**MATERIAIS CORRETIVOS APLICADOS NUM LATOSSOLO
VERMELHO-ESCURO COM CULTURA DE CITROS**

VALTER CASARIN
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr. GODOFREDO CESAR VITTI

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Casarin, Valter

C335m   Materiais corretivos aplicados num latossolo
vermelho-escuro com cultura de citros. Piracicaba,
1994.

61p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Calagem 2. Gesso agrícola 3. Solo - Acidez 1. Es
cola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracica
ba

CDD 631.42

**MATERIAIS CORRETIVOS APLICADOS NUM LATOSSOLO
VERMELHO-ESCURO COM CULTURA DE CITROS**

VALTER CASARIN

Aprovada em 09.03.1994

Comissão julgadora: -

Prof.Dr. Francisco Antonio Monteiro

USP/ESALQ

Prof.Dr. Leonardo Theodoro Bull

UNESP/FCA

Prof.Dr. Godofredo Cesar Vitti
- Orientador -

H O M E N A G E M

Aquela que me incentivou e apoiou nos momentos
difíceis, cuja vida foi dedicada aos filhos.
Hoje a saudade sufoca meu peito, mas seu exemplo
é meu forte estímulo.

Minha mãe: HELENA ZAMBELLO DAMATRIZ

"In memorian"

i.

Aos meus pais Antonio Casarin
(in memoriam) e Mário Damatriz,
e meus irmãos Vitório, Vladimir
e Vagner.

Ofereço.

A minha esposa Meire e ao nosso
filho Nicolas,

Dedico com eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Dr. Godofredo Cesar Vitti, do Departamento de Ciência do Solo, pela orientação desta dissertação;
- Ao Professor Dr. Francisco Antonio Monteiro, do Departamento de Química, pela colaboração na correção desta dissertação;
- Ao Sr. José Irineu Rosolen, pela oportunidade de utilizar o Sítio Boa Vista para implantação do experimento de campo;
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que possibilitou minha participação no curso de Pós-Graduação;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de mestrado;
- A Magnesita S.A., pela cessão do produto magnesita;
- Ao Prof.Dr. Eurípedes Malavolta, pelo auxílio na confecção do summary;
- Aos Srs. Jair Ferrer da Silva e Dorival Grissotto, pela colaboração na execução deste trabalho;
- À Sra. Marta Sueli de C. Ferraz, pelo trabalho de digitação;
- Ao amigo e "irmão" Engº Florestal Ronaldo Luiz Vaz de Arruda Silveira, pela amizade e apoio nos momentos difíceis;
- À todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

S U M Á R I O

Página

RESUMO	v
SUMMARY	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Funções do cálcio, magnésio e enxofre.....	3
2.2. Aspectos gerais sobre acidez dos solos.....	4
2.3. Materiais Corretivos.....	7
2.3.1. Calcário.....	7
2.3.2. Gesso Agrícola.....	8
2.3.3. Magnesita.....	10
2.4. Respostas dos citros à calagem.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Solo.....	13
3.2. Características do pomar.....	14
3.3. Tratamentos.....	14
3.4. Delineamento e análise estatística	16
3.5. Tratos culturais.....	16
3.6. Avaliações.....	18
3.6.1. Amostragens e análises foliares.....	18
3.6.2. Amostragens e análise do solo.....	19
3.6.3. Produção.....	19
3.6.4. Características dos frutos.....	20
3.6.5. Análise tecnológica.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Análise química do solo.....	21
4.1.1. Ano agrícola 1990/91.....	21
4.1.2. Ano agrícola 1991/92.....	29
4.2. Análise foliar	37
4.2.1. Ano agrícola 1990/91.....	37
4.2.2. Ano agrícola 1991/92.....	41
4.3. Produção de frutos.....	44

S U M Á R I O

	Página
4.4. Análises tecnológicas.....	46
4.4.1. Ano agrícola 1991/92.....	46
4.4.2. Ano agrícola 1992/93.....	46
5. CONCLUSÕES	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

MATERIAIS CORRETIVOS APLICADOS NUM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO COM CULTURA DE CITROS

Autor: VALTER CASARIN

Orientador: Prof.Dr. GODOFREDO CESAR VITTI

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de testar a eficiência de diversos materiais corretivos da acidez do solo, de forma isolada ou associado ao gesso agrícola, no estado nutricional da planta, na qualidade e produção de frutos e na fertilidade do solo. O experimento foi realizado com oito tratamentos: testemunha, calcário calcítico, calcário magnesiano, calcário dolomítico, calcário dolomítico (70%) + gesso (30%), magnesita (25%) + calcário calcítico (75%), magnesita (15%) + calcário calcítico (85%) e magnesita (15%) + gesso (85%), dispostos em blocos casualizados com cinco repetições, sendo cada parcela constituída de cinco plantas úteis, num pomar de laranjeira Pêra enxertada sobre limão Cravo, com três anos de idade, em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, distrófico (LEd).

A condução do experimento ocorreu durante o terceiro, quarto e quinto ano da instalação do pomar, respectivamente nos anos agrícolas 1990/91, 1991/92 e 1992/93. Nesse período foram feitas avaliações da análise de solo nas profundidades de 0-20, 21-40 e 41-60cm, da análise foliar, da

análise tecnológica dos frutos e da produção. Os resultados obtidos demonstraram que a utilização de corretivos promoveu o aumento do pH e praticamente anulou a saturação por alumínio nas profundidades estudadas. A utilização da magnesita na composição de corretivos proporcionou eficiente correção da acidez superficial do solo, bem como adequado fornecimento de magnésio. A produção de frutos obtida no tratamento composto pelos produtos magnesita (15%) e gesso (85%) foi significativamente maior que a da testemunha. Por outro lado, coube ao tratamento sem aplicação de corretivos (testemunha) a menor produção de frutos por planta. A presença do gesso, propiciou níveis adequados de K, Ca, Mg e S ao longo do perfil do solo.

LIMING MATERIALS APPLIED TO A DARK RED LATOSSOL SUPPORTING AN ORANGE ORCHARD

Author: VALTER CASARIN

Adviser: Prof.Dr. GODOFREDO CESAR VITTI

SUMMARY

The present experiment was carried out with the goal of studying the effect of several soil acidity amendments, either isolated or in association with phosphogypsum, on soil fertility, nutritional status, yield and quality of citrus, Pera/Rangpur lime, using a grove with 3 year old plants located in a Dark Red Latosol, medium texture.

The following treatments each one with five useful plants, with five replications, were used: control, calcitic limestone, magnesian limestone (70%), dolomitic limestone, dolomitic limestone (70%) + phosphogypsum (30%), magnesite (25%) + calcitic limestone (75%), magnesite (15%) + calcitic limestone (85%), magnesite (15%) + phosphogypsum (85%).

The trial was conducted during the third (1990/91), fourth (1991/92) and fifth (1992/93) year after the grove was planted.

The results showed that lime application, alone or added to phosphogypsum and magnesite, was responsible for a pH raise and a decrease in aluminum percentage saturation in the soil depths studied. Magnesite added to lime was responsible for an efficient acidity reduction in the soil surface, and for an adequate supply of magnesium. The orange production obtained in the magnesite (15%) and phosphogypsum (85%) treatment was significantly higher than in the control plants, which had the lowest production (fruits/plant) in the experiment. The phosphogypsum application was responsible for providing adequate K, Ca, Mg and S throughout the soil profile.

1. INTRODUÇÃO

Os solos ácidos no Brasil predominam em quase todas as regiões, só ocupando menores áreas no semi-árido nordestino.

A crescente expansão da citricultura brasileira tem levado os produtores a implantar seus pomares em diversos tipos de solos, com problemas sérios de saturação por alumínio trocável e baixos teores de cálcio e magnésio, limitando o pleno crescimento das raízes, afetando, assim, o desenvolvimento das plantas.

A correção da acidez do solo, bem como um programa adequado de adubação, pode constituir em um fator preponderante para o aumento da produtividade dos pomares citrícolas. É por intermédio da calagem que se corrige a acidez do solo. Entretanto, os efeitos desta correção ficam restritos à camada arável do solo, permanecendo a camada sub-superficial em condições de acidez, limitando o crescimento radicular e, como conseqüente, afetando a absorção de água e nutrientes, principalmente em culturas perenes.

Em anos recentes, grande interesse surgiu na procura de meios para diminuir o problema da acidez sub-superficial, principalmente sem a incorporação profunda do

calcário. Desta forma, o gesso agrícola é uma alternativa importante, por apresentar maior mobilidade no perfil do solo, aumentar o teor de Ca do solo e reduzir a saturação do alumínio tóxico.

Por outro lado, a utilização exclusiva do gesso, promove o movimento de bases para os horizontes inferiores, tornando o solo pobre em K e Mg, principalmente, na camada arável do solo. Esse problema pode ser solucionado efetuando a gessagem após, ou juntamente, à calagem, em proporções equilibradas, principalmente em solos com pouco cálcio e muito alumínio abaixo da camada arável.

Uma outra alternativa para correção da acidez do solo é a utilização do óxido de magnésio (MgO), um produto obtido a partir da calcinação do mineral magnesita ($MgCO_3$).

Em vista do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de testar a eficiência de diversos materiais corretivos da acidez do solo, de forma isolada ou associado ao gesso agrícola, visando a melhoria do ambiente de desenvolvimento radicular das plantas e, conseqüentemente, a obtenção de produção mais elevada e de melhor qualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Funções do cálcio, magnésio e enxofre

Segundo KAMPFER & UEXKULL (1966), a absorção de elementos minerais pelos citros ocorre durante todo o ano, sendo maior no período do florescimento e quando da formação de folhas e ramos novos, que no hemisfério sul ocorre em setembro/dezembro e março/abril. Os autores concluíram que a absorção de nutrientes do solo é afetada negativamente pelas baixas temperaturas, sendo esse efeito menos acentuado para os elementos N e Ca e mais pronunciado para o K e Mg.

BATAGLIA et al. (1977) verificaram que uma caixa de laranjas de 40,8 kg proporcionava a exportação de macronutrientes de acordo com a seguinte ordem decrescente: N, K, Ca, P, S, Mg.

As plantas cítricas são calcifilas, pois é o nutriente cálcio que elas possuem em mais alta proporção, sendo que, QUAGGIO (1985) considerou os citros como uma das poucas espécies onde observam-se teores foliares de cálcio superiores ao nitrogênio.

Com relação às funções do cálcio, MALAVOLTA et al. (1989) as dividiram em: a) estrutural: pectatos de cálcio,

carbonato de cálcio, oxalato de cálcio, fitato de cálcio e calmodulinas; b) constituinte ou ativador enzimático: ATPase (aspirase), alfa amilase, fosfolipase D, nucleases; c) processos: estrutura e funcionamento de membranas, absorção iônica, reações com hormônios vegetais e ativação enzimática; d) papéis na formação: estimula o desenvolvimento das raízes e aumenta o pegamento das floradas.

O magnésio é o elemento central da molécula de clorofila, citado em NEPTUNE (1984). Segundo MALAVOLTA (1979), o magnésio atua como transportador de fosfato, uma vez que ele é móvel dentro da planta e nas partes onde as concentrações de fósforo são altas, isto é, sementes e tecidos meristemáticos, também ocorrem altos níveis de magnésio.

O enxofre é um elemento essencial ao crescimento e desenvolvimento das plantas, desempenhando funções vitais no metabolismo, sendo componente dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina, além de participar no metabolismo das albuminas e em reações enzimáticas (MALAVOLTA, 1980 e MENGEL & KIRKBY, 1982). Além disso, o enxofre está ligado às vitaminas biotina e tiamina; é componente do acetil-CoA; os grupos sulfídricos (-SH) do tecido vegetal parecem aumentar a resistência da planta ao frio e à seca (VITTI et al., 1988).

