EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO CALCINADO, GESSO E MISTURAS DE CALCÁRIO DOLOMÍTICO CALCINADO E GESSO EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO

MANOEL RAIMUNDO GUILHERME
Engenheiro Agrônomo

Orientador: EURÍPEDES MALAVOLTA

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
Dezembro - 1986

Aos meus pais,

OFEREÇO.

À minha esposa
e filhos

DEDICO.

HOMENAGEM

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba (SP);

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) - USP, Piracicaba (SP);

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);

À Indústria Mineradora Pagliato Ltda, Sorocaba (SP);

... por tornarem possível a realização do presente trabalho.

HOMENAGEM PÓSTUMA

Ao amigo e colega Engº Agrº Raimundo Marques Carneiro.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. EURIPEDES MALAVOLTA pela orientação, estímulo e compreensão;

Ao Prof. GODOFREDO CESAR VITTI pela valiosa colaboração, estímulo e sobretudo amizade;

Aos Professores GERALDO VICTORINO DE FRANÇA, HENRIQUE PAULO HAAG, FRANCISCO ASSIS FERRAZ DE MELLO e MOACYR OLIVEIRA CAMPONEZ DO BRASIL SOBRINHO pelas manifestações de companheirismo, confiança e apreço;

Ao PAULO SALVADOR DE ALMEIDA pelo incentivo e colaboração;

Ao LAURY SOUTO DE QUEIROZ e AYRTON NEGREIROS COELHO pela colaboração e sobretudo dedicação na condução dos ensaios;

Ao CLÁUDIO DE JESUS MONTEIRO, ANTONIO RODRIGUES DOS SANTOS, MARCOS GARIBALDI e VINICIUS FERRAZ pela valiosa colaboração;

Às funcionárias do Departamento de Química da ESALQ: LÚCIA HELENA APESSATO PAVAN, LURDES APARECIDA DÁRIO DE GONZALEZ e SUELI MARIA AMARAL CAMPOS pela valiosa colaboração;

À CLEUSA PEREIRA CABRAL e LIGIA MALAVOLTA pela valiosa col
boração;

Às funcionárias da SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ESALQ: Dirce
Alessi Pelegrino, Luzia Arana Soares, Edilma Aparecida Bue
no de Camargo Ortolan, Silvia Denise de Freitas Siqueira,
Celine Coppê de Souza, Maria Helena da Silva Maia, Stela
Aparecida Alessi e Marisa Rodrigues de Camargo Duarte pe-
la amizade e compreensão.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a
realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Aspectos Gerais	04
2.2. Gesso Agrícola	07
2.2.1. Caracterização	07
2.2.2. Uso do gesso como fonte de enxofre e como corretivo do alumínio do sub- solo	08
2.3. Ensaio com calcário e gesso aplicados sepa- radamente	12
2.4. Ensaio com calcário e gesso aplicados con- juntamente	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Local de condução dos ensaios	17
3.2. Ensaio em casa-de-vegetação	17
3.2.1. Delineamento estatístico	17
3.2.2. Solos	18
3.2.3. Cultivar utilizado	18

3.2.4. Recipientes	18
3.2.5. Material corretivo	18
3.2.6. Metodologia seguida	19
3.2.6.1. Coleta e preparo dos solos.	19
3.2.6.2. Incubação dos solos	20
3.2.6.3. Adubação básica	20
3.2.6.4. Semeadura	23
3.2.6.5. Condução dos ensaios	24
3.3. Ensaios de campo	25
3.3.1. Delineamento estatístico	25
3.3.2. Solos	26
3.3.3. Amostragem dos solos e análise química	26
3.3.4. Tratamentos	26
3.3.5. Culturas utilizadas	28
3.3.6. Instalação dos ensaios	29
3.3.7. Semeadura e adubação	29
3.3.8. Condução dos ensaios	30
3.3.8.1. Desbaste e adubação em cobertura	30
3.3.8.2. Tratos culturais	31
3.3.9. Cultivo do trigo em sucessão à soja.	31
3.3.10. Colheita dos ensaios	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33

4.1. Ensaios em casa-de-vegetação	33
4.2. Ensaios de campo	40
5. CONCLUSÕES	49
6. LITERATURA CITADA	51

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO CALCINADO, GESSO E MISTURAS DE CALCÁRIO DOLOMITICO CALCINADO E GESSO EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO

Autor: MANOEL RAIMUNDO GUILHERME

Orientador: Prof. Dr. EURIPEDES MALAVOLTA

RESUMO

O presente trabalho visou estudar, em condições de casa-de-vegetação e de campo, a eficiência agrônômica de misturas de calcário dolomítico calcinado e gesso agrícola em comparação com cada um dos dois produtos aplicados separadamente. Para tal, foram usados solos ácidos com diferentes características químicas a saber: Um Podzólico Vermelho Amarelo (PVA) de Capão Bonito (SP); um Latossolo Vermelho Escuro textura média (LEm) de Sorocaba (SP); um Latossolo Roxo (LR) de Itapeva (SP). Sob condições de casa-de-vegetação a planta teste foi milho, enquanto que no campo foram usadas milho, soja e trigo. As misturas de calcário dolomítico calcinado e gesso agrícola foram feitas nas proporções de 70%:30% e 90%:10%, respectivamente. Os tratamentos adicionais foram: testemunha, calcário dolomítico calcinado e gesso. O calcário dolomítico calcinado e as misturas foram aplicados em quantidades calculadas para elevar o pH (água) para 6,5 ou a saturação em bases (V%) para 70%, respectivamente, para os experimentos em casa-de-vegetação e campo. As doses de gesso agrícola foram estimadas para suprir as mesmas quantidades de CaO

aplicadas como calcário dolomítico calcinado quando ele foi usado separadamente. Os dados obtidos permitem tirar as seguintes conclusões:

a) As misturas de calcário dolomítico calcinado e gesso deram maior produção de matéria seca ou grãos, quando comparados com cada um dos produtos aplicados separadamente;

b) a mistura 70%:30% demonstrou ser superior à mistura 90%:10%;

c) de um modo geral, as produções foram concordantes, obedecendo os tratamentos a seguinte ordem decrescente: mistura 70%:30% > mistura 90%:10% > calcário dolomítico calcinado > gesso > testemunha;

d) as análises minerais realizadas na parte aérea das plantas de milho, cultivadas em vasos, mostraram que o calcário dolomítico calcinado e as misturas reduziram as concentrações de Al e Mn na matéria seca; o gesso quando usado separadamente promoveu um aumento na concentração de Mn; por outro lado, o calcário dolomítico calcinado e as misturas aumentaram a concentração de Ca, e, particularmente, de Mg no tecido; sempre que o gesso esteve presente houve aumento nos teores de Ca e S.

EFFECTS OF THE APPLICATION OF CALCINED LIMESTONE, PHOSPHOGYPSUM AND BLENDS OF CALCINED DOLOMITIC LIMESTONE AND PHOSPHOGYPSUM AND CROPS OF ECONOMIC INTEREST

Author: MANOEL RAIMUNDO GUILHERME

Adviser: Prof. Dr. EURIPEDES MALAVOLTA

SUMMARY

The present work aimed to study, both in the greenhouse and in the field, the agronomic efficiency of blends of calcined dolomitic limestone and phosphogypsum in comparison with each of the two products applied separately. In order to do so acid soils with different chemical characteristics were used namely: a Red Yellow Podzolic (PVA) from Capão Bonito (SP); a Dark Red Latosol (LEm) from Sorocaba, SP; a Roxo Latosol (LR) from Itapeva (SP). Under greenhouse conditions corn was the test plant, whereas in the field corn, soybean and wheat were used. The calcined dolomitic limestone phosphogypsum blends were made in the proportions of 70%:30% and 90%:10%, respectively. Additional treatments were: control, calcined dolomitic limestone, and phosphogypsum. Calcined dolomitic limestone and blends were applied in rates calculated to raise the pH (water) to 6.5 or the base saturation (V%) to 70%, respectively, for greenhouse and field experiments. Phosphogypsum rates were estimated to supply the same CaO quantities applied as calcined dolomitic limestone when it was used separately.

Data obtained allowed for the following conclusions to be drawn: a) The calcined dolomitic limestone and phosphogypsum blends have higher dry matter or grain yields when compared to each product separately applied. b) The 70%:30% blend proved to be better than the 90%:10% mixture. c) As a rule, insofar yields were concerned, the treatments obeyed the following decreasing order: 70%:30% blend > 90%:10% blend > calcined dolomitic limestone > phosphogypsum > control. d) Mineral analyses carried out in the tops of the corn plants grown in pots showed that calcined limestone and blends there of reduced both Al and Mn concentration in the dry matter; phosphogypsum when used separately promoted an increase in Mn concentration. On the other hand, calcined dolomitic limestone and blends increased Ca, and particularly Mg concentration in the tissue; whenever phosphogypsum was present there were increases both in Ca and S.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da área cultivada, seja pela necessidade de maior demanda de alimentos, busca de fontes alternativas de energia e obtenção de excedentes exportáveis, tem levado à utilização, cada vez mais frequente, de áreas antes consideradas marginais por problemas de fertilidade.

Neste contexto, destacam-se as áreas sob vegetação de cerrado, que representam cerca de 87 milhões de hectares agricultáveis. Nessa região, predominam os Latossolos, apresentando deficiência generalizada de nutrientes, acidez elevada com alta saturação por alumínio, principalmente nas camadas subsuperficiais.

Situação semelhante já está sendo observada na grande maioria das áreas tradicionalmente cultivadas no país.

Essas características limitam o desenvolvimento e produção das culturas, quer por reduzir o crescimento do sistema radicular, tornando-as mais susceptíveis a déficits hídricos, quer por interferir na absorção e transporte de nutrientes, contribuindo ademais para a fixação do fósforo no solo.

