	4,0 C	2,0 C	4,7 BC	4,1 BC
	40-60	7,3 A	7,0 A	5,3 AB	3,7 AB	3,3 AB	3,3 AB	2,3 B	4,0 AB	5,7 AB
C ₂ G ₁	0-20	17,7 B	22,0 A	12,3 C	4,3 DE	4,0 DE	3,3 DE	2,3 E	3,7 DE	6,7 D
	20-40	11,3 A	9,3 A	7,7 AB	3,7 BC	3,3 C	4,0 C	2,0 C	3,7 BC	3,7 BC
	40-60	8,3 A	7,7 AB	6,3 ABC	3,7 BC	2,3 C	5,3 ABC	2,3 C	4,0 BC	4,7 ABC
C ₂ G ₂	0-20	21,0 A	7,7 CD	12,7 B	5,7 CDE	4,0 DE	3,7 DE	3,0 E	4,3 DE	9,7 BC
	20-40	15,0 A	5,3 C	10,3 H	5,0 C	3,3 C	3,7 C	2,0 C	4,0 C	4,7 C
	40-60	9,3 A	5,0 BC	8,7 AB	3,7 C	4,0 C	6,0 ABC	2,0 C	4,3 C	5,0 BC
C ₃ G ₀	0-20	21,7 A	15,0 B	15,7 B	4,7 CD	4,3 CD	4,7 CD	3,0 D	5,7 CD	8,0 C
	20-40	12,7 A	4,0 B	6,0 B	3,0 B	2,0 B	6,0 B	2,0 B	4,0 B	3,3 B
	40-60	7,3 A	4,7 AB	4,7 AB	4,0 AB	2,0 B	4,7 AB	2,0 B	5,0 AB	3,7 AB
C ₃ G ₁	0-20	22,3 A	19,7 A	21,3 A	8,7 B	4,0 CD	6,0 BCD	3,3 D	4,7 BCD	7,7 BC
	20-40	14,3 A	9,3 B	9,7 B	6,0 BC	4,7 C	6,7 BC	3,3 C	6,0 BC	5,7 BC
	40-60	9,0 A	6,7 ABC	7,0 ABC	4,3 BC	4,0 BC	7,7 AB	3,0 C	8,0 AB	4,7 BC
C ₃ G ₂	0-20	24,3 A	16,3 BC	19,7 B	3,7 D	4,3 D	7,0 D	3,0 D	5,7 D	15,0 C
	20-40	15,0 A	6,3 BCD	9,0 B	4,0 CD	3,7 D	8,0 BC	3,7 D	5,3 BCD	6,0 BCD
	40-60	6,3 ABC	6,3 ABC	7,3 AB	3,3 BC	3,0 C	8,3 A	2,3 C	4,7 ABC	6,3 ABC
DMSe:4,3	DMSa:	9,3	10,9	8,5	4,3	3,8	5,5	2,5	5,4	7,4

Medias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

DMSe: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMSa: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano

TABELA 12A: Teste de média para a variável Al (mmol_e/dm³) comparando o efeito dos tratamentos em três profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG. Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	1.7 E	3.7 DE	6.0 CD	6.7 C	6.0 CD	9.7 B	7.7 BC	8.3 BC	16.3 A
	20-40	1.7 B	2.7 B	3.0 B	2.3 B	4.0 AB	6.3 A	3.3 B	6.7 A	6.7 A
	40-60	1.0 B	1.3 B	1.7 B	1.3 B	1.7 B	2.0 B	3.3 AB	5.7 A	3.0 AB
C ₀ G ₁	0-20	1.7 F	3.7 EF	5.7 DE	7.7 BCD	6.3 CDE	9.3 B	9.0 BC	9.0 BC	17.3 A
	20-40	1.3 E	1.7 E	1.7 E	2.7 DE	3.3 CDE	5.7 BC	7.7 AB	7.7 AB	9.3 A
	40-60	1.0 C	2.0 C	1.7 C	2.7 BC	1.3 C	1.3 C	2.3 AB	5.3 AB	6.7 A
C ₀ G ₂	0-20	2.0 E	4.7 DE	6.7 CD	8.0 BC	6.7 CD	10.7 B	9.7 B	8.7 BC	17.0 A
	20-40	1.7 C	2.7 BC	3.0 BC	3.3 BC	2.3 BC	4.7 R	4.3 BC	8.3 A	9.7 A
	40-60	1.0 B	1.0 B	1.7 B	1.3 B	1.7 B	1.3 B	1.3 B	6.0 A	6.3 A
C ₁ G ₀	0-20	1.7 D	4.3 CD	6.0 BC	6.0 BC	6.7 BC	10.7 A	6.3 BC	7.7 B	11.7 A
	20-40	1.3 D	2.7 CD	2.7 CD	2.7 CD	2.7 CD	5.3 ABC	3.0 BCD	6.0 A	5.7 AB
	40-60	1.3 B	1.7 AB	2.3 AB	2.7 AB	1.7 AB	2.7 AB	3.0 AB	4.3 A	4.3 A
C ₁ G ₁	0-20	1.0 E	2.0 DE	3.0 DE	4.3 CD	6.0 BC	8.0 AB	8.7 AB	8.0 AB	10.3 A
	20-40	1.3 D	2.0 D	2.3 CD	2.3 CD	3.0 CD	5.0 BC	3.7 CD	7.3 AB	9.7 A
	40-60	1.0 B	1.3 B	1.3 B	2.0 B	1.3 R	2.0 B	1.7 B	6.0 A	6.3 A
C ₁ G ₂	0-20	1.0 F	4.0 E	4.3 DE	6.3 CDE	7.0 BCD	10.3 A	8.7 ABC	10.0 A	9.3 AB
	20-40	1.3 C	2.3 BC	2.3 BC	2.7 BC	3.1 BC	4.7 B	3.3 BC	7.7 A	8.7 A
	40-60	1.0 B	1.3 B	1.7 B	2.0 B	1.7 B	1.3 B	2.3 B	6.0 A	5.3 A
C ₂ G ₀	0-20	1.0 D	2.0 CD	4.0 BC	7.0 A	5.0 AB	7.0 A	6.7 AB	7.7 A	7.7 A
	20-40	1.3 C	2.0 BC	3.0 BC	3.0 BC	2.3 BC	4.3 AB	3.3 BC	7.0 A	3.7 BC
	40-60	1.0 B	1.3 B	2.3 AB	1.7 B	1.7 B	1.3 B	2.7 AB	4.7 A	3.7 AB
C ₂ G ₁	0-20	1.0 E	1.7 E	3.7 DE	6.3 CD	5.0 CD	10.0 A	7.0 BC	9.3 AB	9.7 AB
	20-40	1.3 D	2.0 D	2.3 D	2.3 D	2.3 D	5.7 BC	3.3 CD	7.3 AB	8.7 A
	40-60	1.3 B	1.0 B	1.7 R	1.3 B	1.3 B	1.7 B	1.7 B	5.0 A	4.7 A
C ₂ G ₂	0-20	1.0 E	3.3 DE	3.7 DE	4.0 CD	6.0 BCD	7.7 AB	6.7 BC	7.7 AB	10.0 A
	20-40	1.0 D	2.3 CD	2.0 CD	1.7 D	1.3 D	4.7 BC	3.7 BCD	6.0 AB	8.3 A
	40-60	1.0 B	1.0 B	1.3 B	1.3 R	1.3 B	2.0 B	1.3 B	3.7 AB	5.7 A
C ₃ G ₀	0-20	1.0 E	3.7 CDE	2.3 DE	4.7 BCD	5.7 BC	7.0 AB	5.3 BC	7.3 AB	8.7 A
	20-40	1.0 D	2.7 CD	3.0 BCD	3.0 BCD	3.0 BCD	4.0 BC	2.7 CD	5.7 AB	7.7 A
	40-60	1.0 B	2.0 AB	1.7 AB	1.3 B	2.0 AB	1.7 AB	2.3 AB	4.3 A	3.3 AB
C ₃ G ₁	0-20	1.0 F	1.3 EF	2.0 EF	4.0 CDE	3.0 DEF	7.7 AB	5.0 BCD	6.3 BC	10.0 A
	20-40	1.0 C	2.0 BC	2.0 BC	2.0 BC	2.7 BC	2.7 BC	2.7 BC	4.7 AB	6.3 A
	40-60	1.0 B	1.7 B	1.0 B	1.3 B	1.0 B	2.0 B	1.3 B	2.7 AB	5.0 A
C ₃ G ₂	0-20	1.0 D	2.0 CD	2.0 CD	7.0 AB	4.3 BC	5.3 AB	5.0 AB	6.7 AB	7.7 A
	20-40	1.0 D	2.7 CD	2.7 CD	2.7 CD	3.0 BCD	3.7 BCD	4.7 ABC	5.7 AB	7.0 A
	40-60	1.0 B	1.7 AB	1.3 AB	1.3 AB	2.0 AB	1.0 AB	1.7 AB	3.0 AB	4.0 A
DMS _e :2.7	DMS _a :	1.3	1.0	3.3	4.4	4.7	5.5	3.4	3.8	6.5