2.2. Aspectos gerais sobre acidez dos solos

Os solos tropicais são normalmente ácidos, seja pela ocorrência de precipitação suficientemente alta para lixiviar quantidades apreciáveis de bases trocáveis, seja pela ausência de minerais primários e secundários responsáveis pela reposição das mesmas (VITTI, 1984a). A utilização de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, aplicados de forma localizada e em doses elevadas, promovem a aceleração do processo de acidificação do solo, agravando os problemas de toxicidade devido ao excesso de íons alumínio e/ou manganês,

reduzindo, desta forma, a eficiência dos fertilizantes (VITTI & DONADIO, 1988).

Atualmente, os pomares cítricos paulistas encontram-se em solos com excesso de acidez, conforme levantamento de resultados de análise de solo efetuado por RAIJ (1985). Segundo OLIVEIRA (1986), as plantas cítricas são sensíveis à acidez e muito exigentes em cálcio, principalmente, e magnésio. Desta forma, correções periódicas dos solos pela aplicação de materiais corretivos, para que se não limite a produção agrícola, torna-se um processo inevitável (GUILHERME, 1986).

As pesquisas têm-se referido, em sua maioria, à correção da acidez na camada arável do solo. No entanto, a presença do alumínio nos horizontes subsuperficiais causa restrição ao desenvolvimento radicular das culturas, tornando-se um obstáculo à maximização das produções, pois o volume de solo explorado pelo sistema radicular é insuficiente para atender as necessidades de água e nutrientes da planta (OLMOS & CAMARGO, 1976). Outro efeito do alumínio se refere à capacidade de fixação do fósforo em formas menos disponíveis no solo e/ou nas plantas (TISDALE et al., 1985).

Além da presença do alumínio, o aprofundamento do sistema radicular pode também ser impedido por níveis baixos de cálcio no subsolo (PAVAN, 1986).

A calagem pode resolver o problema da toxidez de alumínio e de deficiência de cálcio na camada superficial do solo, não o fazendo, no entanto, nas camadas mais profundas (RAIJ, 1988). A incorporação de calcário a profundidades maiores que aquela normalmente utilizada na aração é prática onerosa e de difícil execução, uma vez que necessita de equipamentos apropriados que não são encontrados normalmente no mercado (MARTINS, 1990).

Segundo MALAVOLTA (1988), a faixa de pH em torno de 6,0-6,5 parece ser a mais adequada ao desenvolvimento e a

produção dos citros. Para RAIJ (1983), a faixa de saturação por bases entre 60 e 70% seria a mais indicada para a cultura dos citros.

A calagem é prática indispensável e suficiente para corrigir a acidez superficial, no entanto, não desce com facilidade no perfil do solo, particularmente nos solos argilosos mais pesados (VITTI & DONADIO, 1988).

A presença de barreiras químicas nas camadas subsuperficiais, não alcançadas usualmente pela calagem, impede o desenvolvimento do sistema radicular, em função do efeito prejudicial do excesso de alumínio e manganês e da baixa participação do cálcio no complexo de troca (FOY, 1984). Como consequência, relataram MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO (1989), as plantas ficam com as raízes mais superficiais e por isso resistem menos à seca, já que as camadas superficiais são as primeiras a perder água, além de fazer com que as plantas aproveitem menos da fertilidade natural do solo e absorvam menos do fertilizante aplicado.

A aplicação do gesso agrícola na superfície do solo tem sido proposta como uma alternativa para solucionar esse problema, pois a lixiviação do cálcio promove o enriquecimento do perfil do solo, com consequente diminuição da saturação de alumínio do subsolo, facilitando o crescimento das raízes nessas camadas, bem como o fornecimento de enxofre (RITCHEY et al., 1980; PAVAN et al., 1984; HAMMEL et al., 1985; SUMNER et al., 1986; CHAVES et al., 1988; FARINA & CHANNON, 1988b).

2.3. Materiais Corretivos

2.3.1. Calcário

Segundo QUAGGIO (1985), a cultura de citros é responsável por 1/3 do consumo de calcário no Estado de São Paulo, demonstrando, desta forma, a baixa utilização do calcário na agricultura paulista.

Os materiais que podem ser utilizados na correção da acidez dos solos são aqueles que contém como "constituente neutralizante" ou "princípio ativo", óxidos, hidróxidos, carbonatos e silicatos de cálcio e ou magnésio (ALCARDE, 1985).

Calcário é o carbonato de cálcio natural que se encontra abundantemente na crosta terrestre, apresentando-se em extensas e espessas camadas e em lentes intercalares nas formações sedimentares e metamórficas nos diversos períodos geológicos, conforme Froes Abreu¹, citado por MALAVOLTA (1981).

Para fins práticos, MALAVOLTA (1981) propôs uma classificação em função dos teores de CaO e MgO presentes nos calcários, onde: calcários calcíticos, quando o teor de CaO é de 40-45% e de MgO de 1 a 5%; calcários magnesianos, quando o teor de CaO é de 30 a 40% e o de MgO de 6 a 12%, e calcários dolomíticos com 25 a 30% de CaO e 13 a 20% de MgO.

Em estudos feitos com as amostras de solos analisadas pelo Instituto Agrônomo, QUAGGIO (1982) observou que 50% dos pomares encontram-se em solos de elevada acidez. Por outro lado, QUAGGIO (1985) verificou que os citricultores não fazem uma adequada correção do solo antes da implantação da cultura. A localização do calcário na cova e a correção do solo em área total nos anos subsequentes, tem sido a forma preferida

-----

¹ FROES ABREU, S. Recursos Minerais do Brasil. São Paulo, Edit. Edgard Blucher Ltda., 1973. V.I, p.136-147.

dos citricultores, tornando, assim, o processo de correção de acidez mais demorado.

A recomendação de calagem tem sido feito utilizando-se o método baseado na correlação entre o pH e a saturação por bases (V%) do solo, procurando-se elevar o V para cerca de 60-70%, que corresponde a valores aproximados de 6,0 para pH em água e de 5,5 para pH em CaCl_2 (QUAGGIO, 1982).

2.3.2. Gesso Agrícola

O gesso agrícola é originário da reação de ácido sulfúrico sobre rocha fosfatada, realizada com a finalidade de produzir ácido fosfórico (RAIJ, 1988). De acordo com ROBINSON (1980), para cada tonelada de P, são produzidas cerca de 11 toneladas de gesso. PAOLINELLI et al. (1986) indicaram que há uma sobra de 4,5 toneladas de gesso agrícola para cada tonelada de P_2O_5 produzida.

VITTI (1987) definiu o gesso agrícola como um sal neutro, o qual não afeta a reação do solo; apresenta-se na forma de pó branco, revelando em sua composição aproximadamente 15 a 17% de umidade livre; 26 a 28% de CaO e 15 a 16% de S e solubilidade em água de 0,204g/100ml a 20°C.

As recomendações do gesso agrícola visando enriquecer em Ca, diminuindo a porcentagem de saturação em alumínio (valor m) em subsuperfícies, devem ser feitas em áreas que apresentam nas camadas subsuperficiais (abaixo de 20cm) toxidez de Al^{3+} e deficiência de Ca^{2+} . Quanto às doses deve se lembrar que ainda falta metodologia adequada. Um critério muito usado para o cálculo da dose de gesso é baseado na dose de calcário (25 a 30% da quantidade de calcário) sem prejuízo da quantidade desse corretivo (VITTI, 1987). Outro critério, foi recomendado por MALAVOLTA & VIOLANTE NETTO (1989), com base na equivalência com cálcio (menor que 2,0 meq/100 cm^3) e alumínio (maior que 0,5 meq/100 cm^3), de análises de solo à

profundidade de 21-40 cm. Tendo a restrição de aplicar o gesso agrícola em quantidades inferiores a 1,5 toneladas por ano. SOUSA et al. (1992), recomendaram a necessidade de gesso em solos de cerrado através do teor de argila do solo, do S retido na fase sólida/S na solução e do Ca retido na fase sólida/Ca na solução.

LOPES (1986) recomenda a dose de gesso levando-se em consideração o teor de argila nas camadas subsuperficiais (20cm ou mais), quando o teor de Ca for menor que 0,3 meq/100cm³ ou quando o teor de Al for maior que 0,5 meq/100 cm³ e/ou a saturação de Al na CTC efetiva for igual ou maior que 40%.

VITTI (1984b), considerou o equilíbrio da relação Ca/Mg, outro uso do gesso na citricultura, de maneira a elevar a concentração de Ca no solo. Conforme VITTI & DONADIO (1988), para se elevar o teor de Ca no solo, considera-se que a aplicação de 1,0 t/ha de gesso agrícola, com 17% de umidade, corresponde aproximadamente a 0,50 meq Ca/100 ml TFSA.

REEVE & SUMNER (1972), RIRIE et al. (1952), RITCHEY et al. (1980), QUAGGIO et al. (1982) e PAVAN et al. (1984), relataram que a aplicação de gesso tem sido responsável pela lixiviação de potássio e magnésio. Quando se trata do potássio, a preocupação se torna importante, uma vez que esse nutriente é caro e quase totalmente importado (RAIJ, 1988).

No entanto, QUAGGIO et al. (1982) constataram perdas menores de K quando na presença de doses mais elevadas de calcário. Da mesma forma, EMBRAPA (1982), em ensaios conduzidos em condições de coluna e de campo, verificou uma lixiviação de potássio menos intensa quando se aplicou calcário e gesso em relação à aplicação isolada de gesso.

REEVE & SUMNER (1972), em estudos em casa de vegetação, verificaram perdas de mais da metade do Mg nativo em condições de elevadas doses de gesso (acima de 3,0 meq/100g).

O problema da lixiviação pode ser contornado, segundo PAVAN et al. (1984), através da aplicação de calcário

e gesso em proporções equilibradas, uma vez que, a precipitação é suficiente para realizar a "lixiviação" do gesso para o subsolo.

DEMATTE (1986), testando o uso de gesso e calcário, verificou o aumento no teor de Ca, Mg e S-SO₄ na superfície e em profundidade, bem como da porcentagem de saturação por bases (V%), ocorrendo, também, diminuição na concentração de Al trocável e enriquecimento de K trocável em camadas mais profundas.

VITTI & DONADIO (1988) recomendaram a aplicação conjunta de gesso e calcário, pois o efeito de ambos se complementam, sendo que o gesso não substitui o calcário.

2.3.3. Magnesita

Além do calcário tradicional e do gesso agrícola, sub-produto da fabricação do ácido fosfórico (VITTI et al., 1988), surge também a utilização do óxido de magnésio, produto obtido da calcinação do mineral magnesita (MgCO₃), como corretivo de acidez e fornecedor do nutriente magnésio, contendo 95% MgO e com PN de aproximadamente 206%.

SILVA & DEFELIPO (1989), utilizando a magnesita e o gesso em eucalipto, verificaram, após um ano de plantio, aumento do volume tanto para a aplicação isolada de gesso como para a de magnesita.

Objetivando verificar a influência da adição de magnesita ao superfosfato triplo e ao gesso, visando alcançar uma melhor relação P₂O₅/MgO e CaO/MgO em um Latossolo Vermelho Escuro, com correção da acidez através da calagem, DEFELIPO et al. (1990), concluíram que a soja respondeu somente à presença da magnesita, enquanto o milho respondeu ao gesso, além de uma interação positiva entre magnesita e superfosfato triplo na produção da soja.

DEFELIPO et al. (1989) estudaram a influência da magnesita na adubação com superfosfato triplo em solos de cerrado que haviam recebido calcário calcítico, no cultivo de milho e soja. Verificaram respostas positivas para a magnesita, tanto para o milho como para a soja.

2.4. Respostas dos citros à calagem

São escassos os resultados experimentais sobre o efeito da calagem no Brasil.

CIPOLLI (1986), trabalhando em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, distrófico de Bebedouro (SP), depois da calagem em área total, foi aplicado calcário dolomítico e gesso, isolados ou juntos, na cova. Verificou-se, um ano após o plantio, que os tratamentos influenciaram o crescimento das plantas, bem como os teores foliares de cálcio e de magnésio, sugerindo ser devido exclusivamente ao calcário o motivo desse efeito.