Várias alternativas tem sido propostas e estudadas para a utilização racional desses solos, a saber: 1) seleção de espécies e variedades tolerantes a altas saturações de alumínio no subsolo; 2) incorporação profunda de calcário.

Embora esta última alternativa resulte em produtividades mais elevadas do que as obtidas com a aplicação superficial do calcário (0-20cm), ela é muito difícil, ou mesmo, agrônômica e economicamente inexecutável. Isso se explica, considerando-se os seguintes aspectos: 1) falta de equipamentos apropriados; 2) alto consumo de energia; 3) existência de extensas áreas apresentando esse problema no subsolo.

Atualmente, a pesquisa tem procurado meios eficientes para minimizar o problema do alumínio tóxico na sub-superfície, com a elevação dos teores de cálcio, sem a incorporação profunda de calcário.

Apesar do movimento de bases para as camadas inferiores ser considerado prejudicial nos oxissolos, a lixiviação de cálcio pode ser considerada como importante instrumento para promover o aprofundamento das raízes. Esse efeito pode ser obtido com a aplicação do gesso agrícola, devido a sua solubilidade no solo e a presença do íon SO_4^{-2} associado a Ca^{+2} , que desce com relativa facilidade no perfil do solo, chegando a profundidades que não são usualmente atingidos pelos calcários. Entretanto, o uso do gesso isoladamente pode promover, também, a lixiviação de K^+ e Mg^{+2} , em solos ácidos e de baixa CTC.

Assim sendo, a prática mais apropriada para o manejo de solos nessas condições, parece ser a combinação de gesso com calcário, de preferência o dolomítico.

Portanto, pode-se considerar dois modos de aplicação desses "produtos", a saber: 1) Aplicação do calcário e em seguida o gesso; 2) Aplicação simultânea da mistura de calcário e gesso.

A segunda alternativa parece ser a mais promissora, pois apresenta as seguintes vantagens: 1) melhora as propriedades físicas do gesso; 2) permite a comercialização do gesso pelas empresas produtoras de calcário; 3) a quantidade a aplicar é calculada de acordo com a necessidade de calagem do solo e 4) os produtos são aplicados numa única operação.

Por outro lado, a carência de enxofre que aparece com frequência cada vez maior, praticamente em todos os estados da Federação, é particularmente acentuada nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul. Conforme se pode observar, em 42.252 amostras analisadas no período de 1984/86 (Laboratório da Indústria Mineradora Pagliato Ltda, Sorocaba, SP), 66,5% dos solos cultivados do país apresentaram teores de $S-SO_4^{-2}$ entre "muito baixo" e "baixo" ($0-10 \mu g/cm^3$).

Em vista dos motivos expostos, o objetivo do presente trabalho foi estudar a eficiência agrônômica de misturas de calcário dolomítico calcinado e gesso agrícola, em condições de casa-de-vegetação e campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS

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, 1984). Além da ocorrência natural de acidez do solo, pelos motivos acima expostos, o próprio cultivo tende a acentuar o problema, seja devido a absorção de cátions pelas raízes das plantas, deixando em seus lugares quantidades equivalentes de íons hidrogênio, bem como por práticas agrícolas, como a aplicação de fertilizantes nitrogenados acidificantes (sulfato de amônio, uréia, nitrato de amônio, fosfatos de amônio, etc.) ao solo (VITTI e FERREIRA, 1986). Assim sendo, a acidificação do solo é um processo inevitável, exigindo, portanto, correções periódicas do mesmo pela aplicação de materiais corretivos, para que se não limite a produção agrícola.

Além desse aspecto, é importante salientar que, até o momento, a grande maioria das pesquisas têm-se referido ao estudo da correção da acidez na camada arável do solo, ficando a descoberto, quase por completo, os efeitos prejudiciais do alumínio presente nos horizontes subsuperficiais, pois, o mesmo restringindo o desenvolvimento radicular das culturas nessas camadas, é um obstáculo à maximização das produções, porque o volume de solo explorado pelas raízes é insuficiente para suprir as necessidades de água e nutrientes da planta (OLMOS & CAMARGO, 1976).

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, termo empregado na agricultura para designar a aplicação de material corretivo (predominantemente calcários), capaz de reduzir a acidez do solo, tem por finalidade três objetivos principais: correção da acidez e aumento na disponibilidade de nutrientes, que tem o seu máximo na faixa de pH 6,0-6,5; fornecimento de cálcio e magnésio; neutralização do excesso de Al e Mn e, conseqüente, diminuição na sua participação na CTC (MALAVOLTA *et alii*, 1986).

Devido ao íon acompanhante do Ca e do Mg nos corretivos, ser o carbonato (CO_3^{2-}), a calagem atinge os benefícios citados, de modo apreciável, nas camadas superficiais do solo; exceção feita quando são usadas doses relativamente pesadas de corretivos em solos bem estruturados e quanto há

tempo suficiente (QUAGGIO et alii, 1981). Consequência: pode-se ter solo corrigido pela calagem até no máximo 30 cm, e solo não corrigido logo abaixo, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular e o aproveitamento do adubo aplicado. Colorário: plantas menos desenvolvidas e menos produtivas, mais sujeitas à seca (MALAVOLTA et alii, 1986).

Além do problema de toxidez de alumínio e dos baixos níveis de cálcio do sub-solo, o teor de nutrientes dos oxissolos e ultissolos é bastante baixo. Dentre os nutrientes, a deficiência de enxofre (S) atinge 50% da área total dos solos da América Tropical (SANCHEZ & SALINAS, 1981). Esse fato já havia sido alertado há muito tempo por McCLUNG et alii (1959), os quais verificaram que quando o enxofre não foi aplicado em solos do planalto central brasileiro, o crescimento das plantas foi de apenas 4 a 30% do obtido quando um fertilizante completo foi aplicado. Assim, não é surpresa, que concomitantemente com o aumento da produção nos trópicos, há também um aumento, comprovado de deficiência desse elemento (BLAIR, 1979). As duas razões mais importantes para explicar tal fato são: a) Nos solos das regiões tropicais as quantidades de S no perfil, explorado pelas raízes das plantas, são frequentemente mais baixas quando comparadas às das regiões temperadas; b) Aumento considerável no uso de adubos simples e de fórmulas de fertilizantes "concentradas", com pouco ou nenhum enxofre (VITTI, 1986).

Sendo assim, o emprego do gesso agrícola, o

qual promove o enriquecimento do perfil do solo em cálcio, com consequente diminuição da saturação em alumínio, bem como o fornecimento de enxofre, associado aos efeitos benéficos do calcário na camada superficial do solo, parece ser o ponto de partida para que seja atingido o potencial total do moderno sistema de agricultura nos países tropicais.

2.2. GESSO AGRÍCOLA

2.2.1. Caracterização

O gesso agrícola, sulfato de cálcio dihidratado $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, é um subproduto da obtenção do ácido fosfórico, utilizado na fabricação de superfosfato triplo e fosfatos de amônio (MAP e DAP). Em média, para cada tonelada de P_2O_5 produzida se tem 4,5 toneladas desse sub-produto. Assim, o gesso não incorporado nesses adubos "concentrados", já representa atualmente um volume de cerca de 20 milhões de toneladas, o que corresponde a 3,2 milhões de toneladas de enxofre (S). Considerando-se o preço de 150 dólares/tonelada de S, verifica-se que o valor desse elemento acumulado no gesso atinge a cifra de 480 milhões de dólares (VITTI *et alii*, 1986).

Esse gesso apresenta-se na forma de pó branco, revelando em sua composição aproximadamente 28% CaO e 17% S, bem como uma solubilidade muito maior do que a do calcário

(VITTI *et alii*, 1986). Essas características associadas à sua elevada disponibilidade no mercado, tornam o gesso agrícola uma das alternativas mais promissoras, principalmente, como fonte de enxofre e como "corretivo" do alumínio subsuperficial.

2.2.2. Uso do gesso como fonte de enxofre e como corretivo do alumínio do subsolo

Os efeitos favoráveis do emprego do gesso como fonte de enxofre foram amplamente discutidos em VITTI & MALAVOLTA (1985) e VITTI *et alii* (1986). Analisando-se estes trabalhos, observa-se que teores médios de cerca de 30 kg/ha de S (200 kg/ha de gesso) foram suficientes para promover a máxima produção das culturas testadas, fossem anuais ou perenes (café).

Com relação ao emprego do gesso como "corretivo" do alumínio subsuperficial, os primeiros trabalhos foram feitos por REEVE & SUMNER (1972), em oxissolos da África do Sul, os quais compararam a eficiência do Ca(OH)_2 e do $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ na redução da saturação de Al no subsolo, tendo verificado que, enquanto o Ca(OH)_2 reduziu-o de 57 para 53%, a mesma quantidade de Ca, na forma de sulfato, reduziu-o para 43%. Em nosso País, esses estudos tiveram início através de pesquisadores da EMBRAPA.

Assim, RITCHEY *et alii* (1981), observaram, em amostras de um Latossolo Vermelho Escuro-argiloso, que o sulfato de cálcio (2 t/ha de Ca) movimentou-se em profundidade, com a maior concentração entre 45-60 cm. EMBRAPA (1981) mostra que, num solo LE que havia recebido 4 t/ha de calcário e 0; 2,5 e 5,0 t/ha de gesso, após quatro anos, onde se aplicou apenas calcário, o cálcio e o magnésio havia se movimentado a tê 35 cm de profundidade, enquanto que nos tratamentos que receberam gesso, atingiram camadas mais profundas do solo, ten do sido encontrados teores próximos de 1,0 meq/100 g nas camadas de 70-90 cm.