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

DMS_e: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMS_a: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano,

TABELA 13A: Teste de média para a variável Ca ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$) comparando o efeito dos tratamentos em três profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG, Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	3,0 AB	1,3 B	1,3 B	1,3 H	1,0 B	2,3 AB	5,0 A
	2040	3,0 A	1,0 A	1,3 A	1,0 A	1,0 A	2,0 A	2,3 A
	40-60	3,0 A	1,3 A	1,3 A	1,3 A	1,0 A	3,0 A	1,3 A
C ₀ G ₁	0-20	7,3 A	3,0 B	1,7 B	2,0 B	1,0 B	3,3 B	3,3 B
	2040	4,7 A	1,7 B	1,0 B	2,0 AB	1,0 B	2,3 AB	3,0 AB
	4040	3,3 A	2,3 A	1,7 A	2,3 A	1,0 A	2,0 A	2,3 A
C ₀ G ₂	0-20	7,7 A	2,3 B	2,0 B	2,3 A	1,0 B	2,3 B	8,7 A
	2040	8,0 A	3,0 BC	3,0 BC	4,0 B	1,0 C	3,3 BC	3,3 BC
	40-60	3,7 ABC	3,3 ABC	2,7 ABC	5,3 A	1,0 C	2,0 BC	4,7 AB
C ₁ G ₀	0-20	5,7 A	2,0 B	1,7 B	2,0 B	1,0 B	3,0 AB	2,3 B
	2040	2,3 A	1,0 A	1,7 A	1,3 A	1,0 A	2,3 A	2,3 A
	40-60	3,3 A	1,0 A	1,7 A	1,3 A	1,0 A	2,0 A	3,3 A
C ₁ G ₁	0-20	10,3 A	3,0 BC	2,0 C	2,7 C	1,0 C	2,7 C	5,7 B
	2040	7,3 A	3,0 BC	3,3 BC	4,0 B	1,0 C	2,7 BC	3,7 BC
	40-60	5,0 A	3,3 AB	2,7 AB	4,3 A	1,3 B	4,0 AB	4,3 A
C ₁ G ₂	0-20	10,0 A	4,7 B	1,3 C	2,7 BC	1,0 C	2,7 BC	7,7 A
	2040	7,0 A	3,7 B	1,3 B	3,3 B	1,3 B	3,7 B	3,3 A
	40-60	4,7 A	3,7 AB	1,7 B	4,0 AB	1,3 B	2,0 AB	3,7 AB
C ₂ G ₀	0-20	9,7 A	3,3 BCD	3,3 BCD	2,3 CD	1,0 D	4,0 BC	5,3 B
	2040	5,0 A	2,0 B	2,0 B	3,0 AB	1,0 B	3,7 AB	3,3 AB
	40-60	3,3 AB	2,7 AB	2,3 AB	2,3 AB	1,3 B	3,0 AB	4,3 A
C ₂ G ₁	0-20	9,3 A	3,3 BC	3,0 BC	2,3 BC	1,0 C	2,7 BC	4,3 B
	2040	5,7 A	2,7 B	2,3 B	3,0 AB	1,0 B	2,7 B	2,7 B
	40-60	3,7 AB	2,7 AB	1,3 B	4,3 A	1,3 B	3,0 AB	3,0 AB
C ₂ G ₂	0-20	10,0 A	4,7 BC	3,0 CD	2,7 CD	1,7 D	3,3 CD	6,7 B
	2040	6,7 A	4,0 AB	2,3 BC	2,7 BC	1,0 C	3,0 BC	3,3 BC
	40-60	6,0 A	2,7 BC	3,0 BC	5,0 AB	1,0 C	3,3 ABC	4,0 AB
C ₃ G ₀	0-20	12,0 A	3,7 BC	3,3 BC	3,7 BC	1,7 C	4,3 BC	5,7 B
	2040	3,3 AB	2,0 B	1,0 B	5,0 A	1,0 B	3,0 AB	2,3 AB
	40-60	3,0 AB	2,7 AB	1,0 B	3,7 AB	1,0 B	4,0 A	2,7 AB
C ₃ G ₁	0-20	16,7 A	7,7 B	2,7 DE	5,0 BCD	2,0 E	3,3 CDE	5,7 BC
	2040	8,0 A	5,0 BC	3,7 BC	5,7 AB	2,3 C	4,7 BC	4,7 BC
	40-60	4,7 ABC	3,3 BC	3,0 C	6,3 A	2,0 C	6,0 AB	3,3 BC
C ₃ G ₂	0-20	15,3 A	2,7 D	3,3 CD	6,0 C	1,7 D	4,3 CD	12,0 B
	2040	6,7 AB	3,0 C	2,7 C	7,0 A	2,7 C	4,0 BC	4,7 ARC
	40-60	5,3 AB	2,3 CD	2,0 CD	7,3 A	1,3 D	3,7 BCD	4,7 ABC
DMS _e :2.9	DMS _a :	6.7	4.2	3.7	5.3	2.0	4.0	6.5