ANDERSON (1987), conduziu, em solo arenoso da Flórida (EUA), um experimento com laranjeira "Valência" num pomar irrigado. Os tratamentos foram: (1) testemunha; (2) calcário dolomítico o quanto necessário para manter o pH do solo em 7,0; (3) combinações de calcário calcítico e gesso para manter o pH em 7,0 e fornecer 224 kg/ha de Ca (inicialmente calcário calcítico e posteriormente gesso quando o pH atingiu o valor 7,0). O experimento começou quando as árvores atingiram 2 anos de idade e continuou por 15 anos. Os dois tratamentos com calcário dobraram a produção, não havendo diferença significativa entre os mesmos. A produção de frutos teve relação direta com o aumento do tamanho das árvores, sendo esse crescimento duas vezes mais rápido que as árvores onde não foi feita a calagem.

QUAGGIO et al. (1992), trabalharam durante 7 anos com laranjeira Valência sobre limoeiro Cravo para

verificar a influência da aplicação de 4 doses de calcário calcítico e 4 de dolomítico no equilíbrio de bases num Latossolo Vermelho Escuro álico, de textura argilosa. As 16 combinações entre Ca, Mg e K, onde o K foi fornecido através da adubação constante em todas as parcelas, mostraram forte antagonismo entre Ca e K, permitindo, com isso, aferir que a relação Ca/K assegurou alta produtividade, enquanto as relações Ca/Mg e Mg/K não se mostraram importantes com relação à produtividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Sítio Boa Vista, Bairro Boa Vista, no município de Pirassununga (SP), de propriedade do Sr. José Irineu Rosolen.

3.1. Solo

O pomar está instalado em um Latossolo Vermelho Escuro, textura média, distrófico (LEd).

Em 10 de julho de 1990, para efeito de caracterização inicial do solo, foi efetuada análise química, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo em três profundidades (RAIJ & QUAGGIO, 1983).

Prof.	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
(cm)	CaCl ₂	%	µg/cm ³	----- meq/100cm ³								%
00-20	4,7	1,9	31	0,60	4,37	0,76	0,82	8,0	5,73	13,73	42	13
21-40	4,9	1,8	9	0,46	3,39	0,87	0,22	5,2	4,72	9,92	48	4
41-60	4,9	1,6	4	0,38	2,41	0,65	0,16	3,4	3,44	6,84	50	4

3.2. Características do pomar

O pomar que teve seu plantio realizado em setembro de 1987, possui como copa a variedade Pera (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e como porta-enxerto o limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck). O espaçamento utilizado foi de 4,0 x 7,0m.

3.3. Tratamentos

Utilizando-se de diferentes produtos e misturas deles, visando elevar o valor de saturação por bases (V%) para 70 (setenta), obteve-se a composição dos tratamentos apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos tratamentos testados em pomar de laranja Pera no Sítio Boa Vista, Pirassununga (SP).

TRATAMENTO	CARACTERIZAÇÃO
T	Testemunha
CC	Calcário calcítico
CM	Calcário magnesiano
CD	Calcário dolomítico
CD70 + G30	Calcário dolomítico + gesso
M25 + CC75	Magnesita (25%) + calcário calcítico (75%)
M15 + CC85	Magnesita (15%) + calcário calcítico (85%)
M15 + G85	Magnesita (15%) + gesso (85%)

Na Tabela 3 são apresentados os teores percentuais de CaO, MgO e S, bem como os valores de PN e PRNT dos produtos e misturas utilizadas na composição dos tratamentos e, no Quadro 4, as dosagens utilizadas para elevar

o valor de V% para 70 (setenta). Os tratamentos foram aplicados em 1990, sendo quantificados de acordo com a análise química do solo (Tabela 1).

A aplicação dos tratamentos foi feita manualmente, distribuindo os corretivos em uma área de 12 m² para cada árvore. Posteriormente foi efetuada a incorporação através de gradagem.

Tabela 3. Teores percentuais de CaO, MgO, S, PN e PRNT dos produtos e misturas utilizadas nos tratamentos.

Produto	CaO	MgO	S	PN	PRNT
	%				
Calcário calcítico	49,0	4,0	-	94	83,0
Calcário magnesiano	39,0	12,0	-	91	76,0
Calcário dolomítico	32,0	18,0	-	100	95,0
Calcário dolomítico(70%) + gesso (30%)	40,0	15,0	5	100	95,0
Magnesita	1,7	81,8	-	206	204,0
Gesso	26,0	-	15,0	-	-
Magnesita (25%) + Calcário calcítico(75%)	37,2	23,5	-	122	113,0
Magnesita (15%) + Calcário calcítico(85%)	41,9	15,7	-	111	101,1
Magnesita (15%) + Gesso (85%)	22,1	12,3	12,7	31	30,6

Tabela 4. Dosagem dos produtos e misturas para elevar o valor de V% para 70 (setenta), em cada um dos tratamentos.

Tratamento	Dose		CaO	MgO	S
	t/ha	kg/planta	kg/planta		
1	-	-	-	-	-
2	4,63	12,97	6,35	0,52	-
3	5,06	14,16	5,52	1,70	-
4	4,05	11,34	3,63	2,04	-
5	4,05	11,34	4,54	1,70	0,57
6	3,40	9,52	3,54	2,24	-
7	3,80	10,64	4,46	1,67	-
8	12,56	35,20	7,74	4,33	4,47

3.4. Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 5 (cinco) repetições, totalizando 40 (quarenta) parcelas. Os tratamentos foram aplicados em parcelas com 5 plantas úteis, separadas por linhas de plantas bordadura. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES, 1985).

3.5. Tratos culturais

As adubações em cobertura para os anos agrícolas 1990/91, 1991/92 e 1992/93, foram efetuadas na projeção da copa, com leve incorporação ao solo mediante gradagem, em tres aplicações no período chuvoso, de outubro a fevereiro,

estimando-se uma produção de 3 caixas por planta para o ano agrícola 90/91 e 5 caixas por planta para os anos 91/92 e 92/93. As doses de fertilizantes foram calculadas em função da análise química do solo e da recomendação do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1988), conforme apresentadas na Tabela 1.

No mesmo período chuvoso de cada ano agrícola foram efetuadas 3 (três) adubações foliares, sendo utilizados 7,5 kg de uréia; 4,5 kg de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 3,0 kg de $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e 1,2 kg de ácido bórico para 1500 litros de água, perfazendo, assim, uma solução com concentração de 0,5% N, 0,3% Zn, 0,2% Mn e 0,08% B (GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS, 1990). A aplicação foi feita na base de 10 litros de solução por planta no ano agrícola 90/91 e 12 litros de solução por planta nos anos agrícolas 91/92 e 92/93.

Tabela 1. Esquema das adubações em cobertura realizadas nos três anos agrícolas.

Ano agrícola	N	P_2O_5	K_2O
	----- g/planta -----		
1990/91	470	80	0
1991/92	670	0	300
1992/93	670	0	300

Durante a condução do trabalho promoveu-se o controle das plantas daninhas através de roçadeira e, na época da colheita, fez-se a capina manual na área abaixo da copa, bem como a roçada nas entre-linhas.

A fim de evitar o ataque de formigas, foi aplicada manualmente, a cada dois meses, isca granulada nas parcelas onde haviam olheiros.

O controle fitossanitário foi feito frequentemente para controle de ácaros, da leprose e ferrugem, e verrugose.

3.6. Avaliações

3.6.1. Amostragens e análises foliares

As amostragens foliares foram realizadas segundo recomendação do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1990) no mês de abril de 1991 e 1992, respectivamente referentes aos anos agrícolas 1990/91 e 1991/92 coletando-se a 3ª e 4ª folhas, com idade de 5 a 7 meses, a partir do fruto com 1,0 cm de diâmetro. As folhas foram coletadas nas 5 plantas da parcela, em número de oito folhas por planta, totalizando 40 folhas por parcela.

As amostras de folhas foram levadas para o Laboratório de Análise de Plantas do Departamento de Ciência do Solo (ESALQ/USP), onde foram lavadas com detergente e enxaguadas em água destilada e, em seguida, colocadas em papel absorvente. Posteriormente, foram colocadas em sacos de papel perfurados e postas a secar em estufa com circulação forçada de ar à 70°C. Após secas, as folhas foram moidas em um micro moinho tipo Wiley e peneiradas em peneiras de 20 mesh (MALAVOLTA et al., 1989).

Após a digestão sulfúrica, foi determinado o teor foliar do N pelo semi-micro Kjeldahl (SARRUGE & HAAG, 1974). Através da digestão nítrico-perclórica determinaram-se os teores de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn pelo espectrofotômetro de absorção atômica (BATAGLIA et al., 1983), o P por

colorimetria do metavanadato (MALAVOLTA et al., 1989) e S por turbidimetria do sulfato de bário (VITTI, 1988).

Utilizando-se da digestão seca, o B foi determinado por colorimetria com o emprego da azometina H, citado em MALAVOLTA et al., (1989).

3.6.2. Amostragens e análise do solo

As amostragens de solo foram realizadas em julho de 1990 e em maio de 1991 (ano agrícola 1990/91) e de 1992 (ano agrícola 1991/92), em três profundidades (0-20cm, 21-40cm e 41-60cm), na projeção da copa. Em cada parcela retiraram-se 5 amostras simples para cada profundidade.

As determinações químicas foram efetuadas no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Ciência do Solo (ESALQ/USP), onde inicialmente as amostras foram secas ao ar para posterior análise de rotina (RAIJ & QUAGGIO, 1983), alumínio trocável (RAIJ & ZULLO, 1977) e $S-SO_4^{--}$ (VITTI, 1989).

3.6.3. Produção

As colheitas das safras 91/92 e 92/93 ocorreram no mes de setembro de 1991 e de 1992, respectivamente, quando os frutos de cada parcela foram acondicionados em caixas plásticas de colheita para posterior pesagem.

No ato da colheita foi efetuada a amostragem dos frutos, quando eram tomados ao acaso 2 frutos de cada planta, totalizando, assim, dez frutos por parcela, os quais foram utilizados para a análise tecnológica do suco e caracterização dos frutos.

3.6.4. Características dos frutos

Os dez frutos amostrados em cada parcela, na ocasião da colheita, tiveram seus diâmetros e comprimentos medidos mediante a utilização de um paquímetro.

Para a avaliação do peso dos frutos utilizou-se uma balança graduada com divisões mínimas de dez gramas, sendo o resultado expresso em peso médio (g) dos frutos.

3.6.5. Análise tecnológica

Com auxílio de um espremedor elétrico, extraiu-se o suco dos dez frutos para análise de sólidos solúveis (Brix) e acidez.

O teor de sólidos solúveis foi avaliado com o auxílio de um refratômetro de campo, utilizando-se uma gota do suco extraído (MENDES, 1976).

Para determinação da acidez empregou-se o método de titulação com NaOH a 0,1N, sendo o seu valor calculado mediante o uso da seguinte fórmula:

$$\text{Acidez} = \frac{0,64 \times \text{ml soda}}{\text{ml suco (20ml)} + 1/10 \text{ brix livre}}$$

Com a análise do brix livre e da acidez corrigida pode-se determinar o "Ratio", utilizando-se da seguinte fórmula:

$$\text{"Ratio"} = \frac{\text{brix livre}}{\text{acidez corrigida}}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise química do solo

4.1.1. Ano agrícola 1990/91

Nas Tabelas 5, 6 e 7 estão apresentados os resultados médios das características químicas das amostras de solo relativos ao ano agrícola 1990/91 para as profundidades 0-20cm, 21-40cm e 41-60cm, respectivamente. Examinando esses resultados, observa-se que, nas três profundidades estudadas, o pH apresentou elevação para todos os tratamentos com aplicação de corretivos em relação à testemunha, como já haviam relatado MALAVOLTA et al. (1986) e LOPES (1989).

Para o elemento P, o tratamento com magnesita (25%) + calcário calcítico (75%), na profundidade 0-20cm, proporcionou aumento significativo. Já na profundidade 41-60cm coube aos tratamentos 7 e 8, os quais apresentam a magnesita em suas composições, os maiores teores de P.