O cultivo de milho nessas áreas mostrou severos sintomas de murcha em grande parte dos tratamentos sem gesso, e situação normal na maioria dos tratamentos com gesso, efeito também anteriormente observado por LOBATO & RITCHEY (1980) em parcelas que receberam a aplicação de superfosfato simples. Observações em lavouras comerciais, onde ocorreu um verânico de 30 dias, mostraram a importância da correção do subsolo, pois, na propriedade onde o solo havia sido cultivado por cinco anos e onde foram utilizados 984 kg de gesso (a fonte de fósforo foi o superfosfato simples que contém aproximadamente 60% de gesso) a produtividade foi de 2.760 kg/ha de soja, enquanto na lavoura onde cultivou-se o solo por dois anos e, onde usou-se o superfosfato triplo, a produtividade foi de 1.020 kg/ha (SILVA & RITCHEY, 1982). Atra vês de trincheiras, observou-se que as raízes de soja na

área de 5º ano desenvolveram-se até 1,40 m, enquanto na área de 2º ano se restringiram aos 0,80 m.

Estudos realizados em outras instituições de pesquisa, como os de LOPES & ALVES (1981), também demonstraram que os tratamentos mais eficientes na redução do Al do subsolo foram o superfosfato simples e o gesso. ALVES & LOPES (1983), estudando combinações de doses duplas de calcário micropulverizado ou dose simples de calcário comercial mais dose simples de calcário micropulverizado com gesso, verificaram que as mesmas foram altamente eficientes na diminuição da saturação de Al até a camada de 60-80 cm. Outros trabalhos mostrando o efeito da aplicação do gesso no desenvolvimento radicular e na produtividade das culturas podem ser encontrados em SOUZA & RITCHEY (1986).

Os mecanismos pelos quais o gesso causa a diminuição da acidez subsuperficial são citados em PAVAN & VOLKWEISS (1986), que resume o conhecimento atual: formação de $AlSO_4^+$ não tóxico, por reação entre o Al^{3+} (deslocado do complexo de troca pelo Ca^{2+} do gesso) com o SO_4^{2-} e formação de compostos Al-hidroxí-sulfato (PAVAN *et alii*, 1986). Resultam disso, diminuição na saturação em alumínio (valor m) e aumento na participação de Ca na capacidade de troca catiônica (CTC).

Por outro lado, doses elevadas de gesso, usadas isoladamente, podem promover a lixiviação de potássio (K^+) e magnésio (Mg^{++}). Assim, REEVE & SUMNER (1972), em estudos

em casa-de-vegetação, mostraram que aplicações elevadas de gesso, acima de 3,0 meq/100g, causaram perdas de mais de metade de Mg nativo, cerca de 1,7 meq/100 g. Já RITCHEY **et alii** (1981), em ensaios conduzidos em condições de coluna de solo e de campo, mostraram que a aplicação isolada de gesso promoveu uma lixiviação de K^+ mais intensa do que a observada quando se aplicou calcário e gesso, fato este explicado pelo aumento da CTC do solo. QUAGGIO **et alii** (1982) e ROSOLEM & MACHADO (1984), observaram experimentalmente, que a aplicação de gesso no solo provoca também a lixiviação de magnésio e potássio para horizontes inferiores, o que, entretanto, é evitado, no todo ou em parte, pelo emprego de calcário que libera mais cargas negativas no solo (RAIJ & QUAGGIO, 1984; SOUZA & RITCHEY, 1986).

PAVAN **et alii** (1984), observaram as principais alterações químicas, no perfil de um Latossolo Roxo distrófico, que tinha acidez suficiente no subsolo para restringir o desenvolvimento das raízes, pela aplicação de $CaCO_3$ ou $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ em quantidades iguais a 0,25 e 1,50 vezes a calagem equivalente para neutralização do Al^{3+} tóxico. Enquanto o $CaCO_3$ teve efeito somente nos primeiros 20 cm, aumentando o pH, CTC e Ca trocável, e diminuindo Mn e Al trocáveis, os tratamentos com $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ reduziram os níveis de Al e Mn trocáveis por todos os 100 cm de profundidade do perfil, aumentaram o Ca trocável, sendo que o pH e a CTC não foram afetados.

2.3. ENSAIOS COM CALCÁRIO E GESSO APLICADOS SEPARADAMENTE

QUAGGIO *et alii* (1982), conduziram, durante três cultivos seguidos, um ensaio com amendoim, cultivar Tatu, em Latossolo Roxo Distrófico, empregando cinco doses de calcário dolomítico (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 t/ha) e três de gesso (0; 1,0 e 2,0 t/ha). O calcário foi aplicado pouco antes do plantio, e o gesso foi distribuído em cobertura no início do florescimento. Os resultados médios, produção de três safras, indicaram que a maior produção foi obtida quando se usaram as maiores doses de calcário e de gesso. Por outro lado, observou-se diminuição acentuada nos teores de K e Mg na presença do gesso e ausência de calagem, ou com as doses menores de calcário.

Uma das conclusões do trabalho é a seguinte: a aplicação do gesso, com o propósito de melhorar as condições de acidez em subsuperfície, deve ser feita sempre associada com doses elevadas de calcário para prevenir o desequilíbrio de bases na camada arável.

TANAKA *et alii* (1983), em ensaio instalado em um Latossolo Vermelho Amarelo de Patrocínio, MG, com arroz IAC-47 e IAC-25, estudaram a influência da aplicação de doses de calcário dolomítico (2,7 e 5,4 t/ha) e de gesso nas mesmas doses, aplicados a lanço antes do plantio. Os resultados obtidos revelaram efeitos significativos dos níveis de gessagem e

de calagem. Interação significativa foi detectada entre gessagem e cultivar, sendo que somente o cultivar IAC-47 respondeu de forma quadrática, aos níveis de gesso, enquanto que no cultivar IAC-25 não houve influência deste insumo. Provavelmente, o efeito benéfico do gesso foi devido ao suprimento de enxofre e de cálcio, haja visto que o solo apresentava baixos teores desses nutrientes, e a saturação de alumínio era considerada baixa.

O gesso e outros materiais foram aplicados em três doses (0; 0,5 e 1,0 kg/cova) na cova de plantio de cafeeiros em um LVA, fase cerrado, de Patrocínio-MG, após a aplicação de 4 t/ha de calcário dolomítico em área total. Os resultados obtidos por FREIRE et alii (1984), no ensaio em que se aplicou gesso e calcário na cova de plantio do cafeeiro, indicaram efeito depressivo do calcário quando usado isoladamente; resposta quadrática às doses de gesso fornecidas e que a substituição de metade do gesso por calcário deu praticamente os mesmos resultados que o gesso isolado, segerindo esses dados que a acidez não era fator limitante e que o gesso funcionou como fonte de S, visto que na adubação NPK da cova não foram usados adubos contendo esse elemento.

GUIMARÃES et alii (1983), visando verificar os efeitos corretivos do gesso e do calcário nas camadas subsuperficiais do solo e o valor fertilizante do gesso como fornecedor de S e Ca para o cafeeiro, instalaram um ensaio num Latossolo Roxo Distrófico de São Sebastião do Paraíso-MG. O cal

cário (0, 750, 1500 e 3000 kg/ha) e o gesso (0, 1290 e 2580 kg/ha) foram aplicados à lãço antes do plantio do café. Os resultados do primeiro biênio de produção mostraram que na necessidade normal de calagem (1500 kg/ha), onde os teores de Ca já foram fornecidos em grande parte pelo calcário, a produção de café passou de 29,81 (sem gesso), para 41,50 sacas (2.580 kg/ha de gesso), ou seja, 11,24 sacas a mais de café beneficiado.

PONTES et alii (s/d, a) usaram três doses de calcário e três de gesso em arroz de sequeiro, em Latossolo Vermelho Escuro textura franco-argilo arenosa, fase cerrado. A dose 2 de calcário foi de 3,3 t/ha e a dose 1, metade. A dose 2 do gesso foi de 5,7 t/ha o que corresponde a $3,3 \times 1,7$; foi adotado o critério de fornecer nos dois corretivos a mesma quantidade de Ca. Antes da aração, foi aplicada metade da dose dos corretivos; o restante foi distribuído antes da gradagem. Os resultados mostraram que houve resposta linear ao calcário, enquanto que o efeito do gesso não foi significativo, embora houvesse tendência para resposta em função das doses aplicadas. Um ensaio semelhante com trigo foi instalado por PONTE et alii (s/d, b), na Estação Experimental da EPAMIG, em Patrocínio, MG, com a variedade NH-1146 consirada pouco sensível ao alumínio.

Os dados obtidos mostraram que, em ausência de calagem o gesso conseguiu triplicar a produção de trigo; houve um efeito linear do gesso quando associado à dose interme-

diária de calcário. Um terceiro ensaio, semelhante aos anteriores, foi conduzido por PONTE *et alii* (s/d, c), com os cultivos de soja UF-VI e IAC-2, em Latossolo Vermelho - Amarelo da Estação Experimental da EPAMIG, em Patrocínio, MG, sendo que posteriormente Santos *et alii* (s/d, d), citados em MALAVOLTA *et alii* (1986), utilizaram as mesmas variedades de soja no mesmo local do experimento anterior. O gesso e o calcário foram usados nas mesmas doses (0; 2,7 e 5,4 t/ha), combinadas de todos os modos possíveis num esquema fatorial. Os resultados obtidos, em ambos os ensaios, mostraram que os aumentos médios nas colheitas devido ao calcário foram, praticamente, os mesmos obtidos com o gesso, sugerindo que o efeito maior deve ser causado por Ca contido nos corretivos, embora não se possa descartar outros efeitos.

2.4. ENSAIOS COM CALCÁRIO E GESSO APLICADOS CONJUNTAMENTE

Outra alternativa bastante promissora é a utilização simultânea de calcário e gesso em proporções equilibradas. Uma das vantagens dessa opção é que a quantidade da mistura a ser utilizada pode ser determinada facilmente pelo critério da elevação da saturação em bases, através do PRNT da mistura, além de permitir a aplicação dos dois produtos numa única operação (VITTI & FERREIRA, 1986).

