

AÇÃO DE DIFERENTES CORRETIVOS E DO GESSO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO ESCURO NA SUCESSÃO ARROZ E SOJA¹

Wilson Mozena Leandro,² Paulo Affonso Bellingieri³ e João Alexandre Galon³

ABSTRACT

Effect of Different Soil Correctives and Gypsum on the Soil Chemical Characteristics Cropped with Rice and Soybeans.

Aiming to verify the action of different soil correctives on the chemical characteristics of a dark red latosol median texture a two years field experiment was carried. A completely randomized design with 7 treatments (6 different soil correctives and a control with no liming) and four repetitions were used. As soil correctives limestone (calclitic, dolomitic calcinated dolomitic, and magnesian), gypsum and calcium hydroxide were employed. On the first year the experimental area was cropped with rice (*Oriza sativa* L.) cv. IAC - 25 and on the second one with soybean (*Glycine max* L. Merrill) cv. IAC - 8. Dolomitic limestone caused the greatest chemical alterations on soil characteristics, with increase on pH, K⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ and decrease on H⁺+Al³⁺ values, during the first year. Losses of exchangeable Mg⁺⁺ by leaching have been found during the second year, due to the use of gypsum and calclitic limestone. All liming materials, but gypsum, increased rice yields when compared with the control. The calcined dolomitic limestone gave the highest soybean yields.

KEY WORDS: Soil, soil acidity, liming materials, pH.

RESUMO

Com o objetivo de verificar a ação de diferentes corretivos sobre as características químicas de um latossolo vermelho-escuro, textura média, conduziu-se por 2 anos um experimento de campo na FCAVJ-UNESP, Jaboticabal-SP. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 7 tratamentos: calcários (calcítico, dolomítico, dolomítico calcinado, magnesiano), gesso, hidróxido de cálcio e uma testemunha. No primeiro ano a área experimental foi cultivada com arroz (*Oryza sativa* L.) cv. IAC-25 e no segundo com soja (*Glycine max* L. Merrill) cv. IAC-8. O calcário dolomítico calcinado proporcionou as maiores alterações químicas no solo, com aumentos nos valores de pH, K⁺, Ca⁺² e Mg⁺² e redução nos de H⁺+Al⁺³, durante o primeiro ensaio. No 2.º ano ocorreram perdas do Mg⁺² trocável por lixiviação, proporcionado pelo uso do gesso e do calcário calcítico e não houve efeito dos tratamentos sobre as demais variáveis no solo. Com exceção do gesso, todos os tratamentos aumentaram a produção de arroz em relação à

1 - Entregue para publicação em abril de 1996.

2 - Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. CP 131 CEP 74001-970. Goiânia-GO

3 - Pós-Graduando da FCAV/UNESP. CEP 14870-000. Jaboticabal - SP.

testemunha. O calcário dolomítico calcinado proporcionou as maiores produções de soja.

PALAVRAS-CHAVE: Solo, acidez do solo, calcário, pH.

INTRODUÇÃO

A acidez do solo constitui um dos fatores nutricionais mais limitantes na obtenção de altas produtividades nas culturas dos trópicos. Vários são os trabalhos que demonstram as respostas das culturas à aplicação dos corretivos (Raj *et al.* 1977, Quaggio *et al.* 1982; Souza & Scolari 1986). Em áreas pioneiras (recém-desbravadas ou após pastagens), problemas de acidez são pronunciados. A sucessão arroz (1.º ano) e soja (2.º ano) constituem um sistema largamente empregado, tendo em vista que o arroz de sequeiro tem boa tolerância à acidez do solo e no 2.º ano a ação dos corretivos possibilita a obtenção de altas produtividades na cultura da soja.