Foi verificado um gradiente crescente no teor de S-SO₄ da profundidade 0-20cm para a 41-60cm. Nos tratamentos CD70 + G30 e M15 + G85, onde ocorrem a presença do gesso, houve uma maior percolação de S-SO₄ para as camadas mais profundas do solo, conforme já verificado por COUTO et al. (1979) e SOUZA &

RITCHEY (1986). Pelo fato do tratamento M15 + G85 apresentar uma maior quantidade de gesso na sua composição, o teor de S-SO₄ foi significativamente superior aos demais nas três profundidades estudadas.

A adubação em cobertura com cloreto de potássio (KCl), foi a única fonte de potássio para todos os tratamentos. Na profundidade 0-20cm, observa-se que o teor de K para o tratamento M15 + G85 foi o mais baixo, diferindo significativamente dos demais. Por outro lado, esse tratamento apresentou o maior teor de K (0,40 meq/100cm³) na profundidade 21-40cm, mostrando, assim, que o gesso pode lixiviar o potássio para camada mais profunda que a superficial (RITCHEY et al., 1981; QUAGGIO et al., 1982; ROSOLEM & MACHADO, 1984; DAL BÓ, 1985).

Os teores de cálcio no solo tiveram aumentos através da aplicação dos corretivos. O cálcio absorvido pelas plantas na camada superficial do solo corrigido ou presente na parte aérea das plantas não é translocado para as extremidades das raízes em crescimento (MENGEL & KIRKBY, 1982). Verificando o comportamento do tratamento M15 + G85, observa-se que o teor de cálcio na profundidade 41-60cm é significativamente superior aos demais tratamentos, com exceção do M15 + CC85 e praticamente o mesmo apresentado, por este tratamento, na camada 0-20cm. Sendo o gesso a única fonte de Ca no tratamento, atribui-se a ele a responsabilidade do aumento da concentração de Ca no subsolo (RITCHEY et al. 1980; PAVAN et al., 1984; HAMMEL et al., 1985; SUMNER et al., 1986; CHAVES et al., 1988; FARINA & CHANNON, 1988a).

Os tratamentos M25 + CC75 e M15 + CC85, os quais apresentam a magnesita (81,8% de MgO) em suas composições, possibilitaram juntamente com o tratamento CM, os maiores teores de magnésio na camada 0-20cm, entretanto esses teores não diferiram significativamente dos tratamentos CD70 + G30 e M15 + G85. Na camada 21-40cm, os tratamentos M25 + CC75 e M15

+ G85 tiveram os teores de magnésio estatisticamente iguais aos tratamentos CM e M15 + CC85. Por outro lado, na camada 41-60cm, o tratamento M15 + G85 foi significativamente superior aos demais tratamentos, comprovando, conforme RITCHEY et al. (1981) e QUAGGIO et al. (1982), que o gesso, em maior dosagem nesse tratamento, promove a movimentação do Mg para camadas mais profundas.

A aplicação dos tratamentos não afetou o teor de alumínio em relação à testemunha, em qualquer das profundidades. Quando da análise da acidez potencial ($H + Al$), verificaram-se os maiores teores absolutos, nas três profundidades, para a testemunha, evidenciando que o uso de corretivos é prática indispensável e suficiente para a correção deste tipo de acidez, aumentando, assim, o V% e reduzindo a saturação por alumínio (VITTI & DONADIO, 1988). Essa afirmativa pode ser constatada pelos valores do V%, pois ocorreu um aumento significativo nos tratamentos onde foram aplicados corretivos em relação à testemunha para as três profundidades em estudo. O mesmo efeito foi verificado na saturação por alumínio, ou seja, a aplicação de corretivos afetou diretamente o valor m, de maneira a reduzir seus valores quando comparados com a testemunha.

Ressalta-se para as profundidades 21-40cm e 41-60cm, os maiores valores de V% e os menores de m% para o tratamento M15 + G85, demonstrando a grande eficácia do gesso no controle da saturação por alumínio e consequente aumento nos pontos de troca de cátions no complexo coloidal do solo. (PAVAN et al., 1982).

Para a soma de bases na camada 0-20cm o tratamento M15 + CC85 diferiu significativamente dos tratamentos T, CC e CD. Entretanto, na profundidade 21-40cm o tratamento M15 + G85 foi superior somente à testemunha e na profundidade 41-60cm esse tratamento apresentou valor maior que os demais, com exceção do tratamento M15 + CC85.

Tabela 5. Médias das características químicas de amostras de solo coletadas na profundidade 0-20cm, no ano agrícola 1990/91 e resultados da análise estatística.

Tratamento	pH	M.O.	P	S-SO4	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	T	V	m
	CaCl2	%	ug/cm3				meq/100cm3						%
T	5,1c	2,2	35b	28,64b	0,46b	3,3b	0,9c	0,1	3,4a	4,7c	8,2b	59d	2,4a
CC	5,6ab	2,3	35b	22,00b	0,53ab	5,2ab	1,1c	0,1	2,7bc	6,7bc	9,6ab	71bc	1,6ab
CM	5,6ab	2,3	40b	19,04b	0,50ab	5,6ab	2,3a	0,1	2,3bc	8,3ab	10,6ab	78abc	1,4b
CD	5,5bc	2,3	39b	21,56b	0,51ab	5,2ab	1,3bc	0,1	2,9ab	6,9bc	10,0ab	70c	1,4b
CD70+G30	5,8ab	2,2	42b	34,24b	0,46b	5,9a	2,2ab	0,1	2,2c	8,5ab	10,8ab	80a	1,0b
M25+CC75	6,0a	2,3	64a	22,96b	0,53ab	5,9a	2,9a	0,1	2,3bc	9,3ab	11,6a	79ab	1,0b
M15+CC85	5,8ab	2,2	40b	25,42b	0,54a	7,0a	2,8a	0,1	2,3bc	10,3a	12,6a	80a	1,0b
M15+G85	5,8ab	2,4	45b	126,11a	0,36c	5,7a	2,2ab	0,1	2,3bc	8,1ab	10,5ab	78abc	1,0b
Valor F	7,83**	0,76NS	7,47**	12,13**	10,98**	4,47**	13,46**	1,00NS	9,19**	6,96**	4,01**	14,33**	5,14**
DMS (5%)	0,45	0,27	15,53	48,00	0,84	2,32	0,95	3,27	0,64	3,03	3,04	9,07	0,99
C.V. (%)	3,85	5,72	17,65	61,86	8,30	20,48	23,63	15,43	12,06	18,66	14,00	5,90	35,55

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Médias das características químicas de amostras de solo coletadas na profundidade 21-40cm, no ano agrícola 1990/91 e resultados da análise estatística.

Tratamento	pH	M.O.	P	S-SO4	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	T	V	m	
	CaCl2	%	ug/cm3			meq/100cm3								%
T	5,2b	2,1	13	73,30c	0,35abc	2,7b	0,9c	0,1	3,3a	4,1b	7,1b	55c	2,2ab	
CC	5,3ab	1,9	15	93,94bc	0,32bc	5,3a	1,0bc	0,1	2,9abc	6,7ab	9,6ab	68ab	1,8ab	
CM	5,7a	2,0	17	75,74c	0,31c	3,9ab	1,8ab	0,1	2,5bc	6,0ab	8,6ab	69ab	2,0ab	
CD	5,4ab	2,0	22	71,96c	0,37abc	3,6ab	1,1bc	0,1	3,0ab	5,0ab	8,2ab	63bc	2,6a	
CD70+G30	5,5ab	2,0	12	112,30b	0,33bc	3,9ab	1,4bc	0,1	2,6abc	5,6ab	8,1ab	68ab	1,8ab	
M25+CC75	5,7a	1,9	17	83,64bc	0,39ab	4,5ab	2,2a	0,1	2,3bc	7,1ab	9,5ab	73ab	1,6ab	
M15+CC85	5,6ab	2,1	26	79,24bc	0,35abc	5,0ab	1,7abc	0,1	2,5bc	7,0ab	9,5ab	72ab	1,6ab	
M15+G85	5,8a	2,0	22	197,02a	0,40a	5,1ab	2,3a	0,1	2,2c	7,8a	10,0a	77a	1,2b	
Valor F	4,29**	1,53NS	1,87NS	32,87**	4,47**	2,84*	9,09**	1,00NS	5,23**	3,21*	2,54*	7,83**	2,47*	
DMS (5%)	0,44	0,25	16,49	33,72	0,07	2,44	0,80	0,03	0,73	3,12	2,84	11,43	1,25	
C.V. (%)	3,85	6,11	44,78	16,50	9,38	27,82	24,94	15,43	13,20	24,48	15,57	8,10	32,62	

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Médias das características químicas de amostras de solo coletadas na profundidade 41-60cm, no ano agrícola 1990/91 e resultados da análise estatística.

Tratamento	meq/100cm ³										%		
	pH	M.O.	P	S-SO ₄	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	T	V	m
	CaCl ₂	%	ug/cm ³										
T	5,3	1,9	4,6c	109,9b	0,25	2,1b	0,7b	0,1	3,0a	3,0b	6,0b	51c	3,2a
CC	5,6	1,7	4,4c	123,3b	0,26	3,0b	0,9b	0,1	2,2c	4,1b	6,5b	65ab	2,6abc
CM	5,6	1,7	6,2bc	136,5b	0,23	2,7b	1,2b	0,1	2,6abc	4,1b	6,8b	61bc	2,6abc
CD	5,4	1,7	5,8bc	108,8b	0,29	2,7b	0,9b	0,1	2,7ab	3,8b	6,6b	58bc	2,8ab
CD70+G30	5,6	1,7	6,6bc	138,7b	0,26	3,0b	1,1b	0,1	2,3bc	4,3b	6,6b	64ab	2,4abc
M25+CC75	5,4	1,5	4,6c	124,1b	0,27	2,7b	1,1b	0,1	2,5bc	4,2b	6,8b	62bc	2,4abc
M15+CC85	5,6	1,8	10,8ab	114,6b	0,23	3,8ab	1,3b	0,1	2,6abc	5,4ab	7,8b	67ab	1,8bc
M15+G85	5,6	1,8	13,8a	247,1a	0,28	5,8a	2,3a	0,1	2,7abc	8,4a	10,8a	75a	1,6c
Valor F	1,81NS	9,24NS	6,88**	18,71**	0,97NS	4,79**	7,33**	1,00NS	5,87**	5,84**	5,89**	6,91**	4,05**
DMS (5%)	0,50	0,33	6,00	48,67	0,10	2,41	0,85	3,27	0,49	3,13	2,94	11,98	1,20
C.V. (%)	4,40	9,24	40,86	17,06	18,99	36,00	34,80	15,43	9,28	32,36	19,60	9,22	23,70

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos compostos pela combinação da magnesita com calcário calcítico (M25 + CC75 e M15 + CC85) tiveram seus valores de CTC superiores ao tratamento testemunha, na camada 0-20cm. Na camada 21-40cm foi o tratamento M15 + G85 que diferiu significativamente da testemunha, e na camada 41-60cm o referido tratamento apresentou o valor de CTC superior aos demais tratamentos.

Na camada 0-20cm, os tratamentos que tiveram aplicação de corretivos apresentaram os valores de V% superiores à testemunha, enquanto na camada 21-40cm o tratamento CD não diferiu da testemunha. Para a camada 41-60cm, coube à testemunha o menor (51%) e ao tratamento M15 + G85 o maior (75%) valor absoluto.

As relações entre bases do solo, nas profundidades 0-20cm, 21-40cm e 41-60cm, estão apresentadas na Tabela 8.. QUAGGIO et al. (1992) relataram que, no caso da citricultura, existem recomendações técnicas para ajustar a relação Ca/Mg para valores entre 3 e 4. Com isso, somente os tratamentos T e CD, na profundidade 0-20cm, estão enquadrados nessa faixa. Já para a profundidade 21-40cm os tratamentos CD e M15 + CC85 apresentam valores da relação na faixa indicada, enquanto isso ocorre na profundidade 41-60cm, para essa relação, os tratamentos T, CC e CD. O tratamento CC apresentou a maior relação Ca/Mg nas duas camadas superiores. Entretanto, na camada 41-60cm esse tratamento foi superior somente ao tratamento CM.