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

DMS_e: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMS_a: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano.

TABELA 14A: Teste de média para a variável Mg (mmol/dm^3) comparando o efeito dos tratamentos em três profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso-MG. Lavras-MG, 1995.

Trat.	Prof.	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	2,3 A	1,0 B	1,0 B	2,0 AB	1,0 B	1,0 B	1,3 AB
	2040	2,3 A	1,0 B	1,0 B	1,7 AB	1,0 B	1,0 B	1,0 B
	40-60	1,7 A	1,0 A	1,0 A	1,3 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A
C ₀ G ₁	0-20	2,7 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,7 AB	1,0 B
	20-40	3,0 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	2,0 AB
	40-60	2,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A
C ₀ G ₂	0-20	2,3 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,7 AB
	2040	1,7 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,3 A	1,0 A
	4040	2,3 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 A	1,0 AB
C ₁ G ₀	0-20	3,3 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B
	2040	1,7 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A
	4040	2,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,3 A
C ₁ G ₁	0-20	3,0 A	1,0 C	1,0 C	1,0 C	1,3 BC	1,0 C	2,3 AB
	2040	2,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,3 A	1,0 A
	40-60	2,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,3 A	1,0 A
C ₁ G ₂	0-20	2,0 AB	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	2,3 A
	20-40	2,3 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,3 AB	1,0 B
	40-60	2,3 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B
C ₂ G ₀	0-20	3,7 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,3 B	1,3 B	1,7 B
	2040	3,3 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B
	40-60	2,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,3 A
C ₂ G ₁	0-20	3,0 A	1,0 C	1,0 C	1,0 C	1,3 BC	1,0 C	2,3 AB
	20-40	2,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A
	40-60	2,7 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,7 AB
C ₂ G ₂	0-20	2,7 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	3,0 A
	2040	3,7 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,3 B
	40-60	2,7 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B
C ₃ G ₀	0-20	3,7 A	1,0 C	1,0 C	1,0 C	1,3 BC	1,3 BC	2,3 B
	2040	2,7 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B
	40-60	1,7 A	1,3 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A
C ₃ G ₁	0-20	4,7 A	1,1 B	1,3 B	1,0 B	1,3 B	1,3 B	2,0 B
	2040	1,7 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,3 A	1,0 A
	40-60	2,3 A	1,0 B	1,0 B	1,3 AB	1,0 B	2,0 AB	1,3 AB
C ₃ G ₂	0-20	4,3 A	1,0 C	1,0 C	1,0 C	1,3 C	1,3 C	3,0 B
	20-40	2,3 A	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,0 B	1,3 AB	1,3 AB
	40-60	2,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,0 A	1,7 A
DMS _e :1.2	DMS _a :	4,0	1,0	1,0	1,3	0,9	1,6	2,3

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

DMS_e: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMS_a: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano.

TABELA 16A: Teste de media para a variável K (mg/kg) comparando o efeito dos tratamentos em cinco profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG. Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1984	1985	1986	1981
C ₂ G ₁	0-20	178 A	107 B	108 R	143 AR
	20-40	119 A	47 B	87 AB	98 AB
	40-60	106 A	42 B	84 AB	65 AB
	60-80	40 A	78 A	92 A	71 A
	80-100	56 B	111 AB	118 AB	84 AR
C ₂ G ₂	0-20	167 A	102 B	121 AB	176 A
	20-40	138 A	55 B	108 AB	138 A
	40-60	84 A	48 A	105 A	101 A
	60-80	48 A	83 A	106 A	94 A
	80-100	40 B	126 A	124 A	96 AB
C ₂ G ₃	0-20	145 A	81 B	124 BC	209 A
	20-40	142 A	52 B	114 A	164 A
	4-50	110 A	44 B	108 A	114 A
	60-80	42 B	81 AB	116 A	108 A
	80-100	46 B	89 AB	144 A	121 A
C ₁ G ₁	0-20	192 A	96 B	99 B	138 AB
	20-40	113 A	41 B	105 A	81 AB
	4-50	104 A	34 B	103 A	16 AB
	60-80	19 A	67 A	112 A	65 A
	80-100	40 B	93 AB	117 A	74 AB
C ₁ G ₂	0-20	241 A	98 B	137 B	232 A
	20-40	149 AB	58 C	133 B	198 A
	40-60	112 AB	52 B	136 A	132 A
	60-80	63 B	80 B	152 A	111 AB
	80-100	45 C	66 BC	159 A	120 AB
C ₁ G ₃	0-20	229 A	87 B	126 B	222 A
	20-40	119 B	62 B	121 B	207 A
	40-60	128 A	68 A	113 A	124 A
	60-80	84 A	74 A	130 A	119 A
	80-100	63 B	86 B	163 A	112 AB
C ₁ G ₄	0-20	182 A	101 B	138 AB	132 AB
	20-40	116 A	48 B	111 A	122 A
	40-60	106 A	39 B	130 A	78 AB
	60-80	73 A	79 A	125 A	61 A
	80-100	61 B	71 B	147 A	75 B
C ₁ G ₅	0-20	249 A	108 BC	103 C	166 B
	20-40	145 A	61 B	100 AB	148 A
	40-60	134 A	51 B	109 AB	86 AB
	60-80	55 B	114 AB	127 A	16 AB
	80-100	52 B	109 AB	158 A	88 B
C ₂ G ₁	0-20	179 A	74 B	111 R	226 A
	20-40	130 B	55 C	92 BC	196 A
	4-50	118 A	46 B	110 A	154 A
	60-80	57 B	89 B	150 A	83 B
	80-100	46 B	105 AB	163 A	90 B
C ₂ G ₂	0-20	225 A	116 B	125 B	207 A
	20-40	118 AB	60 R	110 AB	129 A
	40-60	102 A	35 B	105 A	115 A
	60-80	60 A	71 A	120 A	81 A
	80-100	31 B	110 A	112 A	81 AB
C ₂ G ₃	0-20	228 A	126 B	100 B	190 A
	20-40	146 A	69 B	107 AB	152 A
	40-60	140 A	82 A	118 A	106 A
	60-80	85 A	91 A	131 A	82 A
	80-100	56 B	94 AB	140 A	103 AB
C ₂ G ₄	0-20	211 A	141 B	150 B	253 A
	20-40	130 AB	80 B	106 B	180 A
	40-60	116 B	72 B	117 B	178 A
	60-80	67 B	118 AB	147 B	131 A
	80-100	34 B	125 A	155 A	176 A
DMSe : 60	DMSa	103	60	73	124