Assim, ALVES & LOPES (1983), estudando combinações de doses duplas de calcário micropulverizado, pelo critério de calagem utilizado em Minas Gerais e Goiás, ou dose simples de calcário comercial mais doses simples de calcário micropulverizado com gesso, observaram que os mesmos foram altamente eficientes na diminuição da saturação de Al (m), até a camada de 60-80 cm de profundidade.

Em ensaios conduzidos por DEMATTÊ (1986), num Latossolo Textura média arenosa, álico, de ocorrência em Pirassununga-SP, empregando-se mistura de calcário calcinado com gesso (66:34), verificou-se que a mesma foi eficiente para aumentar o teor de Ca, Mg e $S-SO_4^{2-}$ na superfície e em profundidade, o mesmo acontecendo com a saturação em bases (V%); houve diminuição no teor de Al trocável e na participação deste na CTC efetiva; houve enriquecimento de K e Mg nas camadas mais profundas, permanecendo os elementos na zona usualmente ocupada pelas raízes de cana (cultura subsequente). Além do mais, um solo álico tornou-se não álico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL DE CONDUÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios em vasos com terra foram conduzidos em casa-de-vegetação do Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, no período de fevereiro a maio de 1983.

Os ensaios em condições de campo foram conduzidos nos municípios de Capão Bonito, Sorocaba e Itapeva, Estado de São Paulo, no ano agrícola 1983/84.

3.2. ENSAIOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

3.2.1. Delineamento Estatístico

Experimento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições, considerando-se como unidade experimental um vaso, com 3 litros de terra, contendo 3 plantas.

3.2.2. Solos

Os solos utilizados pertencem às unidades de meapeamento Podzólico Vermelho Amareló (PVA) e Latossolo Vermelho Escuro textura média (LEm), dos municípios de Capão Bonito e Sorocaba, respectivamente, Estado de São Paulo.

3.2.3. Cultivar Utilizado

O vegetal empregado como planta teste foi o milho (*Zea mays* L.), cultivar Piranão (VD-2). As sementes foram obtidas no Departamento de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

3.2.4. Recipientes

Foram utilizados vasos de argila com capacidade para 3 litros de TFSA, pintados internamente com Neutrol, dotados de coletores e apresentando no fundo dos mesmos um furo central de 1 cm de diâmetro para facilitar a aeração. Empregou-se uma tela fina de nylon para evitar a passagem de terra.

3.2.5. Material Corretivo

Os materiais corretivos utilizados constaram de calcário dolomítico calcinado, gesso agrícola e as mistu

ras de ambos em duas proporções, cujas características químicas são apresentados na Tabela 1. Quanto às características físicas, todos os produtos passaram na peneira 50 (ABNT) de 0,3 mm.

Tabela 1. Principais características químicas dos produtos.

Produto	----- % -----		-----	
	CaO	MgO	S	P.N.
Calcário calcinado	46	22	-	136
Gesso	28	-	17	-
Calcário calcinado + Gesso (90:10)	44	20	1,7	123
Calcário calcinado + Gesso (70:30)	40	15	5,0	95

3.2.6. Metodologia Seguida

3.2.6.1. Coleta e preparo dos solos

Os solos foram coletados dos locais já citados em 3.2.2., na profundidade de 0-20 cm, os quais foram des^utorroados e postos a secar à sombra, passados em peneira com malha de 2mm e uniformizados por misturas sucessivas de porções. Em seguida foram tiradas amostras para análise labora-

torial. As principais características químicas desses solos encontram-se na Tabela 2.

3.2.6.2. Incubação dos solos

Com base nas análises químicas de cada solo, foram determinadas as necessidades de calagem para elevar o pH a 6,5, seguindo o proposto por CATANI & GALLO (1955), para os tratamentos com calcário dolomítico calcinado e/ou misturas calcário + gesso. Calculou-se uma dose para suprir as mesmas quantidades de CaO aplicadas como calcário dolomítico calcinado, quando o gesso foi usado separadamente. Assim, as quantidades de produtos empregadas foram as discriminadas na Tabela 3.

Numa bandeja plástica, foi colocado, de cada vez, 3 litros de terra e a quantidade de material corretivo, de acordo com os tratamentos, que, depois de bem homogenizados, foram colocados nos respectivos vasos. Em seguida, adicionou-se água destilada para manter os solos com 70% do poder de embebição; cobriu-se com um plástico e deixou-se os solos assim incubados por um período de 20 dias.

3.2.6.3. Adubação básica

Após o período de incubação, procedeu-se à adubação básica da terra dos vasos, baseada em MALAVOLTA (1980), conforme discriminado na Tabela 4.

Tabela 2. Características químicas dos solos antes da instalação dos ensaios*.

Solo	pH H ₂ O	M.O. %	µg/cm ³		meq/100g TFSA							V%	m%
			S-SO ₄ ⁻²	PO ₄ ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H	S	CIC		
PVA	4,6	2,28	4	0,02	0,12	0,40	0,48	1,48	5,82	1,00	8,30	12,05	59,67
LEm	4,8	2,43	6	0,03	0,15	1,44	0,52	0,80	5,92	2,11	8,83	23,89	27,49

* Metodologia descrita por CAFANI & JACINTHO (1974), exceto para o S-SO₄⁻² (VITTI & SUZUKI, 1978).

Tabela 3. Produtos e quantidades utilizados em função dos tratamentos.

Tratamento	Solo	
	PVA ----- g/vaso	LEm -----
1. Testemunha	0	0
2. Calcário calcinado	4,89	4,20
3. Gesso	8,04	6,89
4. Calcário calcinado + gesso (90:10)	5,13	4,41
5. Calcário calcinado + gesso (70:30)	5,82	5,01

Tabela 4. Adubação básica e época de aplicação.

Nutrientes	ppm	Fonte	Época de aplicação
Nitrogênio (N)	150	uréia	50 ppm no plantio 100 ppm em cobertura
Fósforo (P)	200	SPT	no plantio
Potássio (K)	150	KCl	50 ppm no plantio 100 ppm em cobertura
Boro (B)	0,5	H ₃ BO ₄	no plantio
Molibdênio (Mo)	0,1	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	no plantio
Zinco (Zn)	2,5	ZnSO ₄ .7H ₂ O	no plantio

Foram preparadas soluções e/ou suspensões de N, P e K, separadamente, e uma solução única de B, Mo e Zn, a saber:

N - uréia

11,1 g/l

10 ml = 50 mg N

P - superfosfato triplo

100 g/l

10 ml = 200 mg P

K - Cloreto de potássio

11 g/l

10 ml = 50 mg K

B, Mo e Zn - H_3BO_3 = 300 mg/l

molibdato de amônio = 19 mg/l

sulfato de zinco = 1,2 g/l

10 ml = 0,5mg B + 0,1 mg Mo + 2,5 mg Zn

A terra de cada vaso foi colocada numa bandeja plástica, adicionando-se as soluções e/ou suspensões, uma de cada vez, que, depois de muito bem homogeneizada, foram devolvidas aos vasos. Em seguida, completou-se com água destilada de modo de ter-se 70% do poder de embebição. Cobriu-se com um plástico por um período de 8 dias

3.2.6.4. Semeadura

Uma semana após a adubação, procedeu-se à se-

meadura. Antes porém, as sementes foram desinfectadas, mergulhando-as numa solução de água sanitária (Q Boa) diluída (1 + 10) por 5 minutos, sendo, em seguida, lavadas com 3 porções de água destilada. Finalmente, foram distribuídas 8 sementes por vaso, na profundidade de 2,0 cm.

3.2.6.5. Condução dos ensaios

a) Regas

Uma vez por dia, até aproximadamente 20 dias após a semeadura e posteriormente duas vezes por dia, até a colheita dos ensaios, foi restituída a água evapotranspirada, de cada vaso, baseando-se na média de pesagem de 8 vasos ao acaso e no desenvolvimento das plantas.

b) Desbaste e adubação em cobertura

Aos oito dias após a germinação, procedeu-se ao desbaste, deixando-se 3 plantas por vaso.

Aos 21 dias após a germinação, foi feita a adubação em cobertura, na base de 100 ppm de N e K, com uma solução contendo uréia e cloreto de potássio.

c) Colheita dos ensaios

Aos 45 dias após a germinação, procedeu-se à colheita da parte aérea das plantas, cortando-as rente ao solo. Em seguida, foram secas em estufa (70°C) até peso cons-

tante. Posteriormente, pesou-se a parte aérea das plantas de cada vaso e moeu-se para se fazer a análise mineral. Uma semana após a colheita da parte aérea, procedeu-se à coleta das raízes e de amostras de terra de cada vaso. Em seguida, as raízes foram lavadas com água destilada, postas a secar em estufa até peso constante e posteriormente pesadas.

d) Análises minerais

Na parte aérea das plantas foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn e Al, no Laboratório do Departamento de Química da ESALQ.

Nos solos, foram realizadas as análises de rotina, no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ e o $S-SO_4^{2-}$ foi determinado no Laboratório de Fertilidade de Solo da Indústria Mineradora Pagliato Ltda.

3.3. ENSAIOS DE CAMPO

3.3.1. Delineamento Estatístico

Blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições, considerando-se como unidade experimental uma parcela de 25 m^2 , para a cultura de milho e para a sucessão soja / trigo $22,5\text{ m}^2$.

3.3.2. Solos

Os solos utilizados para a cultura de milho foram os mesmos já citados para os ensaios em casa-de-vegetação.

Para a sucessão soja/trigo, utilizou-se um Latossolo Roxo (LR), de ocorrência no município de Itapeva-SP.