A faixa ideal para a relação Ca/K está compreendida segundo RITCHEY et al. (1980), entre 9 e 25. Desta forma, nas três profundidades, todos os tratamentos, com exceção da testemunha, apresentaram-se dentro do ideal. Nas profundidades 0-20 e 41-60cm, coube ao tratamento M15 + G85 a maior relação Ca/K, a qual não diferiu significativamente dos tratamentos CD70 + G30 e M15 + CC85 para a primeira

Tabela 8. Médias das relações entre bases trocáveis no solo nas profundidades 0-20, 21-40 e 41-60cm, no ano agrícola 1990/91 e resultados da análise estatística.

Tratamento	0-20cm			21-40cm			41-60cm		
	Ca/Mg	Ca/K	K/Ca+Mg	Ca/Mg	Ca/K	K/Ca+Mg	Ca/Mg	Ca/K	K/Ca+Mg
T	3,64b	7,20c	0,11a	2,90bc	7,80b	0,10a	3,16ab	8,58b	0,09a
CC	4,88a	9,74bc	0,09b	5,08a	16,66a	0,06b	3,30a	12,40ab	0,06ab
CM	2,48c	11,08bc	0,06cd	2,14bc	12,62ab	0,05b	2,28b	11,68b	0,06ab
CD	3,98b	10,16bc	0,08bc	3,18b	9,72ab	0,08ab	3,14ab	9,56b	0,08a
CD70+G30	2,70c	12,88ab	0,05d	2,78bc	11,62ab	0,06b	2,82ab	11,88ab	0,07ab
M25+CC75	2,20c	11,30bc	0,06cd	2,10c	11,78ab	0,06b	2,40ab	10,64b	0,07ab
M15+CC85	2,52c	12,90ab	0,06cd	3,02bc	14,30ab	0,05b	2,92ab	16,66ab	0,05b
M15+G85	2,56c	16,00a	0,05d	2,44bc	12,94ab	0,05b	2,50ab	21,58a	0,04b
Valor F	25,71**	7,12**	20,67**	16,45**	2,53*	4,95**	3,25*	4,06**	5,11**
DMS (5%)	0,86	4,52	0,02	1,08	7,86	0,03	0,98	9,78	0,03
C.V. (%)	13,31	19,15	14,27	17,65	31,18	24,75	16,08	36,72	23,52

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

profundidade e os tratamentos CC, CD70 + G30 e M15 + CC85 para a segunda. Na profundidade 21-40cm, somente o tratamento CC foi superior à testemunha.

VITTI & DONADIO (1988) atribuíram os valores entre 0,03 a 0,08 como os ideais para as relações K/Ca+Mg, atribuindo o valor 0,06 como a relação ideal para citros. Os maiores valores desta relação foram verificados no tratamento testemunha, uma vez que não houve fornecimento de Ca e Mg, e foram de 0,11, 0,10 e 0,09 para as profundidades 0-20, 21-40 e 41-60cm, respectivamente.

4.1.2. Ano agrícola 1991/92

Nas Tabelas 9, 10 e 11 são apresentados os resultados das características químicas do solo nas profundidades 0-20, 21-40 e 41-60cm, respectivamente, no ano agrícola 91/92.

De acordo com QUAGGIO (1982), as condições serão ideais para o desenvolvimento dos citros quando o pH em CaCl_2 estiver em torno de 5,5. Analisando os valores do pH na profundidade 0-20cm, observa-se que os tratamentos que receberam corretivos diferiram significativamente da testemunha e apresentaram-se, com exceção do tratamento CC, em torno do pH adequado. Na profundidade 21-40cm, a testemunha apresentou valores que não diferiram significativamente dos tratamentos CC e CD, enquanto que, na profundidade 41-60cm, a testemunha não diferiu dos valores de pH dos tratamentos CC, CM, CD e M15 + CC85.

A aplicação de calcário magnesiano propiciou maiores teores de matéria orgânica nas três profundidades estudadas, sendo que apenas nas duas camadas superiores houve diferença significativa. Na cada de 0-20cm o tratamento CM foi significativamente superior aos tratamentos T e M15 + G85, enquanto na camada de 21-40cm foi superior ao tratamento T.

Os teores absolutos de fósforo, dos tratamentos onde se aplicaram corretivos, foram superiores ao da testemunha, comprovando que a elevação do pH aumenta a disponibilidade do elemento fósforo, MALAVOLTA et al. (1965). Entretanto, somente na camada 0-20cm houve diferença significativa entre os tratamentos, onde somente os tratamentos M25 + CC85 e M15 + G85, na camada 0-20cm, foram superiores à testemunha.

De forma similar ao ano agrícola 90/91, os teores de S-SO₄ tiveram o mesmo comportamento para o ano agrícola seguinte, ou seja, o tratamento com aplicação de magnesita + gesso diferiu significativamente dos demais tratamentos nas três profundidades, exceto na de 21-40cm, onde o tratamento com aplicação de calcário dolomítico + gesso não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento M15 + G85.

Para os teores de K não se constataram diferenças significativas entre os tratamentos, nas três profundidades.

Os mais baixos teores de cálcio verificados na testemunha, em todas as profundidades estudadas, foi devida à não aplicação de corretivos na testemunha. Os maiores valores de cálcio na camada 0-20cm foram verificados no tratamento onde se aplicou o calcário dolomítico (6,5 meq/100cm³) e nos tratamentos com calcário calcítico isolado (6,3 meq/100cm³) e conjugado à magnesita (6,0 e 5,2 meq/100cm³).

Os corretivos que apresentaram a magnesita na sua composição foram responsáveis, na profundidade 0-20cm, pelos maiores teores de Mg, cabendo ao tratamento M25 + CC75, onde se tem a maior concentração de magnésio (23,5%), o maior valor (2,2 meq/100cm³), tendo esse tratamento não diferenciado significativamente do tratamento M15 + CC85. Nas profundidades 21-40 e 41-60cm, somente os tratamentos M25 + CC75 e M15 + G85 apresentaram teores de Mg superiores à testemunha.

Enquanto a testemunha teve o teor de alumínio aumentado em comparação ao ano agrícola anterior, os tratamentos com a aplicação de corretivos eliminaram esse elemento, nas três profundidades. O mesmo efeito foi verificado para a saturação de alumínio (m%).

A testemunha apresentou maiores valores de acidez potencial (H + Al) em relação aos demais tratamentos, com exceção ao tratamento CC, na camada de 21-40cm. Na camada de 41-60cm, somente os tratamentos CM, CD70 + G30 e M25 + CC75 foram significativamente inferiores à testemunha.

Os valores de soma de bases dos tratamentos onde se aplicaram corretivos se mostraram superiores ao da testemunha, conforme se verifica na camada de 41-60cm. Na camada 0-20cm os tratamentos CM e CD70 + G30 não diferem significativamente de testemunha, enquanto na camada 21-40cm, somente o tratamento M15 + G85 foi significativamente superior à testemunha. Em função da aplicação de gesso, em quantidade maior no tratamento M15 + G85, houve a lixiviação das bases para camadas subsuperficiais (QUAGGIO et al., 1982; ROSOLEM & MACHADO, 1984).

Os tratamentos CC e CD na camada de 0-20cm, e os tratamentos CC e M15 + G85, na camada de 21-40cm, tiveram aumento significativo na CTC calculada em comparação à testemunha. Na análise da camada 41-60cm, se observa que os tratamentos CC, CD, M15 + CC85 e M15 + G85 tiveram seus valores superiores ao da testemunha, cabendo ao tratamento M15 + G85 o maior valor absoluto (8,3 meq/100cm³).

A aplicação combinada de gesso e calcário tem sido recomendada, pois o aumento do pH e da CTC efetiva da camada superficial do solo, ocasionado pelo calcário, faz com que a lixiviação de K e de Mg seja reduzida (RITCHEY et al., 1980; QUAGGIO et al., 1982; PAVAN et al., 1984). Com a aplicação do gesso combinado com a magnesita, pode-se verificar

Tabela 9. Médias das características químicas de amostras de solo coletadas na profundidade 0-20cm, no ano agrícola 1991/92 e resultados da análise estatística.

Tratamento	pH	M.O.	P	S-SO4	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	T	V	m
	CaCl2	%	ug/cm3				meq/100cm3						%
T	4,8e	2,1b	37b	34,14b	0,38	2,9c	0,7e	0,2a	4,9a	4,0b	8,7b	45c	3a
CC	5,1d	2,3ab	52ab	41,95b	0,50	6,3ab	0,9de	0,0b	4,0b	7,6a	11,7a	64b	0b
CM	5,6bc	2,4a	44ab	33,18b	0,49	4,3abc	1,4c	0,0b	3,0c	6,2ab	9,3ab	68ab	0b
CD	5,5c	2,3ab	53ab	37,45b	0,43	6,5a	1,3cd	0,0b	3,3bc	8,2a	11,7a	70ab	0b
CD70+G30	5,7abc	2,2ab	51ab	38,51b	0,41	4,1bc	1,2cd	0,0b	3,1c	5,7ab	8,9b	65b	0b
M25+CC75	5,9a	2,2ab	59a	23,27b	0,43	5,2abc	2,2a	0,0b	2,8c	7,9a	10,5ab	75a	0b
M15+CC85	5,8ab	2,2ab	47ab	33,52b	0,45	6,0ab	1,9ab	0,0b	2,7c	8,4a	11,0ab	76a	0b
M15+G85	5,7abc	2,1b	58a	87,87a	0,45	5,1abc	1,6bc	0,0b	3,0c	7,0a	10,1ab	71ab	0b
Valor F	44,31**	2,99*	2,78*	11,91**	1,88NS	5,46**	27,99**	5,49*	20,31**	6,50**	3,88*	31,14**	102,82**
DMS (5%)	0,25	0,30	20,41	25,84	0,13	2,41	0,44	0,09	0,76	2,70	2,81	8,03	0,41
C.V. (%)	2,21	6,47	19,70	30,38	14,04	23,12	14,95	108,46	10,92	19,02	13,30	5,83	57,76

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Médias das características químicas de amostras de solo coletadas na profundidade 21-40cm, no ano agrícola 1991/92 e resultados da análise estatística.

Tratamento	pH	M.O.	P	S-SO4	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	T	V	m
	CaCl2	%	ug/cm3				meq/100cm3						%
T	4,9b	1,5b	8	87,95cd	0,25	2,3b	0,7c	0,2a	4,0a	3,2b	6,0c	45c	2,6a
CC	5,0b	1,8ab	10	95,60cd	0,27	3,4a	0,9bc	0,0b	4,4a	4,6ab	9,2a	51bc	0,0b
CM	5,3a	2,1a	12	82,92d	0,24	2,6ab	1,1abc	0,0b	2,8b	3,9ab	7,4bc	55abc	0,0b
CD	5,1ab	1,7ab	11	114,81bc	0,22	3,0ab	1,1abc	0,0b	2,9b	4,3ab	8,0abc	56ab	0,0b
CD70+G30	5,2a	1,6ab	9	139,45ab	0,26	3,1ab	1,1abc	0,0b	2,7b	4,5ab	7,6bc	58ab	0,0b
M25+CC75	5,3a	1,8ab	10	91,07cd	0,29	2,9ab	1,2ab	0,0b	2,7b	4,3ab	7,4bc	58ab	0,0b
M15+CC85	5,3a	1,8ab	15	109,04cd	0,25	3,1ab	1,1abc	0,0b	3,0b	4,5ab	7,6bc	59ab	0,0b
M15+G85	5,3a	1,7ab	13	167,81a	0,29	3,3a	1,4a	0,0b	2,9b	5,0a	8,3ab	62a	0,0b
Valor F	6,87**	2,66*	0,81NS	19,95**	1,38NS	3,32**	5,53**	16,30**	10,59**	2,28*	6,09**	5,54**	106,60**
DMS (5%)	0,27	0,50	12,07	30,35	0,09	0,96	0,42	0,08	0,91	1,63	1,33	10,81	0,40
C.V. (%)	2,57	13,64	52,57	13,21	16,72	15,70	18,78	80,49	13,80	18,41	8,25	9,42	56,72

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Médias das características químicas de amostras de solo coletadas na profundidade 41-60cm, no ano agrícola 1991/92 e resultados da análise estatística.