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

DMSe: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMSa: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano

TABELA 17A: Teste de média para a variável Ca+Mg (mmol/dm³) comparando o efeito dos tratamentos em cinco profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG, Lavras - MG, 1995

Trat.	Prof.	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	3.3 AB	2.0 H	3.3 AB	6.3 A
	20-40	2.7 A	2.0 A	3.0 A	3.3 A
	40-60	2.7 A	2.0 A	4.0 A	2.3 A
	60-80	4.0 A	2.0 A	3.3 A	4.0 A
	80-100	4.7 A	2.3 A	4.7 A	3.3 A
C ₀ G ₁	0-20	3.0 A	2.0 A	5.0 A	4.3 A
	20-40	3.0 A	2.0 A	3.3 A	5.0 A
	40-60	3.3 A	2.0 A	3.0 A	3.3 A
	60-80	3.3 AB	2.7 B	5.0 AB	6.3 A
	80-100	3.3 A	3.0 A	6.0 A	4.3 A
C ₀ G ₂	0-20	3.3 B	2.0 R	3.3 B	10.0 A
	20-40	5.0 A	2.0 A	4.7 A	4.3 A
	40-60	6.3 A	2.0 B	3.0 AB	6.0 A
	60-80	5.0 A	3.0 A	3.7 A	5.7 A
	80-100	4.3 AB	3.3 B	7.0 A	5.7 AB
C ₁ G ₀	0-20	3.0 A	2.0 A	4.0 A	3.3 A
	20-40	2.3 A	2.0 A	3.3 A	3.3 A
	40-60	2.3 A	2.0 A	3.0 A	4.7 A
	60-80	3.0 A	2.3 A	3.7 A	4.7 A
	80-100	3.7 A	2.0 A	4.3 A	1.7 A
C ₁ G ₁	0-20	3.7 B	2.3 B	3.7 B	8.0 A
	20-40	5.0 A	2.0 A	4.0 A	4.7 A
	40-60	5.3 A	2.3 A	5.3 A	5.3 A
	60-80	4.7 A	3.3 A	5.3 A	6.0 A
	80-100	3.7 A	4.0 A	5.7 A	5.7 A
C ₁ G ₂	0-20	3.7 B	2.0 B	3.7 B	10.0 A
	20-40	4.3 A	2.3 A	5.0 A	4.3 A
	40-60	5.0 A	2.3 A	3.0 A	4.7 A
	60-80	4.3 A	3.0 A	4.7 A	5.3 A
	80-100	4.7 A	4.0 A	7.0 A	6.0 A
C ₂ G ₀	0-20	3.3 R	2.3 B	5.3 AB	7.0 A
	20-40	4.0 A	2.0 A	4.7 A	4.3 A
	40-60	3.3 A	2.3 A	4.0 A	5.7 A
	60-80	3.3 A	3.0 A	6.0 A	4.7 A
	80-100	4.0 A	3.7 A	6.7 A	6.7 A
C ₂ G ₁	0-20	3.3 A	2.3 A	3.7 A	6.7 A
	20-40	4.0 A	2.0 A	3.7 A	3.7 A
	40-60	5.3 A	2.3 A	4.0 A	4.7 A
	60-80	5.0 A	2.7 A	3.7 A	3.0 A
	80-100	3.3 B	3.3 B	5.7 AB	7.0 A
C ₂ G ₂	0-20	3.7 B	3.0 B	4.3 B	9.7 A
	20-40	3.7 A	2.0 A	4.0 A	4.7 A
	40-60	6.0 A	2.0 B	4.3 AB	5.0 AB
	60-80	8.7 A	3.0 B	5.7 AB	4.0 B
	80-100	4.3 B	3.7 B	8.0 A	6.0 AB
C ₃ G ₀	0-20	4.7 AB	3.0 B	5.7 AB	8.0 A
	20-40	6.0 A	2.0 B	4.0 AB	3.3 AB
	40-60	4.7 A	2.0 A	7.0 A	3.7 A
	60-80	4.3 A	2.3 A	4.3 A	3.7 A
	80-100	3.7 A	3.3 A	6.0 A	3.7 A
C ₃ G ₁	0-20	6.0 AB	3.3 B	4.7 AB	7.7 A
	20-40	6.7 A	3.3 A	6.0 A	5.7 h
	40-60	7.7 A	3.0 B	8.0 A	4.7 AB
	60-80	6.3 A	4.3 A	7.0 A	4.3 A
	80-100	4.7 B	4.3 B	8.3 A	5.0 AB
C ₃ G ₂	0-20	7.0 B	3.0 C	5.7 BC	1.0 A
	20-40	8.0 A	3.7 B	5.3 AB	6.0 AB
	40-60	8.3 A	2.3 C	4.7 BC	6.3 AB
	60-80	5.7 AB	3.3 R	7.7 A	6.0 AB
	80-100	4.3 B	4.0 R	9.7 A	8.7 A
DMS _e : 3.0	DMS _a :	5.6	2.9	5.2	6.8

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

DMSe: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMSa: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano.