3.3.3. Amostragem dos Solos e Análise Química

Antes da instalação dos ensaios, foi feita a amostragem dos solos a duas profundidades: 0-20 e 21-40 cm, separadamente. Foi tirada uma amostra composta, formada de 20 subamostras, para superfície e profundidade, respectivamente.

As análises de rotina foram realizadas no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ. As determinações de $S-SO_4^{2-}$ foram feitas no Laboratório de Fertilidade de Solo da Indústria Mineradora Pagliato Ltda. As características químicas desses solos encontram-se na Tabela 5.

3.3.4. Tratamentos

Os tratamentos foram os mesmos empregados em casa-de-vegetação. O calcário calcinado e as misturas calcário calcinado + gesso, foram aplicados para elevar a satura-

Tabela 5. Características químicas dos solos antes da instalação dos ensaios *

Solo	Prof. cm	pH H ₂ O	M.O. %	$\mu\text{g}/\text{cm}^3$	meq/100cm ³ TFSA								V%	m%
				S-SO ₄ ⁻²	PO ₄ ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	CTC		
PVA	0-20	4,8	2,27	4	0,02	0,12	1,64	0,65	7,34	0,85	2,41	9,75	24,71	26,07
	21-40	4,6	1,86	7	0,01	0,08	1,25	0,28	8,62	1,20	1,61	10,23	15,73	42,70
LEm	0-20	5,0	3,19	6	0,03	0,15	2,40	0,88	6,89	0,58	3,43	10,32	33,23	14,46
	21-40	4,6	2,45	9	0,01	0,09	1,12	0,31	7,64	1,42	1,52	9,16	16,59	48,29
LR	0-20	4,9	3,20	1	0,05	0,14	1,30	0,85	6,50	0,60	2,29	8,79	26,05	20,76
	21-40	4,7	2,40	2	0,02	0,10	0,75	0,60	6,40	0,90	1,45	7,85	18,47	38,29

* Metodologia descrita em CATANI & JACINTHO (1974), excessão feita ao S-SO₄²⁻ (VITTI & SUZUKI, 1973).

ção em bases a 70%, conforme RAIJ *et alii* (1985). As doses de gesso foram estimadas para suprir as mesmas quantidades de CaO aplicadas como calcário calcinado, quando este foi usado separadamente.

O resumo dos tratamentos e quantidades de produtos utilizados encontram-se na Tabela 6, enquanto que as características do produto são as mesmas descritas na Tabela 3.

Tabela 6. Produtos e quantidades utilizados em função dos tratamentos.

Tratamentos	t/ha		
	PVA	LEm	LR
1. Testemunha	0	0	0
2. Calcário calcinado	3,24	2,79	2,84
3. Gesso	5,33	4,58	4,67
4. Calcário calcinado + gesso (90:10)	3,59	3,09	3,14
5. Calcário calcinado + gesso (70:30)	4,65	3,99	4,07

3.3.5. Culturas Utilizadas

Os vegetais escolhidos como plantas testes fo-

ram os seguintes: milho híbrido (*Zea mays* L.) Agroceres; Soja (*Glycine max* L. Merrill) Bossier e trigo (*Triticum aestivum* L.) IAC-17.

3.3.6. Instalação dos Ensaios

Após o preparo do solo, que constou inicialmente de uma roçada da vegetação nativa, aração e gradagem, procedeu-se à demarcação das parcelas e em seguida a incorporação dos materiais corretivos, na profundidade de 25 cm, com auxílio de enxada rotativa, acoplada a microtrator Agrale.

As áreas assim preparadas ficaram em repouso por um período de 20 dias.

3.3.7. Semeadura e Adubação

A semeadura e adubação de plantio foram feitas simultaneamente, com plantadeira-adubadeira Lavrale, de 2 linhas, acoplada a microtrator.

Para a cultura do milho, todos os tratamentos receberam uma adubação básica NPK + micronutriente, enquanto que para soja aplicou-se apenas PK + micronutriente. As dosagens encontram-se discriminadas na Tabela 7.

Para a cultura de milho, o espaçamento foi de 1,0 m entre linhas e 9 a 10 sementes por metro de sulco, constando cada parcela de 5 linhas de 5,0 m.

Tabela 7.. Adubação básica aplicada nos ensaios de campo para as culturas de milho e soja.

Nutrientes	kg/ha		
	Fonte	Plantio	Cobertura
Nitrogênio (N)	uréia	20	40
Fósforo (P_2O_5)	SPT	180	-
Potássio (K_2O)	KCl	30	30
Zinco (Zn)	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	5	-

No caso da cultura de soja, o espaçamento foi de 0,5 m entre linhas com 25 a 30 sementes por metro de sulco, ficando cada parcela com 9 linhas de 5,0 m.

As sementes de soja foram antes inoculadas com *Rhizobium japonicum*.

3.3.8. Condução dos Ensaios

3.3.8.1. Desbaste e adubação em cobertura

Os ensaios com milho e/ou soja foram desbastados aos 11 dias após a germinação, deixando-se 5 e 17 plantas, respectivamente, por metro de sulco.

Aos 35 dias após a germinação, procedeu-se à adubação em cobertura.

Para o ensaio com milho, aplicou-se 40 kg/ha de N (uréia) e 30 kg/ha de K_2O (KCl), enquanto que para o ensaio com soja aplicou-se apenas 30 kg/ha de K_2O (KCl).

3.3.8.2. Tratos culturais

Foram realizados todos os tratos culturais de rotina, como capinas e controle fitossanitários.

O ensaio com soja recebeu, ainda, irrigação por aspersão em períodos de maior necessidade da cultura.

3.3.9. Cultivo do Trigo em Sucessão à Soja

Logo após a colheita da soja (abril/84), procedeu-se o plantio de trigo no mesmo sulco anterior, utilizando-se apenas da adubação residual da leguminosa.

Aos 35 dias da germinação, aplicou-se 20 kg/ha de N (uréia), e 30 kg/ha de K_2O (KCl). Foram executados todos os tratos culturais já descritos para as culturas anteriores. A cultura recebeu irrigação por aspersão nos seus períodos mais críticos.

3.3.10. Colheita dos Ensaios

Em todos os ensaios, foi colhida manualmente a área total de cada parcela. O milho e a soja foram debulhados com auxílio de uma bateadeira de cereais, marca LAREDO aco

plada a trator. O trigo foi debulhado manualmente. Determinou-se a umidade dos grãos e fez-se a correção para 13%. Em seguida, pesou-se a produção de grãos de cada parcela.

Finalmente, fez-se amostragem do solo em cada parcela, a duas profundidades (0-20 e 21-40 cm), nas linhas (L) e entrelinhas (EL) de plantas, para análise química. No caso de sucessão soja/trigo, foram feitas amostragens após a colheita da soja e após a colheita do trigo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2. ENSAIOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

Na Tabela 8 são apresentadas as médias gerais de produção de matéria seca total (parte aérea + raízes) de milho, bem como, o resumo da análise de variância.

Analisando-se os dados dessa tabela, observa-se o efeito significativo dos tratamentos, obedecendo a seguinte ordem decrescente:

a) Solo PVA - Capão Bonito

Calcário calcinado + gesso (70%:30%) > Calcário calcinado + Gesso (90%:10%) = Calcário calcinado > Gesso = Testemunha.

b) Solo LEm - Sorocaba

Calcário calcinado + gesso (70%:30%) > Calcário calcinado + gesso (90%:10%) > Calcário calcinado = Gesso > Testemunha.

Observa-se, portanto, o efeito positivo e significativo do uso de corretivos na produção de matéria seca, sendo esse efeito superior no tratamento que recebeu a apli-

Tabela 8. Médias gerais da produção de matéria seca total de milho, cultivar Piranão VD-2 e resumo da análise de variância (Ensaio em casa-de-vegetação).

Tratamento	g/vaso	
	Solo PVA	Solo IEm
1. Testemunha	58,65 D	53,03 D
2. Calcário	69,02 BC	63,46 C
3. Gesso	63,58 CD	61,82 C
4. Calc. calc. + gesso (90:10)	69,99 B	73,92 B
5. Calc. calc. + gesso (70:30)	78,84 A	80,95 A
F (Tratamento)	34,23**	292,00**
D.M.S. (Tukey 5%)	5,66	2,87
C.V. (%)	3,81	1,98

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

cação da mistura de calcário dolomítico calcinado + gesso na proporção (70%:30%).

As análises químicas da parte aérea do milho encontram-se nas Tabelas 9 e 10. Nota-se o seguinte:

1) O calcário dolomítico calcinado isoladamente aumentou o teor de cálcio e principalmente o de magnésio na parte aérea do milho, diminuindo os teores de manganês e alumínio;

2) O gesso separadamente aumentou os teores de cálcio, enxofre e manganês, diminuindo o teor de alumínio;

3) As misturas de calcário dolomítico calcinado + gesso aumentaram os teores de cálcio, magnésio e enxofre, baixando os teores de alumínio e manganês.

Provavelmente, a diferença não significativa entre os tratamentos calcário dolomítico calcinado e gesso, quando aplicados separadamente, se devem aos seguintes motivos: (1) não houve condições de lixiviação, logo, o efeito negativo do gesso na lixiviação de K e Mg deixou de manifestar-se, conforme já observado por QUAGGIO *et alii* (1982) e ROSOLEM & MACHADO (1984); (2) o ensaio foi colhido num período de tempo relativamente curto, não chegando a ser limitante o teor de magnésio do solo; (3) o gesso forneceu cálcio e enxofre para as plantas.

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentadas as análises dos dois solos estudados, após a colheita dos ensaios. Observa-se as mudanças em suas características químicas, a saber:

Tabela 9. Efeito dos tratamentos na composição mineral da parte aérea do milho Piranão VD-2 em solo PVA, Capão Bonito, SP (média de 4 repetições).