Os materiais que podem ser usados na correção da acidez dos solos são aqueles que contêm como constituintes neutralizantes, óxidos, hidróxidos, carbonatos de cálcio e/ou de magnésio. O óxido de cálcio (e de magnésio), obtido pela calcinação do calcário, é conhecido como cal virgem e se apresenta como um pó bastante fino. O hidróxido de cálcio (e de magnésio), obtido pela hidratação dos óxidos de cálcio e de magnésio, é conhecido como cal hidratada ou extinta; tem características e propriedades muito semelhantes às dos óxidos. Os calcários (carbonatos de cálcio) têm sido os materiais mais usados como agentes neutralizantes dessa acidez, devido a sua frequência e abundância. Os calcários diferem quanto à composição química, propriedades físico-químicas e características mineralógicas, sendo que da ação conjunta desses fatores dependem sua solubilidade. Os principais calcários são os calcíticos (<2,5 % de MgO), magnesianos (2,5 a 10% de MgO), dolomíticos (>10% MgO) e calcinados. O calcário calcinado é obtido pela calcinação parcial do calcário, onde nem todo o CaCO_3 e nem o MgCO_3 são transformados em óxidos (Alcarde 1985). O gesso agrícola ou sulfato de cálcio é um subproduto da indústria de adubos fosfatados que, apesar de não possuir constituinte neutralizante, constitui uma opção para corrigir a toxidez de Al^{3+} em subsuperfície, pois possui a capacidade de inativá-lo, em virtude do arrastamento do sulfato de cálcio com carga zero para as camadas mais profundas do solo (Pavan 1983).

Os hidróxidos e os óxidos (após a hidratação) de cálcio e magnésio possuem base forte que juntamente com a granulometria fina conferem alta reatividade no solo. Contudo, apresentam como desvantagem a causticidade que dificulta seu manuseio, o custo elevado e a facilidade de empedramento quando em contato com umidade e CO_2 da atmosfera (Alcarde 1985). Os calcários possuem bases mais fracas e granulometria mais grosseira, o que implica uma menor reatividade em relação aos hidróxidos e óxidos. Os calcários calcinados possuem características intermediárias entre os hidróxidos e calcários. Gallo & Catani (1954) relatam que o aumento nos teores de Mg nos calcários faz com que a sua solubilidade diminua.

Tendo em vista a importância da correção da acidez e a existência de diferentes materiais corretivos da acidez, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a ação de diferentes corretivos da acidez nas características químicas de um latossolo vermelho-escuro e na produção de grãos na sucessão arroz e soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constituiu-se de dois experimentos, instalados em condições de campo, na FCAV/UNESP de Jaboticabal-SP, durante 2 anos. No primeiro ano, cultivou-se arroz (*Oryza sativa* L.) cv. IAC-25 e no segundo ano, soja (*Glycine max* L. Merrill) cv. IAC-8. O solo utilizado foi um latossolo vermelho-escuro, textura média, cujas características químicas e físicas (0-20 cm) são as seguintes: pH (CaCl_2) = 4,0; matéria orgânica = 11,21 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$; P (resina) = 13 em $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; K^+ = 1,3 $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$; Ca^{+2} = 11 $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$; Mg^{+2} = 2 $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$; H^+ + Al^{+3} = 44,5 $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$; areia = 607 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, silte = 20 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ e argila 373 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Os tratamentos e suas respectivas doses em equivalência ao CaCO_3 , calculadas em kg/ha , são as seguintes: calcário calcítico = 2,63; calcário dolomítico calcinado = 2,12; calcário dolomítico = 3,31; gesso = 5,50; cal extinta = 1,51; calcário magnesiano = 2,63 e testemunha = 0,00. As características dos materiais empregados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos materiais empregados no experimento.

	CaO (%)	MgO(%)	PRNT	PN.
calcário calcítico	45,50	7,90	75	-
calcário dolomítico calcinado	40,00	20,00	120	-
calcário dolomítico	24,00	14,00	79	-
gesso	26,00	0,00	-	-
cal extinta	94,00	0,20	-	125
calcário magnesiano	40,00	9,00	75	-

As doses dos corretivos foram calculadas para atingir pH 5,9 (CaCl_2), através da curva de neutralização em CaCO_3 , p.a. e a do gesso foi calculada baseada no teor de CaO. Os materiais corretivos foram aplicados a lanço em toda a superfície das parcelas e posteriormente incorporados mecanicamente a 15 cm de profundidade, 60 dias antes da semeadura.

A semeadura foi feita manualmente, num espaçamento de 0,50 m entre linhas. Foram semeadas 60 sementes/m de arroz e as parcelas adubadas com o equivalente a 180 kg/ha de MAP e 15 kg/ha de KCl; 30 dias após a semeadura fez-se uma adubação de cobertura com 42 kg/ha de N (nitrato de amônio).