TABELA 18A: Teste de média para a variável Al ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$) comparando o efeito dos tratamentos em cinco profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG. Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	9.7 B	7.7 B	8.3 B	16.3 A
	20-40	6.3 AB	3.3 B	6.7 A	6.7 A
	4-60	2.0 B	3.3 AB	5.7 A	3.0 AB
	60-80	1.3 A	1.0 A	4.0 A	2.3 A
	80-100	1.3 A	1.0 A	3.0 A	1.3 A
C ₀ G ₁	0-20	9.3 B	8.7 B	9.0 B	17.3 A
	20-40	5.7 B	5.3 B	7.7 AB	9.3 A
	40-60	1.3 B	2.0 B	5.3 A	6.7 A
	60-80	1.3 B	2.0 AB	3.7 AB	5.0 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	2.0 A	4.0 A
C ₀ G ₂	0-20	10.7 B	9.7 B	8.7 B	17.0 A
	20-40	4.7 B	4.3 B	8.3 A	9.7 A
	40-60	1.3 B	1.3 B	6.0 A	6.3 A
	60-80	1.0 B	1.0 B	3.7 B	7.0 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.7 A	2.3 A
C ₁ G ₀	0-20	10.7 AB	6.3 C	7.7 BC	11.7 A
	20-40	5.3 A	3.0 A	6.0 A	5.7 A
	40-60	2.7 A	3.0 A	4.3 A	4.3 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	3.7 A	3.3 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.7 A	1.3 A
C ₁ G ₁	0-20	8.0 A	8.7 A	8.0 A	10.3 A
	20-40	5.0 BC	3.7 C	7.3 AB	9.7 A
	40-60	2.0 B	1.7 B	6.0 A	6.3 A
	60-80	1.3 A	1.0 A	3.0 A	2.7 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.7 A	2.0 A
C ₁ G ₂	0-20	10.3 A	8.7 A	10.0 A	9.3 A
	20-40	4.7 BC	3.3 C	7.7 AB	8.7 A
	40-60	1.3 C	2.3 BC	6.0 A	5.3 AB
	60-80	1.0 B	1.0 B	3.0 AB	5.0 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.0 A	2.3 A
C ₂ G ₀	0-20	7.0 A	6.7 A	7.7 A	7.7 A
	20-40	4.3 AB	3.3 B	7.0 A	3.7 B
	40-60	1.3 B	2.7 AB	4.7 A	3.7 AB
	60-80	1.0 A	1.0 A	2.3 A	2.3 A
	80-100	2.0 A	1.0 A	1.3 A	1.7 A
C ₂ G ₁	0-20	10.0 A	7.0 A	9.3 A	9.7 A
	20-40	5.7 ABC	3.3 C	7.3 AB	8.7 A
	40-60	1.7 B	1.7 B	5.0 A	4.7 AB
	60-80	1.7 AB	1.0 B	3.3 AB	4.7 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.0 A	2.7 A
C ₂ G ₂	0-20	7.7 AB	6.7 B	7.7 AB	10.0 A
	20-40	4.7 B	3.7 B	6.0 AB	8.3 A
	40-60	2.0 B	1.3 B	3.7 AB	5.7 A
	60-80	1.3 A	1.0 A	2.0 A	2.3 A
	80-100	1.3 A	1.0 A	1.0 A	2.0 A
C ₃ G ₀	0-20	7.0 AB	5.3 B	7.3 AB	8.7 A
	20-40	4.0 B	2.7 B	5.7 AB	7.7 A
	40-60	1.7 A	2.3 A	4.3 A	3.3 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	2.7 A	3.3 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.0 A	2.7 A
C ₃ G ₁	0-20	7.7 AB	5.0 B	6.3 B	10.0 A
	20-40	2.7 B	2.7 B	4.7 AB	6.3 A
	40-60	2.0 AB	1.3 B	2.7 AB	5.0 A
	60-80	1.3 A	1.0 A	1.3 A	3.0 A
	80-100	1.0 B	1.0 B	1.0 B	4.3 A
C ₃ G ₂	0-20	5.3 A	5.0 A	6.7 A	7.7 A
	20-40	3.7 B	4.7 AB	5.7 AB	7.0 A
	40-60	1.0 A	1.7 A	3.0 A	4.0 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	80-100	1.3 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
DMS _e : 3.0	DMS _a :	4.5	3.0	3.5	6.7

Medias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

DMS_e: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMS_a: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano

TABELA 19A: Teste de media para a variável Ca (mmol/dm^3) comparando o efeito dos tratamentos em cinco profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG. Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1984	1985	1986	1987
C ₀ G ₀	0-20	1.5 B	1.0 B	2.5 AB	2.0 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	2.0 A	2.3 A
	40-60	1.3 A	1.0 A	3.0 A	1.3 A
	60-80	2.3 A	1.0 A	2.3 A	3.0 A
	80-100	3.0 A	1.3 A	3.3 A	2.5 A
C ₀ G ₁	0-20	2.0 A	1.0 A	3.3 A	3.3 A
	20-40	2.0 A	1.0 A	2.3 A	3.0 A
	40-60	2.3 A	1.0 A	2.0 A	2.3 A
	60-80	2.3 A	1.7 A	4.0 A	4.0 A
	80-100	2.3 A	2.0 A	4.3 A	3.3 A
C ₀ G ₂	0-20	2.3 B	1.0 B	2.3 B	8.7 A
	20-40	4.0 A	1.0 A	3.3 A	3.3 A
	40-60	5.3 A	1.0 C	2.0 BC	4.7 AB
	60-80	4.0 A	2.0 A	2.7 A	4.3 A
	80-100	3.3 A	2.3 A	4.0 A	4.3 A
C ₁ G ₀	0-20	2.0 A	1.0 A	3.0 A	2.3 A
	20-40	1.3 A	1.0 A	2.3 A	2.3 A
	40-60	1.3 A	1.0 A	2.0 A	3.3 A
	60-80	2.0 A	1.3 A	2.7 A	5.3 A
	80-100	2.6 A	1.0 A	3.3 A	3.7 A
C ₁ G ₁	0-20	2.7 AB	1.0 B	2.7 AB	5.7 A
	20-40	4.0 A	1.0 A	2.7 A	3.7 A
	40-60	4.3 A	1.3 A	4.0 A	4.3 A
	60-80	3.7 A	2.3 A	4.0 A	4.7 A
	80-100	2.7 A	3.0 A	4.0 A	4.0 A
C ₁ G ₂	0-20	2.7 B	1.0 B	2.7 B	7.7 A
	20-40	3.3 A	1.3 A	3.7 A	3.3 A
	40-60	4.0 A	1.3 A	2.0 A	3.7 A
	60-80	3.3 A	2.0 A	3.7 A	4.3 A
	80-100	3.7 A	3.0 A	5.0 A	4.3 A
C ₂ G ₀	0-20	2.3 AB	1.0 B	4.0 AB	5.3 A
	20-40	3.0 A	1.0 A	3.7 A	3.3 A
	40-60	2.3 A	1.3 A	3.0 A	4.3 A
	60-80	2.3 A	2.0 A	4.3 A	3.7 A
	80-100	3.0 A	2.7 A	4.7 A	5.3 A
C ₂ G ₁	0-20	2.3 AB	1.0 B	2.7 AB	4.3 A
	20-40	3.0 A	1.0 A	2.7 A	2.7 A
	40-60	4.3 A	1.3 A	3.0 A	3.0 A
	60-80	4.0 A	1.7 A	2.7 A	2.0 A
	80-100	2.3 A	2.3 A	4.3 A	5.3 A
C ₂ G ₂	0-20	2.7 B	1.7 B	3.3 B	6.7 A
	20-40	2.7 A	1.0 A	3.0 A	3.3 A
	40-60	5.0 A	1.0 B	3.3 AB	4.0 AB
	60-80	7.3 A	2.0 B	4.0 B	2.7 R
	80-100	3.3 AB	2.7 B	6.0 A	4.7 AB
C ₃ G ₀	0-20	3.7 AB	1.7 B	4.3 AB	5.7 A
	20-40	5.0 A	1.0 B	3.0 AB	2.3 AB
	40-60	3.7 A	1.0 A	4.0 A	2.1 A
	60-80	3.3 A	1.3 A	3.0 A	2.1 A
	80-100	2.7 A	2.3 A	4.3 A	2.7 A
C ₃ G ₁	0-20	5.0 AB	2.0 B	3.3 AB	5.7 A
	20-40	5.7 A	2.3 B	4.7 AB	4.7 AB
	40-60	6.3 A	2.0 B	6.0 A	3.3 AB
	60-80	5.3 A	3.3 A	5.0 A	3.0 A
	80-100	3.7 A	3.3 A	6.0 A	3.7 A
C ₃ G ₂	0-20	6.0 B	1.7 C	4.3 BC	12.0 A
	20-40	7.0 A	2.7 B	4.0 AB	4.7 AB
	40-60	7.3 A	1.3 C	3.7 BC	4.7 AB
	60-80	4.3 A	2.3 A	2.0 A	4.7 A
	80-100	3.3 B	3.0 B	5.3 AB	6.7 A
DMS _e : 3.0	DMS _a :	5.2	2.7	3.9	5.8

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, comparadas no sentido horizontal não diferem, estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

DMS_e: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMS_a: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano.

TABELA 20A: Teste de media para a variável Mg (mmol/dm³) comparando o efeito dos tratamentos em cinco profundidades e diferentes épocas, num experimento de campo da Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso - MG. Lavras - MG, 1995.

Trat.	Prof.	1984	1985	1986	1987
COG	0-20	2.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	20-40	1.7 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	40-60	1.3 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	60-80	1.7 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	80-100	1.7 A	1.0 A	1.3 A	1.0 A
C ₀ G ₁	0-20	1.0 A	1.0 A	1.7 A	1.0 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.0 A	2.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	60-80	1.0 B	1.0 B	1.0 B	2.3 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.7 A	1.0 A
C ₀ G ₂	0-20	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.7 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	80-100	1.0 B	1.0 B	3.0 A	1.3 B
C ₁ G ₀	0-20	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
C ₁ G ₁	0.20	1.0 A	1.3 AB	1.0 A	2.3 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.0 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.7 A	1.7 A
C ₁ G ₂	0-20	1.0 B	1.0 B	1.0 B	2.3 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.3 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	2.0 A	1.7 A
C ₂ G ₀	0.20	1.0 A	1.3 A	1.3 A	1.7 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.7 A	1.0 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	2.0 A	1.3 A
C ₂ G ₁	0-20	1.0 B	1.3 AB	1.0 B	2.3 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.7 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.7 A
C ₂ G ₂	0-20	1.0 B	1.3 B	1.0 B	3.0 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.3 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	60-80	1.3 A	1.0 A	1.7 A	1.3 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	2.0 A	1.3 A
C ₃ G ₀	0.20	1.0 B	1.3 AB	1.3 AB	2.3 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.0 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.0 A
	80-100	1.0 A	1.0 A	1.7 A	1.0 A
C ₃ G ₁	0-20	1.0 A	1.3 A	1.3 A	2.0 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.0 A
	40-60	1.3 A	1.0 A	2.0 A	1.3 A
	60-80	1.0 A	1.0 A	2.0 A	1.3 A
	80-100	1.0 B	1.0 B	2.3 A	1.3 AB
C ₃ G ₂	0-20	1.0 B	1.1 B	1.3 B	3.0 A
	20-40	1.0 A	1.0 A	1.3 A	1.3 A
	40-60	1.0 A	1.0 A	1.0 A	1.7 A
	60-80	1.3 B	1.0 B	2.7 A	1.3 B
	80-100	1.0 B	1.0 B	4.3 A	2.0 H
DMSe : 1.0	DMSa :	1.4	0.7	2.2	2.3

Médias seguidas de mesma letra maiúscula; comparadas no sentido horizontal não diferem estatisticamente, entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

DMSe: Diferença mínima significativa entre épocas.

DMSa: Diferença mínima significativa entre tratamentos e profundidades dentro de cada ano

TABELA 21 A: Equações de regressão de melhor ajuste para a resposta dos valores de pH em função dos tratamentos.