Tratamento	pH	M.O.	P	S-SO4	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	T	V	m
	CaCl2	%	ug/cm3				meq/100cm3						%
T	5,0b	1,3	3	145,94bc	0,19	1,7b	0,5c	0,3a	3,6a	2,5b	5,8c	41b	3,6a
CC	5,2ab	1,5	9	139,47c	0,19	3,3a	0,7c	0,0b	3,4ab	4,2a	7,4ab	56a	0,0b
CM	5,3ab	1,7	12	120,63c	0,23	2,7ab	1,0abc	0,0b	2,8b	4,0a	6,9bc	58a	0,0b
CD	5,2ab	1,4	6	146,31bc	0,18	3,0a	0,8bc	0,0b	2,9ab	3,9a	7,4ab	55a	0,0b
CD70+G30	5,4a	1,4	5	183,23b	0,20	3,0a	0,9bc	0,0b	2,7b	4,1a	6,9bc	59a	0,0b
M25+CC75	5,4a	1,4	11	135,18c	0,23	3,8a	1,5a	0,0b	2,7b	4,1a	6,9bc	63a	0,0b
M15+CC85	5,3ab	1,5	10	137,38c	0,17	3,3a	0,8bc	0,0b	3,0a	4,3a	7,2ab	59a	0,0b
M15+G85	5,4a	1,5	10	286,61a	0,26	3,7a	1,3ab	0,0b	2,9ab	5,2a	8,3a	64a	0,0b
Valor F	3,22*	1,92NS	2,60NS	41,25**	1,90NS	6,09**	6,83**	32,67**	4,21**	6,00**	6,30**	7,54**	41,15**
DMS (5%)	0,32	0,37	9,11	38,53	0,10	1,21	0,56	0,08	0,76	1,39	1,28	11,88	0,86
C.V. (%)	2,98	12,21	53,38	11,51	23,00	19,07	28,73	70,42	12,30	16,71	8,73	10,07	64,03

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

um aumento na CTC, bem como no pH, aumentando a retenção de K e de Mg.

Aumentos significativos nos valores de V% foram alcançados quando da aplicação dos corretivos em comparação à testemunha. Segundo GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1988) para valores abaixo de 60% na camada de 0-20cm recomenda-se a calagem. Entretanto, para a referida camada, verifica-se que em todos os tratamentos, com exceção da testemunha, os valores estão acima deste valor. Nas profundidades 21-40cm e 41-60cm, o tratamento com magnesita + gesso proporcionou os maiores valores absolutos de V, 62% e 64% respectivamente.

Estão demonstradas na Tabela 12 as relações entre bases trocáveis do solo, nas três profundidades estudadas. Analisando a relação Ca/Mg nas três profundidades, observa-se que o tratamento CC foi significativamente superior aos demais tratamentos, exceto na profundidade 41-60cm, onde o citado tratamento foi superior aos tratamentos T, CM e M15 + G85. Esta maior relação é explicada pela alta concentração de CaO no calcário calcítico. Por outro lado, a menor relação (2,36) coube ao tratamento M25 + CC75, na profundidade 0-20cm, onde a mistura apresenta alta concentração de MgO. A lixiviação do Mg promovida pelo tratamento M15 + G85, em função da maior quantidade de gesso, pode ser responsável pela menor relação Ca/Mg nas camadas 21-40 e 41-60cm.

Nas profundidades 0-20 e 21-40cm, coube ao tratamento CD as maiores relações Ca/K, no entanto essas relações só foram significativamente diferentes da testemunha. Para a profundidade 41-60cm, a relação do tratamento M25 + CC75 foi superior aos tratamentos T e CM. Todos os tratamentos encontram-se dentro da faixa ideal (9 a 25), exceto a testemunha na profundidade 0-20cm.

Para a relação K/Ca+Mg, a testemunha teve seus valores acima da faixa ideal (0,03 a 0,08), nas profundidades

Tabela 12. Médias das relações entre bases trocáveis no solo nas profundidades 0-20, 21-40 e 41-60cm, no ano agrícola 1991/92 e resultados da análise estatística.

Tratamento	0-20cm			21-40cm			41-60cm		
	Ca/Mg	Ca/K	K/Ca+Mg	Ca/Mg	Ca/K	K/Ca+Mg	Ca/Mg	Ca/K	K/Ca+Mg
T	3,92bc	7,38b	0,11a	3,22ab	9,02b	0,09	3,26bc	9,24c	0,08a
CC	7,10a	13,10ab	0,07b	3,84a	13,00ab	0,06	4,58a	15,16abc	0,05ab
CM	3,18cd	9,64ab	0,08ab	2,46bc	11,00ab	0,06	2,78c	12,10bc	0,06ab
CD	5,08b	16,06a	0,05b	2,82bc	13,84a	0,06	3,80abc	14,00abc	0,05ab
CD70+G30	3,34cd	10,34ab	0,07ab	2,78bc	11,84ab	0,06	3,36abc	16,20abc	0,05ab
M25+CC75	2,36d	13,78ab	0,05b	2,48bc	10,10ab	0,07	3,60abc	22,00a	0,04b
M15+CC85	3,06cd	14,58ab	0,06b	2,78bc	12,22ab	0,06	4,34ab	19,36ab	0,04b
M15+G85	3,12cd	12,94ab	0,06b	2,32c	11,40ab	0,06	2,86c	15,50abc	0,05ab
Valor F	25,73**	3,07*	5,86**	7,82**	2,46*	2,15NS	5,25**	3,94**	3,32**
DMS (5%)	1,38	7,58	0,03	0,81	4,56	0,03	1,31	9,26	0,03
C.V. (%)	17,20	29,96	26,38	13,87	19,06	22,83	17,68	28,99	31,6

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

0-20 e 21-40cm, em decorrência do não fornecimento de fontes de Ca e de Mg. Enquanto que nos demais tratamentos, os valores da relação se encontram dentro da faixa ideal, nas três profundidades. Observa-se também que em vários tratamentos se conseguiu obter o valor de 0,06, ideal para citros (VITTI & DONADIO, 1988).

4.2. Análise foliar

4.2.1. Ano agrícola 1990/91

Na Tabela 13 estão apresentados os teores de nutrientes das folhas geradas na primavera. As interpretações dos teores de macro e micronutrientes nas folhas de laranjeira foram feitas segundo classificação sugerida por GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1988).

Conforme os resultados, observa-se que os teores de N, mesmo havendo diferenças significativas entre os tratamentos, mostraram-se na faixa adequada para o citros. O tratamento M15 + CC85 apresentou-se com teor deste nutriente superior estatisticamente ao da testemunha.

Para os elementos P e Ca não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos e os valores das concentrações destes nutrientes encontram-se altos na folha. A testemunha, mesmo não recebendo aplicação de corretivos e gesso, apresentou níveis altos de Ca na folha, indicando que o Ca nativo do solo ou aquele fornecido pela adubação foi suficiente para atender as necessidades da planta.

O maior teor de K foi proporcionado pelo tratamento CD70 + G30, diferenciando significativamente dos tratamentos T, CM, M25 + CC75 e M15 + CC85. Já para o elemento Mg, o tratamento M15 + CC85 foi quem apresentou o maior valor absoluto para o teor desse nutriente, entretanto diferenciou significativamente somente do tratamento CD.

No tratamento M15 + CC85, o menor valor para o K (1,09%) correspondeu ao maior valor para o Mg (0,26%), podendo ser sugerido a causa deste efeito o antagonismo entre esses nutrientes, mas SOARES (1975) afirmou não haver nitidez no efeito antagônico entre as bases. Entretanto, DEJOU & MONTARD (1982) observaram acentuado antagonismo entre Mg e K, onde a resposta positiva da adubação magnesiana foi anulada em presença do potássio.

A presença do gesso em maior dosagem no tratamento M15 + G85 resultou no maior teor de S nas folhas (0,44%), diferindo significativamente dos demais tratamentos. Esse teor é qualificado como alto, enquanto aqueles dos demais tratamentos estão em nível adequado.

Os elementos B e Zn encontram-se em concentrações adequadas, apesar das diferenças significativas nos teores do primeiro nutriente. Em relação ao elemento B, observa-se que o tratamento CD70 + G30 foi significativamente superior ao tratamento M15 + G85.

Da mesma forma, os tratamentos com magnesita e o tratamento com calcário magnesiano propiciaram baixos teores de Cu, que o tratamento com calcário calcítico.

O alto teor de Fe apresentado pelos tratamentos com gesso se deve ao aumento da absorção deste nutriente quando da aplicação deste produto no solo, pois segundo explicação sugerida por OLSEN & WATANABE (1979), a formação do par iônico entre o cátion e o sulfato diminuem a atividade do Fe em solução, favorecendo o deslocamento do equilíbrio no solo, no sentido de liberar mais íons (Fe) para a solução, permitindo maior absorção pelas plantas.

Com relação ao nutriente manganês, os teores estavam em nível alto para todos os tratamentos, tendo o tratamento com calcário dolomítico + gesso apresentado o maior valor absoluto para esse teor (83 ppm). No entanto, esse

Tabela 13. Média dos teores de nutrientes das folhas geradas na primavera, no ano agrícola 1990/91 e resultados da análise estatística.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			%						ppm		
T	2,33b	0,20	1,14bc	5,56	0,22ab	0,29d	71ab	5ab	107bc	67ab	44
CC	2,44ab	0,20	1,24ab	5,54	0,24ab	0,32bcd	71ab	10a	127bc	66ab	46
CM	2,47ab	0,21	1,10bc	5,97	0,25ab	0,32bcd	72ab	3b	100bc	62b	31
CD	2,41ab	0,20	1,23abc	5,37	0,21b	0,33bcd	71ab	5ab	93bc	79ab	44
CD70+G30	2,48ab	0,21	1,31a	5,87	0,24ab	0,37b	74a	8ab	138ab	83a	57
M25+CC75	2,46ab	0,18	1,14bc	5,60	0,23ab	0,31d	67ab	4b	118bc	76ab	48
M15+CC85	2,55a	0,20	1,09c	5,92	0,26a	0,36bc	66ab	3b	88c	68ab	35
M15+G85	2,49ab	0,20	1,17abc	5,70	0,25ab	0,44a	61b	2b	179a	65ab	44
Valor F	2,06*	1,55NS	6,04*	1,90NS	2,81*	20,43**	2,46*	4,18**	8,08**	3,41*	1,60NS
DMS (5%)	0,20	0,03	0,14	0,72	0,04	0,05	12,43	6,20	48,46	19,28	28,76
C.V. (%)	4,05	6,98	5,98	6,11	9,18	6,95	8,69	56,80	19,69	13,16	31,74

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Relações entre bases nas folhas de citros amostradas nas safras 90/91 e 91/92.

Tratamento	(1990/91)				(1991/92)			
	Ca/Mg	Ca/K	K/Mg	K/Ca+Mg	Ca/Mg	Ca/K	K/Mg	K/Ca+Mg
T	25,82	4,86ab	5,32ab	0,20	26,24	3,18ab	8,26	0,30
CC	23,46	4,48b	5,23ab	0,20	21,82	3,00b	7,19	0,28
CM	24,14	5,40a	4,46ab	0,20	27,40	3,30ab	8,27	0,28
CD	25,28	4,38b	5,76a	0,18	26,86	3,34ab	8,03	0,28
CD70+G30	24,46	4,42b	5,53a	0,18	23,20	3,38a	6,78	0,28
M25+CC75	23,88	4,96ab	4,87ab	0,18	22,50	3,38a	6,70	0,28
M15+CC85	22,64	5,42a	4,18b	0,16	24,00	3,28ab	7,42	0,28
M15+G85	23,28	4,88ab	4,80ab	0,20	23,36	3,20ab	7,25	0,26
Valor F	0,86NS	4,58*	3,54*	1,00NS	2,56NS	2,61*	2,49NS	0,30NS
DMS (5%)	5,25	0,89	1,32	0,07	6,12	0,36	1,84	0,09
C.V. (%)	10,52	8,58	12,78	17,75	12,11	5,43	11,89	15,61

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

tratamento só diferiu significativamente do tratamento com calcário magnesiano.