Tratamento	%					ppm		
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Al
1. Testemunha	0,83	0,10	0,82	0,12	0,17	0,04	108	109
2. Calcário calcinado	0,80	0,08	0,67	0,15	0,39	0,05	75	31
3. Gesso	0,86	0,11	0,62	0,16	0,18	0,12	115	87
4. Calc. calc. + gesso (90:10)	0,85	0,09	0,70	0,16	0,60	0,08	78	45
5. Calc. calc. + gesso (70:30)	0,87	0,11	0,77	0,16	0,63	0,10	77	41

Tabela 10. Efeito dos tratamentos na composição mineral da parte aérea do milho Piranão VD-2, em solo IEm, Sorocaba, SP (média de 4 repetições).

Tratamento	%						ppm		
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Al	
1. Testemunha	1,05	0,10	0,67	0,13	0,23	0,07	84	133	
2. Calcário calcinado	0,89	0,11	0,92	0,15	0,69	0,09	33	26	
3. Gesso	0,82	0,09	0,67	0,21	0,33	0,09	122	67	
4. Calc. calc. + gesso (90:10)	0,72	0,07	0,66	0,15	0,62	0,05	25	45	
5. Calc. calc. + gesso (70:30)	0,66	0,08	0,67	0,16	0,57	0,06	22	51	

Tabela 11. Características químicas do solo PVA, Capão Bonito, após a colheita do ensaio em casa-de-vegetação (média de 4 repetições) *

Tratamento	pH H ₂ O	M.O. %	µg/cm ³		meg/100cm ³ TFSA								V%	m%	
			S-SO ₄ ⁻²	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	CTC				
1. Testemunha	4,4	1,17	1	43	0,12	0,32	0,16	7,44	1,52	0,60	8,04	7,46	71,70		
2. Calcário calcinado	6,5	1,14	1	45	0,12	3,92	1,82	2,46	0,00	5,86	8,32	70,43	0,00		
3. Gesso	4,4	1,20	51	70	0,15	3,62	0,24	6,88	1,28	4,01	10,89	36,82	24,19		
4. Calc. calc. + gesso (90:10)	6,5	1,20	8	47	0,12	3,98	1,72	2,40	0,00	5,82	8,22	70,80	0,00		
5. Calc. calc. + gesso (70:30)	6,5	1,23	22	75	0,11	4,07	1,42	2,40	0,00	5,60	8,00	70,00	0,00		

* Metodologia descrita em RAIJ & QUAGGIO (1983), exceto para Al (RAIJ & ZULLO, 1977) e S-SO₄²⁻ (VIII & SUZUKI, 1978).

Tabela 12. Características químicas do solo LEm, Sorocaba, após a colheita do ensaio em casa-de-vegetação (média de 4 repetições). *

Tratamento	pH H ₂ O	M.O. %	$\mu\text{g}/\text{cm}^3$		meq/100g TFSA							V% mg	
			S-SO ₄ ⁻²	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	CTC		
1. Testemunha	4,5	1,59	1	31	0,14	1,39	0,24	7,04	1,20	1,77	8,81	20,09	40,40
2. Calcário calcinado	6,5	1,80	1	31	0,12	4,01	1,92	2,40	0,00	6,05	8,45	71,60	0,00
3. Gesso	4,5	2,11	48	35	0,14	3,86	0,28	5,35	0,90	4,28	9,63	44,44	17,37
4. Calc. calc. + gesso (90:10)	6,5	2,27	7	33	0,15	4,08	1,86	2,42	0,00	6,09	8,51	71,56	0,00
5. Calc. calc. + gesso (70:30)	6,5	2,21	21	32	0,16	4,40	1,74	2,44	0,00	6,30	8,74	72,08	0,00

* Metodologia descrita em RAIJ & QUAGGIO (1983), exceto para Al (RAIJ & ZULIO, 1977) e S-SO₄²⁻ (VITTI & SUZUKI, 1978).

1) o calcário dolomítico calcinado aplicado isoladamente promoveu correção da acidez, com elevação do pH; neutralização do alumínio, aumento nos teores de cálcio e magnésio; diminuição da acidez potencial ($H^O + Al^{+3}$) e elevação da saturação em bases (V%);

2) as misturas de calcário dolomítico calcinado + gesso promoveram, além dos efeitos anteriores, aumento no teor de enxofre ($S-SO_4^{2-}$);

3) o gesso, quando usado separadamente, proporcionou aumento no teor de cálcio, elevação da saturação em bases e redução na saturação de alumínio (m).

4.2. ENSAIOS DE CAMPO

Nas Tabelas 13 e 14 estão apresentados, respectivamente, os resultados de produção de grãos de milho (solos PVA e LEm), soja e trigo (solo LR), bem como o resultado das análises de variância.

Analizando-se os dados dessas tabelas, observa-se, nos três solos estudados, o efeito significativo dos tratamentos, seguindo a seguinte ordem decrescente: calcário dolomítico calcinado + gesso (70%:30%) > calcário dolomítico calcinado + gesso (90%:10%) > calcário dolomítico calcinado > gesso > testemunha, com exceção do solo LEm, em que o calcário dolomítico calcinado foi igual ao calcário dolomítico calcinado + gesso (90%:10%) e o gesso foi igual à testemunha.

Nota-se o seguinte:

1) a mistura calcário dolomítico calcinado + gesso (70%:30%) apresentou um efeito superior a todos os outros tratamentos;

2) a mistura calcário dolomítico calcinado + gesso (90%:10%) e calcário dolomítico calcinado isoladamente tiveram efeitos intermediários;

3) o menor efeito foi observado para a testemunha e, em seguida, para o gesso quando aplicado separadamente.

Os resultados das análises dos solos, realizadas após a colheita dos ensaios, encontram-se nas Tabelas 15 a 18.

Nota-se as alterações em suas características químicas, a saber:

1) o calcário dolomítico calcinado e as misturas de calcário dolomítico calcinado + gesso tiveram comportamento semelhante na camada de 0-20 cm de profundidade: corrigindo os solos, com elevação do pH; aumentando os teores de cálcio e magnésio; diminuindo a acidez potencial (H^+ + Al^{+3}); aumentando a saturação em bases (V%) e neutralizando o alumínio;

2) em profundidade (21-40 cm), os mesmos tratamentos apresentaram efeitos menores, sendo que a mistura de calcário dolomítico calcinado + gesso (70%:30%) se mostrou superior ao calcário dolomítico calcinado e à mistura calcário dolomítico calcinado + gesso (90%:10%);

3) as misturas de calcário dolomítico calcinado + gesso aumentaram o teor de $S-SO_4^{-2}$ dos solos, sendo esse aumento mais acentuado em profundidade (21-40cm);

4) o gesso quando aplicado em separado praticamente não modificou o pH dos solos, aumentando, no entanto, os teores de $S-SO_4^{-2}$, cálcio, a saturação em bases (V%) e reduzindo a saturação de alumínio (m), sendo esses efeitos mais acentuados em profundidade (21-40cm);

5) no tratamento somente com gesso, houve uma maior lixiviação de K^+ e Mg^{+2} . Resultados semelhantes foram também obtidos por REEVE & SUMMER (1972), PAVAN et alii (1984) e DEMATTÊ (1986).

Tabela 13. Médias gerais das produções de grãos de milho, híbrido Agroceres e resumo da análise de variância (ensaio de campo).

Tratamento	Produção de grãos (kg/ha)	
	Solo PVA	Solo IEm
1. Testemunha	4.560 E	6.420 C
2. Calcário calcinado	5.280 C	7.080 B
3. Gesso	4.680 D	6.600 C
4. Calcário calcinado + gesso (90:10)	5.380 B	7.060 B
5. Calcário calcinado + gesso (70:30)	5.640 A	7.320 A
F (Tratamento)	1.631,40**	51,75**
D.M.S. (Tukey 5%)	52,08	233,48
C.V. (%)	4,50	15,00

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 14. Médias gerais da produção de grãos de soja e de trigo cultivados em um Latossolo Roxo do Município de Itapeva, SP (Ensaio de campo).

Tratamento	Produção de grãos (kg/ha)	
	Soja Bossier	Trigo IAC-17
1. Testemunha	1.740 E	1.620 E
2. Calcário calcinado	2.520 C	2.280 C
3. Gesso	1.980 D	1.800 D
4. Calcário calcinado + gesso (90:10)	2.608 B	2.396 B
5. Calcário calcinado + gesso (70:30)	3.060 A	2.700 A
F (Tratamento)	1.591,69**	1.467,92**
D.M.S. 5%	59,38	52,08
C.V. (%)	11,10	10,70

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 15. Características químicas do solo PVA, Capão Bonito, após a colheita do Ensaio de campo com milho (média de 4 repetições.