Denominação			Equações	r ²
Ano	Prof.(cm)	Trat.		
1979	0 a 20	C ₂	(*)Y=5,5777778-0,0002667X (**)	0,99
1979	0 a 20	C ₃	Y=5,366667+0,0001292X (**)	0,89
1979	20 a 40	C ₁	Y=4,827778+0,0001163X (**)	0,91
1980	0 a 20		Y=4,791667+0,0002132X-0,000000008X ² (**)	1,00
1980	20 a 40		Y=4,35+0,0006460X-0,00000021X ² (**)	1,00
1980	40 a 60		Y=4,325+0,0003876X-0,00000012X ² (**)	1,00
1982		C ₀	Y=4,211111+0,0000861X (**)	0,89
1982		C ₁	Y=4,361111+0,00001507X (**)	0,77
1982		C ₂	Y=4,437037+0,0001292X (**)	0,78
1982		C ₃	Y=4,53333+0,0005771X-0,00000024X ² (**)	1,00
1983		C ₀	Y=4,692593+0,0001034X (**)	0,69
1983		C ₁	Y=4,811111+0,0002885X-0,00000011X ² (**)	1,00
1983		C ₂	Y=4,977037+0,0001034X(**)	0,78
1983		C ₃	Y=4,866667+0,0005297X-0,00000016X ² (**)	1,00
1983	20 a 40		Y=4,902778+0,0000775X (**)	0,90
1983	40 a 60		Y=4,702778+0,0001486X (**)	0,97
1984		C ₀	Y=4,182222+0,0000982X (**)	0,73
1984		C ₁	Y=4,082222+0,0001085X (**)	0,89
1985		C ₁	Y=4,12+0,0002946X-0,00000009X ² (**)	1,00
1985		C ₂	Y=4,267778+0,0000749X (**)	0,90
1985		C ₃	Y=4,153333+0,000553X-0,00000019X ² (**)	1,00
1986		C ₁	Y=3,84+0,0001860X-0,00000006X ² (**)	1,00
1986		∞	Y=3,946667-0,0001576X+0,00000010X ² (**)	1,00
1986		C ₃	Y=4,022222+0,0001344X (**)	0,89
1986	0 a 20		Y=4,065278+0,0000937X (**)	0,99
1986	20 a 40		Y=3,744444+0,0000581X (**)	0,91
1986	60 a 80		Y=3,848611+0,0000549X (**)	0,97
1986	80 a 100		Y=4,025+0,0001227X (**)	1,00
1986	0 a 20		Y=4,055556+0,0000995X (***)	0,85
1986	20 a 40		Y=3,686667+0,0001012X (***)	0,97
1986	40 a 60		Y=3,773333+0,0000732X (***)	0,81
1986	60 a 80		Y=3,771111+0,0001130X (***)	0,99
1986	80 a 100		Y=0,144444+0,0001820X (***)	0,95

(*)Y = valores de pH.

(**)X= doses de gesso.

(***)X= doses de calcário.

TABELA 22A: Equações de regressão de melhor ajuste para a resposta dos teores de K em função dos tratamentos.

Denominação			Equações	r ²
Ano	Prof. (cm)	Trat.		
1979		C ₀	(*)Y=29,888889+0,0125754X-0,00000447X ² (**)	1,00
1979		C ₁	Y=33,666667+0,0097761X-0,00000351X ² (**)	1,00
1979		C ₂	Y=32,166667+0,0021964X (**)	0,75
1979		C ₇	Y=37,111111+0,0063738X-0,00000307X ² (**)	1,00
1980	40 a 60		Y=48,84444-0,0059132X (***)	0,94
1981	0 a 20		Y=43,88889+0,0077037X (***)	0,91
1985	20 a 40		Y=50,708333+0,0052003X (**)	0,84
1985	40 a 60		Y=41,236111+0,0076550X (**)	0,73
1985	60 a 80		Y=77,236111+0,0064922X (**)	0,67
1985	0 a 20		Y=97,548485-0,0128397X+0,00000762X ² (***)	1,00
1985	20 a 40		Y=49,4+0,0061079X (***)	0,88
1985	40 a 60		Y=43,8+0,0055704X (***)	0,69
1985	60 a 80		Y=78,511111+0,0054095X (***)	0,50
1985	80 a 100		Y=104,838384-0,0227811X+0,00000825X ² (***)	0,62
1986		C ₀	Y=98,988889+0,0090698X (**)	0,97
1986		C ₁	Y=107,2+0,0471059X-0,00001472X ² (**)	1,00
1986		C ₃	Y=112,644444+0,0079587X (**)	0,93
1987		C ₀	Y=93,433333+0,0197158X (**)	0,99
1987		C ₁	Y=99,288889+0,0271318X (**)	0,73
1987		2	Y=91,533333+0,0213437X (**)	0,96
1987		C ₃	Y=113,7+0,03236434X (**)	0,80

(*)Y = teores de K.

(**)X = doses de gesso.

(***)X = doses de calcário

TABELA 23A: Equações de regressão de melhor ajuste para a resposta dos teores de Ca+Mg em função dos tratamentos.

Denominação		Equações	r ²
Ano	Prof. (cm) Trat		
1979	0 a 20	(*)Y=16,42222+0,002324X (***)	0,86
1979	20 a 40	Y=9,95556+0,001452X (***)	0,95
1979		C ₀ Y=9,11111+0,001034X (**)	0,84
1979		C ₁ Y=10,07407+0,001895X (**)	0,83
1979		C ₂ Y=13,88889-0,002713X+0,0000012X ² (**)	1,00
1980	0 a 20	Y=12+0,01095X-0,00000042X ² (**)	1,00
1980	20 a 40	Y=4,66667+0,0052X-0,0000018X ² (**)	1,00
1981	0 a 20	Y=8,42222+0,003403X (***)	0,98
1982		C ₀ Y=2,31481+0,0000646X (**)	0,96
1982		C ₁ Y=2,49074+0,001029X (**)	0,96
1982		C ₂ Y=3,55556+0,000431X (**)	0,89
1982		C ₃ Y=3,88889+0,003910X-0,0000015X ² (**)	1,00
1983		C ₀ Y=2,16667+0,000474X (**)	0,82
1983		C ₁ Y=2,66667+0,001637X-0,0000007X ² (**)	1,00
1983		C ₃ Y=2,77778+0,001895X-0,0000006X ² (**)	1,00
1984	0 a 20	Y=2,82222+0,000897X (***)	0,83
1984	20 a 40	Y=3,08889+0,00117X (***)	0,84
1984	40 a 60	Y=3,75556+0,000969X (***)	0,93
1984	60 a 80	Y=4,11111+0,000529X (***)	0,60
1986	40 a 60	Y=4+0,001776X-0,0000007X ² (**)	1,00
1986	60 a 80	Y=4,45833+0,00042X (**)	0,86
1986	80 a 100	Y=5,33333+0,000969X (**)	0,99
1986		C ₁ Y=3,87778+0,000388X (**)	0,65
1986		C ₂ Y=5,33333-0,001835X+0,0000007X ² (**)	1,00
1986		C ₃ Y=5+0,002171-0,0000006X ² (**)	1,00
1987	0 a 20	Y=6,55556+0,001122X (***)	0,91
1987	0 a 20	Y=5,48611+0,00197X (**)	0,82
1987	80 a 100	Y=4,55556+0,000775X (**)	1,00
1987		C ₀ Y=3,71111+0,000982X (**)	0,96
1987		C ₁ Y=4,41111+0,000749X (**)	0,80
1987		C ₃ Y=4,14444+0,001525X (**)	0,92

(*)Y =teores de Ca+Mg.