Na Tabela 14 estão relacionados os resultados das relações entre bases nas folhas de laranjeira Pêra. Em decorrência do alto teor de Ca nas folhas, a relação Ca/Mg se mostrou muito superior à relação ideal para citros que é de 10 (MALAVOLTA, 1979). Da mesma forma, as relações Ca/K dos tratamentos estão acima da faixa ideal (1,8 a 4,5). A relação Ca/K na folha é menor que no solo, entretanto a folha absorve esses nutrientes em proporções diferentes daquelas existentes no solo, enquanto a relação Ca/Mg é maior na folha, porém a planta absorve Ca e Mg na mesma proporção existente no solo (QUAGGIO et al., 1992).

A relação K/Mg apresentou os tratamentos CD e CD70 + G30 significativamente superiores ao tratamento M15 + CC85. Essa diferença não pode ser explicada pelo teor de MgO nos tratamentos, uma vez que existem tratamentos com teores maiores e menores aos tratamentos em questão.

4.2.2. Ano agrícola 1991/92

Os teores de nutrientes das folhas geradas na primavera estão apresentadas na Tabela 15. Igualmente ao ano agrícola anterior, os teores dos nutrientes foram analisados segundo sugestão do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1988).

Os níveis de nitrogênio estavam em padrões baixos em todos os tratamentos, tendo o tratamento com calcário calcítico apresentado significativamente o maior teor (2,20%), em relação aos tratamentos com calcário magnesiano (2,02%) e calcário dolomítico (2,04%).

O teor de P do tratamento CD70 + G30 foi superior ao do tratamento CD, sendo que somente os tratamentos

CD70 + G30, CC, M25 + CC75 e M15 + G85 apresentaram teores adequados de fósforo nas folhas.

A aplicação de calcário magnesiano e a testemunha foram responsáveis pelos teores mais altos de K nas folhas do que o tratamento com calcário dolomítico + gesso. Entretanto, todos os tratamentos estavam em níveis adequados.

As folhas amostradas em todos os tratamentos apresentaram teores altos de cálcio e baixos de magnésio. Foi observado que a redução dos teores de Ca do ano agrícola anterior para este ano foi paralela ao aumento nos teores de K. Isto pode ser explicado pelas manifestações antagônicas do cálcio sobre o potássio (BOWER & PIERRE, 1944; YORK et al., 1953).

A maior concentração de enxofre no tratamento com magnesita e gesso, diferindo significativamente dos demais tratamentos comprova o suprimento adequado do nutriente S, na forma de gesso (VITTI et al., 1986).

Os micronutrientes B e Mn tiveram seus teores em níveis adequados para todos os tratamentos. Para os tratamentos T, CM e CD, encontraram-se altos teores de Cu e excessivos teores de Fe. Já para o tratamento M15 + G85 juntamente com os tratamentos CD30 + G70 e M15 + CC85, o teor de Fe foi menor que os tratamentos envolvendo aplicação dos calcários (CC, CM e CD) exclusivamente e na testemunha.

O maior teor de Zn foi proporcionado pelo tratamento CD70 + G30, diferindo significativamente dos demais tratamentos, com exceção da testemunha. Entretanto, todos os tratamentos tem suas concentrações de Zn abaixo dos valores adequados.

As relações entre bases nas folhas da laranjeira Pêra no ano agrícola 91/92 estão demonstradas na Tabela 14, onde não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nas relações Ca/Mg, K/Mg e K/Ca + Mg.

Tabela 15. Média dos teores de nutrientes das folhas geradas na primavera, no ano agrícola 1991/92 e resultados da análise estatística.

Treatamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- % ----- ppm -----										
T	2,16abc	0,10bc	1,70a	5,21ab	0,21	0,26b	74ab	15a	215ab	37abc	18ab
CC	2,20a	0,12ab	1,63ab	5,01b	0,23	0,22d	69b	12ab	163bc	37abc	15b
CM	2,02c	0,10bc	1,70a	5,61a	0,21	0,28b	81ab	14ab	251a	45a	15b
CD	2,04bc	0,08c	1,62ab	5,42ab	0,20	0,28b	79ab	13ab	218ab	43ab	14b
CD70+G30	2,19ab	0,14a	1,53b	5,38ab	0,23	0,26b	80ab	12ab	69de	33bc	21a
M25+CC75	2,14abc	0,12ab	1,59ab	5,38ab	0,25	0,24cd	85a	11b	118cd	31c	15b
M15+CC85	2,06abc	0,10bc	1,61ab	5,43ab	0,23	0,24cd	81ab	11b	73de	34bc	15b
m15+G85	2,15abc	0,12ab	1,58ab	5,18b	0,22	0,40a	67b	11b	53e	40abc	16b
Valor F	3,99**	11,50**	3,09*	4,08**	1,38NS	85,77**	4,15**	3,91**	32,41**	4,76**	4,53*
DMS (5%)	0,16	0,02	0,15	0,42	0,06	0,03	14,21	3,09	62,99	10,32	4,96
C.V. (%)	3,75	11,10	4,54	3,86	12,76	4,92	8,91	12,25	20,99	13,32	14,87

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em função de não fornecer fontes de Ca e Mg para a testemunha, este tratamento apresentou a maior relação K/Ca + Mg, enquanto o tratamento com aplicação de gesso, mesmo não havendo diferença significativa, a relação foi a menor, em decorrência da lixiviação de Ca e Mg no perfil do solo, conforme já discutido.

Com a redução da concentração de Ca e aumento de K, a relação Ca/K se encontra na faixa ideal.

4.3. Produção de frutos

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados de produção em caixas de 40,8 kg/planta, correspondente às colheitas dos anos agrícolas 1991/92 e 1992/93.

Na produção referente a safra 1991/92 não se obteve diferença significativa entre os tratamentos, o que pode ser explicado pelo tratamento prévio ao início do experimento, bem como os efeitos diretos da aplicação dos corretivos serão sentidos na produção do ano seguinte.

Na safra 1992/93 observou-se que os tratamentos onde houve aplicação dos corretivos apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha. Coube ao tratamento M15 + G85 a maior produção absoluta de 4,37 caixas/planta, a qual diferiu significativamente somente dos tratamentos T e M15 + CC85. Depois da testemunha (3,58 caixas/planta), o tratamento M15 + CC85 foi o que apresentou a menor produção de frutos (4,01 caixas/planta).

O enriquecimento de Ca no solo, mediante a aplicação de corretivos através dos tratamentos, o qual é exigido em altas proporções pelo citros (QUAGGIO, 1985), como também a redução de toxidez de Al (LOPES, 1986), propiciam benefícios ao crescimento radicular e à produção, no sentido de aumentar a capacidade de exploração de água e de nutrientes. Enquanto que o uso do gesso, apesar de não promover alteração

Tabela 16. Média geral da produção de frutos em caixas de 40,8 kg por planta (safras 91/92 e 92/93).

Tratamento	1991/1992	1992/1993
----- caixa de 40,8 kg/planta -----		
T	1,35	3,58c
CC	1,48	4,05ab
CM	1,48	4,25ab
CD	1,31	4,23ab
CD70+G30	1,30	4,30ab
M25+CC75	1,37	4,20ab
M15+CC85	1,28	4,01b
M15+G85	1,30	4,37a
Valor F	1,45NS	10,66**
DMS (5%)	0,31	0,36
CV (%)	10,95	4,17

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade.

do pH, promove a lixiviação de potássio e magnésio para horizontes inferiores (SOUZA & RITCHEY, 1986), além do decréscimo na saturação por alumínio do subsolo (PAVAN et al., 1984; CHAVES et al., 1988), melhorando, assim, as condições do ambiente do subsolo e, dessa forma, resultando em aumento significativo na produção (GUILHERME, 1985).

4.4. Análises tecnológicas

4.4.1. Ano agrícola 1991/92

Na Tabela 17 estão apresentados os resultados das análises tecnológicas dos frutos amostrados na safra 1991/92.

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para os parâmetros Brix, Ratio, peso dos frutos, altura do fruto e diâmetro do fruto. Segundo VIÉGAS (1991), os resultados de Ratio qualificam todos os tratamentos como adequados para a industrialização, uma vez que a faixa adequada varia de 11 a 14. O autor relatou ser o Ratio o indicador utilizado na determinação do estágio de maturação.

Os ácidos têm papel importante no sabor do suco, pois o acentuam (VIÉGAS, 1991). Desta forma, o tratamento CC apresentou maior valor de acidez corrigida (0,81), diferindo significativamente dos outros tratamentos.

4.4.2. Ano agrícola 1992/93

Na Tabela 18 são mostradas as análises tecnológicas dos frutos referentes a safra 1992/93. Inicialmente, observa-se um aumento em todos os tratamentos para os parâmetros acidez corrigida, Brix e Ratio, em relação ao ano agrícola anterior. Observou-se, também, a resposta não

significativa do peso de frutos e altura em relação aos tratamentos.

O valor de acidez corrigida do tratamento com calcário dolomítico + gesso diferiu significativamente da testemunha e do tratamento com calcário dolomítico. O valor do Brix do tratamento M15 + CC85 foi significativamente superior à testemunha e aos tratamentos CM e M15 + G85. Os baixos valores de Brix favoreceram o menor valor de Ratio para a testemunha que somente diferiu do tratamento M25 + CC75. Por outro lado, foi o tratamento M25 + CC75 quem apresentou o maior valor de Ratio, diferindo significativamente dos tratamentos T, CM e CD70 + G30, entretanto esse valor fora da faixa adequada, a qual foi conseguida pelos tratamentos T, CM, CD70 + G30 e M15 + G85.

Tabela 17. Médias de características obtidas na análise tecnológica de frutos referentes a safra 1991/92.

Tratamento	Acidez Corrigida	Brix	Ratio	Peso fruto(g)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
T	0,58b	6,6	10,7	1948	7,64	6,90
CC	0,81a	7,8	11,0	1974	7,71	6,87
CM	0,63b	6,8	11,0	1972	7,92	7,02
CD	0,63b	7,8	12,5	1972	7,89	7,08
CD70+G30	0,62b	7,2	12,0	1986	7,75	7,06
M25+CC75	0,65b	7,4	11,4	1990	7,74	6,95
M15+CC85	0,64b	7,3	12,1	2014	7,94	7,09
M15+G85	0,70b	7,5	11,5	2002	7,82	7,00
Valor F	6,61**	1,90NS	2,35NS	0,38NS	0,91NS	0,98NS
DMS (5%)	0,12	1,42	1,91	152,40	0,53	0,39
C.V. (%)	9,08	9,38	11,54	3,72	3,30	2,68

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Médias de características obtidas na análise tecnológica de frutos referentes a safra 1992/93.

Tratamento	Acidez Corrigida	Brix	Ratio	Peso fruto(g)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
T	0,77b	10,4c	12,8b	1932	7,59	6,83b
CC	0,86ab	12,0abc	15,3ab	1877	7,70	6,97ab
CM	0,78ab	10,6c	13,5b	1980	7,73	7,01a
CD	0,77b	11,4abc	14,8ab	1995	7,72	7,01a
CD70+G30	0,88a	11,6abc	13,6b	1947	7,63	7,02a
M25+CC75	0,78ab	12,4ab	16,4a	1955	7,65	6,92ab
M15+CC85	0,87ab	12,6a	15,2ab	1958	7,78	7,04a
M15+G85	0,78ab	10,7bc	14,1ab	1950	7,72	6,99a
Valor F	3,77*	4,72*	4,06**	1,43NS	1,23NS	4,17**
DMS (5%)	0,11	1,80	2,68	135,83	0,26	0,15
C. V. (%)	6,47	7,58	8,95	3,37	1,63	1,08

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1) A aplicação de corretivos promoveu o aumento do pH e anulou a saturação por alumínio nas três profundidades estudadas;

2) Os tratamentos onde houve inclusão de magnesita proporcionaram eficiente correção da acidez superficial do solo, bem como adequado fornecimento de magnésio;

3) a presença do gesso no tratamento magnesita + gesso proporcionou níveis adequados de K, Ca, Mg e S ao longo do perfil do solo;

4) A maior produção foi obtida pelo tratamento magnesita + gesso, enquanto o tratamento sem aplicação de corretivos (testemunha) apresentou a menor.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDE, J.C. Corretivos da acidez dos solos: características de qualidade. In: MALAVOLTA, E., ed. Seminário sobre corretivos agrícolas. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.97-119.
- ANDERSON, C.A. Fruit yields, tree size, and mineral nutrition relation-ship in valencia orange trees affected by liming. J. Plant Nutrition, New York, 10(9-16):1907-16, 1987.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BATAGLIA, O.C.; RODRIGUES, O.; HIROCE, R.; GALLO, J.R.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C. Composição mineral de frutos cítricos na colheita. Bragantia, Campinas, 36:215-22. 1977.
- BOWER, C.A. & PIERRE, W.H. Potassium response of various crops on a high lime relation to their contents of potassium, calcium, magnesium and sodium. J. Am. Soc. Agron., Washington, 36:608-14, 1944.

- CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M. Redução da acidez subsuperficial em coluna de solo. *Pesq. Agrop. Bras.*, Brasília, 23:469-76, 1988.
- CIPOLLI, J.R. Efeitos da aplicação de calcário calcinado, gesso e misturas calcário-gesso na cultura de citros. Jaboticabal, 1986. 49p. (Graduação - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP).
- COUTO, W.; LATHWELL, D.J.; BOULDIN, D.R. Sulfate sorption by two Oxisols and an Alfisol of the tropics. *Soil Sci.*, Baltimore, 127:108-16, 1979.
- DAL BÓ, M.A. Movimentação de bases e crescimento de raízes de cana-de-açúcar em colunas de solos, em função da adição de diferentes sais de cálcio. Viçosa, 1985. 62p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- DEFELIPO, B.V.; BERNARDO, S.B.; CIMINELLI, J.G. Relação ideal entre P_2O_5/MgO e CaO/MgO na produção de milho e soja em um solo de cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 19., Santa Maria, 1990. *Anais*. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1990. p.37.
- DEFELIPO, B.V.; SANTOS, J.F.; SILVA, J.G. Efeito do óxido de magnésio na adubação com superfosfato triplo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22., Recife, 1989. *Programa e Resumos*, Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. p.274-5.
- DEJOU, J. & MONTARD, F.X. Efecto positivo que ejercen los obonados potássio y magnésio em suelos vulcánicos del Macizo Central francés. Evolución de K^+ en el suelo y en la planta

al final de cinco años de cultivo de ballico perene. *Revista de la Potassa*, Berna, 7(3):1-10, 1982.

DEMATTE, J.L.I. Solos arenosos de baixa fertilidade: estratégia de manejo. Palestra apresentada no V Seminário Agroindustrial "Luiz de Queiroz" STAB. XXIX Semana "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1986.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual, 1980/81. Brasília, 1982. 163p.

FARINA, M.P.W. & CHANNON, P. Acid-subsoil amelioration. I. A comparison of several mechanical procedures. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 52:169-75, 1988a.

FARINA, M.P.W. & CHANNON, P. Acid-subsoil amelioration. II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 52:175-80, 1988b.

FOY, C. D. Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. In: ADAMS, F., ed. *Soil acidity and liming*. 2.ed. Soil Science Society of America, Madison, 1984. p.57-97.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. *Laranja*, Cordeirópolis, 9(3):1-14, 1988.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. 2.ed. *Laranja*, Cordeirópolis, 11(3):1-14. 1990.

- GUILHERME, M.R. Efeitos da aplicação de calcário calcinado, gesso e misturas de calcário dolomítico calcinado e gesso em culturas de interesse econômico. Piracicaba, 1986. 56p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- HAMMEL, J.E.; SUMNER, M.E.; SHAHANDEH, H. Effect of physical and chemical profile modification on soybean and corn production. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 49:1508-11, 1985.
- KAMPFER, M. & UEXKULL, H.R. von. Nuevos conocimientos sobre la fertilización de los citricos. 3.ed. Hanover, Verlag Gessellschaft fur AcKerbau, 1966. 104p.
- LOPES, A.S. Calagem e gesso agrícola. In: ENCONTRO TÉCNICO SOBRE GESSO AGRÍCOLA. Belo Horizonte, 1986. 58p. (mimeografado).
- LOPES, A.S. Manual de fertilidade do solo. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 155p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação da laranjeira. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. p. 99-122 (Boletim Técnico, 6).
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1980. 252p.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; adubos e adubações 3. ed. São Paulo, Editor Agronômica Ceres, 1981, 596p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. Laranja (9):01-52, 1988.

- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O.J.; ANDRADE, R.G.; ALVIZURI, C.; VENCOWSKY, R.; FREITAS, L.M.M. Estudos sobre a fertilidade dos solos do cerrado. I. Efeito da calagem na disponibilidade do fósforo (Nota Prévia). An. E.S.A. "Luiz de Queiroz", 22:131-8, 1965.
- MALAVOLTA, E.; GUILHERME, M.R.; LIEN, T.H. Associação fosfogesso-calcário; princípios e aplicações. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1986. Anais. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. p.177-98.
- MALAVOLTA, E. & VIOLANTE NETTO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MARTINS, O.C. Comportamento da soja e do trigo e alterações no perfil do solo em resposta à aplicação de diferentes misturas de calcário e gesso. Viçosa, 1990. 81p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- MENDES, L.D.T. A maturação dos frutos cítricos. São Paulo: Departamento de fomento da produção vegetal, Seção de Fruticultura, 1976. 9p. (Circular, 3).
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 3. ed. Berne-Switzerland, Int. Potash. Inst., 1982. 655p.

- NEPTUNE, A.M.L. O magnésio como nutriente para as culturas. In: SILVA, M.C. de, Coord. Seminário fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e micronutriente: situação atual e perspectivas na agricultura. Anais. São Paulo, Manah S/A, 1986. p.74-82.
- OLIVEIRA, J.B. Solos para a citricultura no Estado de São Paulo. Laranja, Cordeirópolis, 7(1):337-51, 1986.
- OLMOS, J.I.L. & CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(2):171-80, 1976.
- OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. Interaction of added gypsum in alkaline soils with uptake of iron, molybdenum, manganese and zinc by sorghum. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 43:125-30, 1979.
- PAOLINELLI, M.T.; OLIVEIRA, P.M.; SANTOS, P.R.R.S.; LEANDRO, V.P.; MORAES, W.V. Aplicação direta do fosfogesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1986. Anais. Brasília, EMBRAPA/DDT, 1986. p.197-207.
- PAVAN, M.A. O cálcio como nutriente para as culturas. In: SILVA, M.C. de, Coord. Seminário fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes - situação atual e perspectivas na agricultura. Anais. São Paulo, Manah S/A, 1986. p.82-6.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO_3 , MgCO_3 and $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 46:1201-7, 1982.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium, and aluminum following lime or gypsum applications to a Brazilian Oxisol. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 48:33-8, 1984.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 11 ed. Piracicaba, ESALQ, 1985. 466P.

QUAGGIO, J.A. Calagem para citros no Estado de São Paulo. Revisão nos métodos de recomendação. Ed. Planta Cítrica, 1:1-10, 1982.

QUAGGIO, J.A. Calagem para citros, Laranja. Cordeirópolis, 6:167-78, 1985.

QUAGGIO, J.A.; DECHEN, A.R.; RAIJ, B. van. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de base no solo. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 6:189-94, 1982.

QUAGGIO, J.A.; SOBRINHO, J.T.; DECHEN, A.R. Relações entre as bases no solo e produtividade da laranjeira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. - Adubação, Produtividade e Ecologia, 20. Anais. Piracicaba, SBCS, 1992. p.146-7.

RAIJ, B. van. Acidez do solo e calagem. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, Londrina, 1983. Trabalhos apresentados. Londrina, IAPAR, 1983. p.65-87.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e necessidade de calcário e fertilizantes para o Estado de São Paulo. O Agrônomo, Campinas, 37:13-21, 1985.

- RAIJ, B. van. Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1988. 88p.
- RAIJ, B. van. & QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- RAIJ, B. van. & ZULLO, M.A.T. Métodos de análise do solo. Campinas, Instituto Agronômico, 1977. 17p. (Circular, 63).
- REEVE, N.G. & SUMNER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in natal oxisols by leaching of surface-applied amendments. *Agrochemophysics*, Pretoria, 4:1-6, 1972.
- RIRIE, D.; TOTH, S.J.; BEAR, F.E. Movement and effect of lime and gypsum. *Soil Sci.*, Baltimore, 73:20-35, 1952.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; SOUZA, D.M.G. Deficiência de cálcio e crescimento de raízes em solos de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18., Salvador, 1981. Programas e Resumos, Salvador, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1981. p.96.
- RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E.; CORREA, C. Calcium leaching to increase rooting depth in Brazilian savannah Oxisol. *Agron. J.*, Madison, 70:40-4, 1980.
- ROBINSON, N. Phosphoric acid technology. In: KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J., eds., *The Role of Phosphorus in Agriculture*. Am. Soc. Agronomy, Madison, 1980. p.151-93.

ROSOLEM, C.A. & MACHADO, J.R. Efeitos da calagem e gessagem na produção de algodão e na lixiviação de bases em dois latossolos. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 8:103-9, 1984.

SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, Livroceres, 1974. 55p.

SILVA, J.G. & DEFELIPO, B.V. Resposta do eucalipto à aplicação de óxido de magnésio e gesso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Recife, 22., 1989. p.276.

SOARES, E. Influência da relação entre teores trocáveis de cálcio e magnésio do solo na absorção de potássio pelo centeio (*Secale cereale* L.). Piracicaba, 1975. 73p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SOUZA, D.M.G.; REIN, T.A.; LOBATO, E.; RITCHEY, K.D. Métodos para recomendação de gesso em solos de cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20. Piracicaba, 1992. p.362-3.

SOUZA, D.M.G. & RITCHEY, K.D. Uso do gesso no solo de cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1986. Anais. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. P.119-44.

SUMNER, M.E.; SHAVANDEH, H.; BOUTON, J.; HAMMEL, J.E. Amelioration of an acid soil profile through deep liming and surface application of gypsum. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 50:1254-78, 1986.

TISDALE, S.L.; BEATON, J.D.; NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers. 4.ed. New York, McMillan, 1985. 754p.

VIÉGAS, F.C.P. Industrialização dos citros. In: CURSO INTENSIVO DE CITRICULTURA. Piracicaba, A.E.C. Ceres/ESALQ, 1991. p.195-206.

VITTI, G.C. Acidez e calagem do solo. Laranja, Cordeirópolis, 5:77-102, 1984a.

VITTI, G.C. Interpretação de análise de solo e alternativas de uso de adubos e corretivos. In: DONADIO, L.C., ed., Simpósio sobre produtividade de citros, 1., Jaboticabal, 1984b. p.127-54.

VITTI, G.C. Acidez do solo, calagem e gessagem. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO DO SOLO. 1., Ilha Solteira, 1987. p.301-48.

VITTI, G.C. Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 37p.

VITTI, G.C. & DONADIO, L.C. Correção do solo e micronutrientes. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA, 3. Anais. Jaboticabal, FCAV-FUNEP, 1988. p.163-83.

VITTI, G.C.; FERREIRA, M.E.; MALAVOLTA, E. Respostas de culturas anuais e perenes. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1986. Anais. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. p.17-43.

VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; FERREIRA, M.E. Respostas de culturas anuais e perenes à aplicação de enxofre. In: BORKERT, C.M. & LANTMANN, A.F., eds., Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Anais. Londrina, EMBRAPA/CNPSo/IAPAR/SBCS, 1988. p.61-85.

YORK, E.T.; BRADFIELD, R.; PEECH, M. Calcium interaction in soils and plant. II. Reciprocal relations between calcium and potassium in plants. Soil Sci., Baltimore, 76: 481-91, 1953.