Tratamento	Local	Prof. cm	pH	M.O. %	µg/cm3		meq/100 cm³ TFSA								V%	m%
					S-O ₄ ⁻²	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	CTC			
1. Testemunha	Linha	0-20	4,9	2,15	1	37	0,18	1,75	0,50	5,90	1,00	2,43	8,33	29,17	29,15	
	21-40	4,7	1,90	2	7	0,12	1,35	0,25	6,61	1,51	1,72	8,33	20,65	46,75		
	Entre	0-20	4,9	2,10	4	10	0,13	1,45	0,53	6,10	0,95	2,11	8,21	25,70	31,05	
2. Calcário Calcinado	Linha	21-40	4,6	1,90	6	3	0,12	1,25	0,30	6,88	1,48	1,67	8,55	19,53	46,98	
	0-20	6,4	2,00	1	34	0,25	3,62	1,76	2,20	0,00	5,63	7,83	71,90	0,00		
	21-40	5,2	1,75	2	1	0,17	2,15	0,78	5,86	0,86	3,10	8,96	34,60	21,72		
3. Gesso	Entre	0-20	6,5	1,90	3	11	0,14	3,82	1,78	2,10	0,00	5,74	7,84	73,21	0,00	
	21-40	5,2	1,75	5	3	0,12	2,25	0,77	5,84	0,74	3,14	8,98	34,97	19,07		
	Linha	0-20	4,8	2,00	103	68	0,12	2,75	0,25	5,85	0,85	3,12	8,97	34,78	21,41	
4. Calcário Calcinado + Gesso (90:10)	Entre	21-40	4,6	1,90	160	21	0,18	2,85	0,50	5,40	0,00	3,53	8,93	39,53	0,00	
	0-20	4,8	2,15	113	13	0,09	2,94	0,20	5,86	0,76	3,23	9,09	35,53	19,05		
	21-40	4,7	1,90	170	4	0,17	2,84	0,50	5,25	0,00	3,51	8,76	40,07	0,00		
5. Calcário Calcinado + Gesso (70:30)	Linha	0-20	6,4	2,10	1	66	0,24	3,68	1,68	2,10	0,00	5,60	7,70	72,73	0,00	
	21-40	5,1	1,75	2	11	0,14	1,95	0,88	5,73	0,73	2,97	8,70	34,14	19,73		
	Entre	0-20	6,5	2,15	5	8	0,14	3,86	1,65	2,20	0,00	5,65	7,85	71,92	0,00	
6. Calcário Calcinado + Gesso (70:30)	Linha	21-40	5,1	1,75	8	2	0,09	1,86	0,85	5,52	0,72	2,80	8,32	33,65	20,45	
	0-20	6,4	2,15	26	50	0,26	3,85	1,58	2,20	0,00	5,69	7,89	72,12	0,00		
	21-40	5,2	1,90	42	9	0,15	2,51	0,90	4,61	0,41	3,56	6,17	43,57	10,33		
7. Calcário Calcinado + Gesso (70:30)	Entre	0-20	6,4	2,00	28	9	0,12	3,92	1,60	2,20	0,00	5,64	7,84	71,94	0,00	
	21-40	5,2	1,90	54	2	0,09	2,53	0,85	4,98	0,38	3,47	8,45	41,07	9,87		

Tabela 17. Características químicas do solo LR, Itapeva, após a colheita do ensaio de campo com soja (média de 4 repetições).

Tratamento	Local	Prof. cm	pH H ₂ O	M.O. %	ug/cm ³		meq/100 cm ³ TFSA							V%	m%
					S-SO ₄ ⁻²	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	CTC		
1. Testemunha	Linha	0-20	5,1	3,20	0	47	0,16	1,45	0,85	6,35	0,55	2,46	8,81	27,92	18,27
	Entre	21-40	4,9	2,60	0	19	0,11	0,65	0,50	7,10	0,90	1,26	8,36	15,07	41,67
2. Calcário Calcinado	Entre	0-20	5,1	3,10	0	8	0,11	1,20	0,80	6,15	0,55	2,11	8,26	25,54	20,68
	Linha	21-40	5,0	2,70	0	3	0,10	0,70	0,52	6,65	0,85	1,32	7,97	16,56	39,17
	Entre	0-20	6,4	3,20	0	62	0,17	3,60	1,94	2,20	0,00	5,71	7,91	72,19	0,00
	Linha	21-40	5,2	2,70	0	19	0,10	1,25	0,85	5,90	0,63	2,20	8,10	27,16	22,25
3. Gesso	Entre	0-20	6,5	3,20	0	9	0,13	3,64	1,96	2,10	0,00	5,73	7,83	73,18	0,00
	Linha	21-40	5,2	2,60	0	4	0,08	1,35	0,90	5,90	0,61	2,33	8,23	28,31	20,75
	Entre	0-20	5,1	3,20	71	59	0,12	2,45	0,55	6,10	0,50	3,12	9,22	33,84	13,81
	Linha	21-40	4,9	2,70	84	17	0,18	2,02	0,85	5,60	0,00	3,05	8,65	35,26	0,00
4. Calcário Calcinado + Gesso (90:10)	Entre	0-20	5,1	3,20	98	7	0,08	2,55	0,50	6,15	0,55	3,13	9,28	33,73	14,95
	Linha	21-40	4,9	2,80	106	3	0,14	2,12	0,95	5,75	0,00	3,21	8,96	35,83	0,00
	Entre	0-20	6,5	3,30	7	60	0,20	3,71	1,98	2,20	0,00	5,89	8,09	72,81	0,00
	Linha	21-40	5,2	2,70	11	17	0,11	1,36	0,84	5,80	0,54	2,31	8,11	28,48	18,95
5. Calcário Calcinado + Gesso (70:30)	Entre	0-20	6,4	3,20	8	12	0,17	3,61	1,94	2,20	0,00	5,72	7,92	72,22	0,00
	Linha	21-40	5,2	2,60	12	4	0,12	1,41	0,95	5,95	0,55	2,48	8,43	29,42	16,67
	Entre	0-20	6,5	3,20	21	55	0,22	3,84	1,83	2,10	0,00	5,89	7,99	73,72	0,00
	Linha	21-40	5,2	2,80	43	20	0,15	1,83	0,85	5,60	0,28	2,83	8,43	33,57	9,00
	Entre	0-20	6,5	3,30	26	11	0,19	3,93	1,85	2,20	0,00	2,97	8,17	73,07	0,00
	Linha	21-40	5,2	2,70	47	2	0,13	1,93	0,95	5,40	0,26	3,01	8,41	35,79	7,95

Tabela 18. Características químicas do solo LR, Itapeva, após a colheita do ensaio de campo com trigo (mê dia de 4 repetições).

Tratamento	Local	Prof. cm	pH	M.O. %	µg/cm ³		meq/100 cm ³ TFSA							V% V ₈	m ³
					S-SO ₄ ⁻²	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	CTC		
1. Testemunha	Linha	0-20	5,0	3,77	0	25	0,14	1,31	0,77	6,70	0,61	2,22	8,92	24,89	21,55
	Entre	21-40	4,8	2,78	0	9	0,09	0,66	0,45	6,99	0,99	1,20	8,19	14,65	45,21
2. Calcário Calcinado	Entre	0-20	5,0	3,50	0	6	0,10	1,08	0,72	6,50	0,62	1,90	8,40	22,62	24,60
		21-40	4,7	2,48	0	2	0,06	0,63	0,47	6,94	0,94	1,16	8,10	14,32	44,76
	Linha	0-20	6,2	3,88	0	38	0,15	3,24	1,75	2,42	0,00	5,14	7,56	67,99	0,00
	Entre	21-40	5,0	2,98	0	8	0,09	1,13	0,77	6,49	0,69	1,99	8,48	23,47	25,75
3. Gesso	Entre	0-20	6,3	3,58	0	7	0,12	3,28	1,76	2,31	0,00	5,16	7,47	69,08	0,00
		21-40	5,1	2,88	0	3	0,07	1,22	0,81	6,49	0,67	2,10	6,59	24,45	24,19
	Linha	0-20	4,8	3,67	43	37	0,11	2,21	0,50	6,71	0,55	2,82	9,53	29,59	16,32
	Entre	21-40	4,6	2,65	66	9	0,16	1,82	0,77	6,16	0,00	2,75	8,91	30,86	0,00
4. Calcário Calcinado + Gesso (90:10)	Entre	0-20	4,9	3,46	50	5	0,07	2,30	0,45	6,77	0,61	2,82	9,59	29,41	17,78
		21-40	4,7	2,37	73	2	0,13	1,91	0,86	6,32	0,00	2,90	9,22	31,45	0,00
	Linha	0-20	6,2	3,82	1	37	0,18	3,34	1,78	2,42	0,00	5,30	7,72	68,65	0,00
	Entre	21-40	5,1	2,96	2	9	0,10	1,22	0,75	6,38	0,59	2,07	8,45	24,49	22,18
5. Calcário Calcinado + Gesso (70:30)	Entre	0-20	6,2	3,52	3	6	0,15	3,25	1,75	2,42	0,00	5,15	7,57	68,03	0,00
		21-40	5,1	2,84	4	2	0,10	1,27	0,85	6,54	0,60	2,22	8,76	25,34	21,27
	Linha	0-20	6,2	3,92	14	32	0,19	3,46	1,65	2,40	0,00	5,30	7,70	68,83	0,00
	Entre	21-40	5,1	2,99	30	8	0,13	1,65	0,76	6,26	0,31	2,54	8,60	28,86	10,87
	Entre	0-20	6,3	3,62	16	5	0,17	3,54	1,67	2,40	0,00	5,38	7,78	69,15	0,00
		21-40	5,1	2,86	32	2	0,11	1,74	0,86	5,94	0,29	2,71	8,65	31,33	9,67

5. CONCLUSÕES

Nas condições dos experimentos, os dados obtidos permitem tirar as seguintes conclusões:

a) As misturas de calcário dolomítico calcinado + gesso agrícola deram maior produção de matéria seca ou grãos, quando comparados com cada um dos produtos aplicados separadamente;

b) a mistura de calcário dolomítico calcinado + gesso (70%:30%), demonstrou ser superior à mistura 90%:10%;

c) de um modo geral, as produções foram concor-dantes, obedecendo os tratamentos a seguinte ordem decrescente: mistura 70%:30% > mistura 90%:10% > calcário dolomítico cal-cinado > gesso > testemunha;

d) as análises minerais realizadas na parte aérea das plantas de milho, cultivadas em vasos, mostraram que o calcário dolomítico calcinado e as misturas reduziram as concentrações de Al e Mn na matéria seca; o gesso, quando usado separadamente, promoveu um aumento na concentração de Mn;

por outro lado, o calcário dolomítico calcinado e as misturas aumentaram a concentração de Ca, e particularmente de Mg; sempre que o gesso esteve presente houve aumento nos teores de Ca e S;

e) nos ensaios de campo, o calcário dolomítico calcinado e as misturas de calcário calcinado + gesso se comportaram de modo semelhante nas modificações químicas provocadas na superfície; os mesmos tratamentos tiveram efeitos menos acentuados em profundidade (21-40 cm), sendo a ação da mistura calcário dolomítico calcinado + gesso (70%:30%) mais acentuada que a do calcário dolomítico calcinado isolado e que a da mistura com menos gesso; no tratamento em que se empregou somente gesso, houve maior lixiviação de K^+ e Mg^{+2} .

f) o gesso deve ser usado sempre em combinação com calcário, de preferência dolomítico calcinado.