(**)X = doses de gesso.

(***)X = doses de calcário

TABELA 24A: Equações de regressão de melhor ajuste para a resposta dos teores de Al em função dos tratamentos.

Denominação		Equações	r ²
Ano	Prof. (cm) Trat.		
1979	0 a 20	(*)Y=1,76263-0,000805X+0,0000002X ² (***)	0,99
1979	20 a 40	Y=1,51111-0,000178X (***)	0,97
1980	0 a 20	Y=4,10606-0,001478X+0,0000003X ² (***)	0,93
1980	0 a 20	Y=3,41667-0,00197X+0,0000008X ² (**)	1,00
1981	0 a 20	Y=5,77778-0,00127X (***)	0,96
1982		C ₂ Y=3,96296-0,000603X (**)	0,97
1983	0 a 20	Y=6,62222-0,000749X (***)	0,88
1984	0 a 20	Y=10,11111-0,001143X (***)	0,96
1984	20 a 40	Y=5,62222-0,000686X (***)	0,95
1985	0 a 20	Y=6,61111+0,000388X (**)	0,87
1985	20 a 40	Y=3,15278+0,0003555X (**)	0,94
1985	40 a 60	Y=2,63889-0,000452X (**)	0,75
1985	0 a 20	Y=8,68889-0,001202X (***)	1,00
1985	20 a 40	Y=3,95556-0,000262X (***)	0,48
1986		C ₁ Y=4,7+0,000336X (**)	0,98
1986		Q Y=4,6+0,001137X-0,0000005X ² (**)	1,00
1986		C ₃ Y=4,2-0,001266X+0,0000004X ² (**)	1,00
1987	0 a 20	Y=14,37778-0,002341X (***)	0,62
1987	20 a 40	Y=8,31111-0,000533X (***)	0,72
1987	60 a 80	Y=4,44444-0,000698X (***)	0,89
1987		C ₀ Y=6,35556+0,000982X (**)	0,75
1987		C ₂ Y=3,8+0,002791X-0,0000008X ² (**)	1,00

(*)Y =teores de Al.

(**)X = doses de gesso.

(***)X = doses de calcário

TABELA 25A: Equações de regressão de melhor ajuste para a resposta dos teores de Ca em função dos tratamentos.

Denominação		Trat.	Equações	r ²
Ano	Prof. (cm)			
1981	0 a 20		(*)Y=6,06667+0,002806X (***)	0,98
1982		C ₀	Y=1,37037+0,000603X (**)	0,99
1982		C ₁	Y=1,67593+0,000943X (**)	0,98
1982		C ₂	Y=2,55556+0,000431X (**)	0,89
1982		C ₃	Y=2,88889+0,003876X-0,0000015X ² (**)	1,00
1983		C ₀	Y=1,2037+0,000474X (**)	0,88
1983		C ₃	Y=1,66667+0,001464X-0,0000006X ² (**)	1,00
1984	0 a 20		Y=1,62222+0,000986X (***)	0,89
1984	20 a 40		Y=1,95556+0,001177X (***)	0,87
1984	40 a 60		Y=2,71111+0,000961X (***)	0,95
1984	60 a 80		Y=2,97778+0,000546X (***)	0,64
1985		C ₁	Y=1,17778+0,000258X (**)	0,75
1985		C ₃	Y=1,46667+0,001473X-0,0000005X ² (**)	1,00
1986		C ₁	Y=1,81111+0,000284X (**)	0,68
1986		C ₂	Y=3,933-0,001344X+0,0000005X ² (**)	1,00
1986		C ₃	Y=3,73333+0,00168X-0,0000005X ² (**)	1,00
1987	0 a 20		Y=5,66364-0,001005X+0,0000006X ² (***)	1,00
1987	0 a 20		Y=3,94444+0,001615X (**)	0,78
1987	40 a 60		Y=2,80556+0,000517X (**)	0,92
1987	80 a 100		Y=3,4444+0,000581X (**)	0,98
1987		C ₀	Y=2,55556+0,000879X (**)	0,88
1987		C ₁	Y=3,21111+0,000646X (**)	0,84
1987		C ₃	Y=2,93333+0,001292X (**)	0,93

(*)Y = teores de Ca.

(**)X = doses de gesso.

(***)X = doses de calcário

TABELA 26A: Equações de regressão de melhor ajuste para a resposta dos teores de Mg em função dos tratamentos.

Denominação			Equações	r ²
Ano	Prof. (cm)	Trat.		
1984		C ₀	(*)Y=1,59444-0,000261X (**)	0,75
1986		C ₃	Y=1,3+0,000336X (**)	0,98
1986	80 a 100	C ₁	Y=1,36111+0,000517X (**)	0,88
1987	0 a 20		Y=1,53333+0,000356X (***)	0,81

(*)Y =teores de Mg.

(**)X = doses de gesso.

(***)X = doses de calcario

TABELA 27A: Equações de **regressão** de melhor ajuste para a resposta da porcentagem de raiz em função dos tratamentos.

Denominação			Equações	r^2
Ano	Prof. (cm)	Trat.		
1994	0 a20	C ₀	(*)Y=24,316667+0,0092028X- 0,00000307X ² (**)	1,00
1994	0 a20	C ₁	Y=33,383334-0,0035581X	0,99
1994	0 a20	C ₃	Y=40,766666-0,0223695X+0,00000706X ²	1,00
1994	20 a40	C ₀	Y=17,64+0,0099160X-0,00000519X ²	1,00
1994	20 a40	C ₁	Y=18,163333-0,0139070X+0,00000495X ²	1,00
1994	20 a 40	C ₂	Y=10,157778+0,0031034X	0,86
1994	40 a 60	C ₃	Y=11,586667+0,0091667X-0,00000342X ²	1,00
1994	60 a 80	C ₀	Y=17,5-0,0102287X+0,0000038X ²	1,00
1994	80 a 100	C ₁	Y=8,083333+0,0024212X	0,89
1994	100 a 120	C ₀	Y=7,157222+0,0022364X	1,00
1994	100 a 120	C ₂	Y=13,546667-0,0083798X+0,00000290X ²	1,00

(*)Y = % de raízes.

(**)X = doses de gesso