6. LITERATURA CITADA

- ALVES, H.M.R. e LOPES, A.S. Redução da saturação de alumínio em profundidade pela aplicação superficial de calcário e gesso em Latossolos sob vegetação de cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 19º, Curitiba-PR. Resumos, 1983. p.82.
- BALIR, G.J. Sulfur in the tropics. Sulfur institute and International Fertilizer Development Center: Muscle Shoals. Alabama, U.S.A. 69p. (Technical Buletin IFDC-T-12), 1979.
- CATANI, R.A. e JACINTHO, A.O. Avaliação da Fertilidade do Solo: Método de análise. Livroceres Ltda. Piracicaba-SP, 1974. 57p.
- CATANI, R.A. e GALLO, J.R. Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo mediante correlação entre pH e a porcentagem de saturação em bases. Rev. Agr., 30: 49-60, 1955.
- DEMATTE, J.L.I. Solos Arenosos de Baixa Fertilidade: Estratégias de Manejo. Palestra apresentada no V Seminário Agroindustrial "Luiz de Queiroz" - STAB XXIX Semana "Luiz de Queiroz" - 08/10/1986 - Piracicaba-SP, 1986.

- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual. Brasília-DF, 1981. 190p.
- FREIRE, F.M.; GUIMARÃES, P.T.G.; VENEGAS, V.H.A. & MELLES, C. C.A. Calagem, gessagem e adubação do cafeeiro. Belo Horizonte, EPAMIG/ESALQ/UFMG/UFV. 20p. (Boletim Técnico, II).
- GUIMARÃES, P.T.G.; MELLES, C.R.A.; FREIRE, F.M. & PONTE, A.M. Influência do gesso e do calcário como corretivos e fornecedores de cálcio e enxofre para o cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 10, Poços de Caldas-MG. Anais... s.n.t., 1983. p.164-5.
- LOBATO, E. e RITCHEY, K.D. Manejo do solo visando melhorar o aproveitamento da água. In: MARCHETTI, D. e MACHADO, A. D. Coord. V Simpósio sobre o cerrado. Brasília-DF, Ed. Editerra: 643-671, 1980.
- LOPES, A.S. e ALVES, H.M.R. Efeitos da aplicação de corretivos e fertilizantes na diminuição da toxidez de alumínio em profundidade, em amostras de solos sob vegetação de cerrado em Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 18, Salvador-BA. Programa e Resumos, 1981. p.96.
- MALAVOLTA, E. Elemento de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1980. p.217-251.
- MALAVOLTA, E.; GUILHERME, M.R. e LIEM, T.H. Associações fósforo-gesso-calcário: Princípios e aplicações. In: Anais do I Seminário sobre o uso do fosfogesso na Agricultura. IBRAFOS/EMBRAPA/PETROFERTIL. Brasília-DF, 177-196, 1986.

McCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M. de; LOTT, W.L. Analysis of several Brazilian soils in relation to plant responses to sulfur. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 23(3): 221-4, 1959.

OLMOS, J.I.L. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua ocorrência e distribuição. Ciência e Cultura, 28(2): 171-180, 1976.

PAVAN, M.A. O cálcio como nutriente para as culturas: In: SILVA, M.C. de (Coord.). Anais do Seminário Fósforo, Cálcio, Magnésio, Enxofre e Micronutrientes - Situação Atual e Perspectivas na Agricultura. Manah S/A. São Paulo - SP, 1986. 82-86p.

PAVAN, M.A. e VOLKWEISS, S.J. Efeitos do gesso nas relações solo-planta: princípios. In: Anais do I Seminário sobre o uso do fosfogesso na agricultura. IBRAFOS/EMBRAPA/PETRO FERTIL. Brasília-DF: 107-118, 1986.

PAVAN, M.A. Comportamento do Gesso nos Solos Ácidos das regiões tropicais e subtropicais. POTAFOS. Informações Agro nômicas, 35, 1986, p.1-2.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. & PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium, and aluminum following li me of gypsum applications to a Brazilian oxisol. Soil Sci. Soc. Amer. J. 48(1): 33-38, 1984.

PONTE, A.M. da; ARANTES, N.E.; GUIMARÃES, P.T.G.; PAULA, M.B. & SOUSA, R.A. Influência do gesso na fertilidade dos solos de cerrado para duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merr.): interação entre níveis de calagem, níveis de gessagem e cultivares: estudo preliminar. s.n.t.a. s/d. 13p., mimeografado.

- PONTE, A.M. da; MORAIS, O.P.; SOUZA, M.A.; GUIMARÃES, P.T.G. & SOUZA, R.A. Interações entre níveis de calagem, níveis de gessagem e duas profundidades de incorporação de corretivos no desenvolvimento e produção de trigo (*Triticum aestivum* L. cultivar BR-1146) em solos de cerrado; resulta dos preliminares, s.n.t.b. s/d, 11p., mimeografado.
- PONTE, A.M. da; TANAKA, R.T.; MORAIS, G.P.; BONILLA, J.A.; GUIMARÃES, P.T.G. & FREIRE, F.M. Influência do gesso na fertilidade de um solo de cerrado para duas cultivares de arroz de sequeiro, interação entre níveis de gesso e níveis de calcário, s.n.t.c., 11p., mimeografado.
- QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A. e BATAGLIA, O.C. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à aplicação de calcário em solo Latossolo Roxo Distrófico de Cerrado. II. Efeito residual. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 18, Salvador-BA. Programa e Resumos, 1981. p.46.
- QUAGGIO, J.A.; DECHEN, A.R. e RAIJ B. van. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. R. Bras. Ci. Solo, 6: 189-194, 1982.
- REEVE, N.G. & SUMNER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface applied amendements. Agrochemophysics, 4: 1-6, 1972.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; SOUZA, D.M.G. Lixiviação de cálcio e crescimento de raízes em solos de cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO; 18, Salvador - BA. Programa e Resumos, 1981. p.96.

ROSOLEM, C.A. e MACHADO, J.R. Efeitos da calagem e gessagem na produção de algodão e na lixiviação de bases em dois Latossolos. R. bras. Ci. Solo, 8: 103-109, 1984.

RAIJ, B. van e QUAGGIO, J.A. Uso eficiente de calcário e gesso na agricultura. In: Anais do Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. EMBRAPA/ANDA/POTAFOS. Brasília-DF: 323-346, 1984.

RAIJ, B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.I.; ZUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI Jr., R.; DECHEN, A. R. & TRANI, P.E. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. IAC, Campinas-SP, 1985. 107p. (Boletim Técnico nº 100).

RAIJ, B. van & ZULLO, M.A.T. Métodos de Análise do Solo. Campinas, Instituto Agrônomo, 1977. 17p. (Circular, 63).

SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in Tropical America. Advances in Agronomy, New York, 34: 279-406, 1981.

SILVA, J.E. e RITCHEY, K.D. Lixiviação de cálcio e crescimento de raízes em oxisolos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6, Brasília-DF, Savanas: Alimento e energia, Brasília, 1981. (no prelo).

SOUZA, D.M.G. e RITCHEY, K.D. Uso de gesso no solo de cerrado. In: Anais do I Simpósio sobre o uso de fosfogesso na agricultura. IBRAFOS/EMBRAPA/ANDA. Brasília-DF: 119-114, 1986.

TANAKA, R.T.; PONTE, A.M. da; MORAIS, O.P. de & CASTILHO, J. A.B. Influência do gesso na fertilidade dos solos de cerrado para duas cultivares de gesso na fertilidade dos solos de cerrado para duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)

de sequeiro; resultados de 1978/79 e 1979/80. In: PROJETO ARROZ; relatório 78/80. Belo Horizonte, s.ed., p.199-214, 1983.

VITTI, G.C. Acidez e calagem do solo. Rev. Téc. Cient. Citricultura. Laranja, Cordeirópolis, 5: 77-102, 1984.

VITTI, G.C. & FERREIRA, M.E. Calagem e Gessagem em Culturas. YAMADA, T.; RANDO, E.M.; GRILLO, J.M. e SILVA, F.C.M. da (Coord.). Palestra apresentada no curso de atualização em fertilidade do solo. FFALM, POTAFÓS e ANDA. Bandeirantes - PR, 1986. 195-241p. Mimeo.

VITTI, G.C. O enxofre na agricultura - situação, perspectivas e sugestões. In: SILVA, M.C. de Coord. Anais do Seminário Fósforo, Cálcio, Magnésio, Enxofre e Micronutrientes - Situação Atual e Perspectivas na Agricultura. Manah S/A, São Paulo, SP, 1986. 98-109p.

VITTI, G.C.; FERREIRA, M.E. e MALAVOLTA, E. Respostas de culturas anuais e perenes. In: Anais do I Seminário sobre o uso do fosfogesso na Agricultura. Brasília-DF, IBRAFOS / EMBRAPA/PETROFERTIL: 17-43, 1986.

VITTI, G.C. e MALAVOLTA, E. Fosfogesso - uso agrícola. In: MALAVOLTA, E. Coord. Seminário sobre corretivos agrícolas. Fundação Cargill, Campinas-SP: 161-201, 1985.