As sementes de soja foram plantadas numa densidade de 35 sementes/m. Estas sementes foram inoculadas com o inoculante "Nitrogen" na base de 10 g/kg de semente e 200 g/ha do produto comercial "Quimol", com a seguinte composição química: 1% de Co, 10% de Mo, 1% de P_2O_5 , 1% de S, 2% de CaO, 0,04% de Mg e 0,2% de Fe. A adubação de semeadura foi realizada com superfosfato simples, cloreto de potássio, bórax e óxido de zinco, nas doses: 60 kg/ha de P_2O_5 , 35 kg/ha de K_2O , 2 kg/ha de B e 4 kg/ha de Zn, respectivamente.

Cada parcela foi constituída de 8 linhas de 6 metros, espaçadas de 0,60 cm, perfazendo área total de 25,2 m², das quais 5 metros das 4 linhas centrais constituíram-se na área útil de cada parcela. As unidades experimentais foram separadas por carreiros de 1 m. As produções foram obtidas colhendo-se duas linhas centrais da área útil.

As amostragens de solos foram realizadas no florescimento de cada cultura (110 e 481 dias após aplicação do corretivos, respectivamente, para as culturas do arroz e soja), nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm. Estas eram compostas por 8 subamostras que, após secagem à sombra, foram destorroadas e passadas em peneira 2 mm. As análises de pH, K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} e H^+ + Al^{+3} foram realizadas de acordo com a metodologia descrita em Rajj & Quaggio (1983).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso para produção e de parcelas subdivididas para as variáveis do solo (os corretivos como tratamento principal e profundidades como tratamentos secundários). Para as variáveis que apresentaram interação significativa entre corretivos x profundidades, os graus de liberdades foram descobertos. Quando a interação corretivos x profundidades não foi significativa, as variáveis foram analisadas conjuntamente (Steel & Torrie 1960).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo a 5% para o teste F para a interação corretivos x profundidades para pH (Tabela 2) e os dados foram discutidos conjuntamente.

Os corretivos causaram aumentos significativos em relação à testemunha, não diferindo entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os valores de pH próximos a 5,9 ($CaCl_2$), estimados pelo método de incubação, não foram atingidos. Apesar de nem toda a reatividade dos calcários se manifestar no primeiro ano, esta explicação não pode ser considerada pois os dados do segundo ano (Tabela 3) mostram valores de pH ainda menores. A acidificação proporcionada pelos adubos nitrogenados pode contribuir para obtenção de menores valores de pH, apesar de que as doses de MAP no plantio e de nitrato de amônio na cobertura não poderiam isoladamente proporcionar estas diminuições. A extrusão de H^+ pelas raízes na absorção de cátions pelo arroz poderia diminuir os valores de pH, porém não a valores tão baixos. A explicação mais provável pode estar relacionada com o método de incubação. Apesar de este método ser o padrão para determinar as doses de corretivos, ele é realizado em condições ótimas de reação do solo (umidade do solo, superfície de contato, teor de CO_2 etc.), que nem sempre ocorrem em condições de campo. Assim, haveria uma subestimação das doses a serem empregadas para atingir pH 5,9. A maior reatividade dos hidróxidos de Ca em relação aos calcários, conforme considera-

ções de Alcarde (1985), não se manifestou nos valores de pH. O gesso proporcionou aumentos significativos de pH em relação à testemunha. Resultados semelhantes são relatados por Souza & Ritchey (1986) e Oliveira *et al.* (1986). A ação química do gesso no pH vai depender da presença ou não do alumínio. Em solos com esse elemento, provavelmente o pH não mudaria ou tenderia à leve acidificação; em solos sem alumínio, há tendência para o aumento do pH (Pavan 1983). Tal aumento de pH tem sido atribuído ao domínio de reação de troca do sulfato SO_4^{2-} pela hidroxidril (OH⁻) das superfícies dos óxidos de Fe e Al (Borkert *et al.* 1987).

Todos os corretivos aumentaram significativamente os teores de Ca^{+2} de 72,9% a 122% em relação à testemunha (Tabela 4) na profundidade de 0-20 cm. Aumentos nos teores de Ca^{+2} com a aplicação de corretivos têm sido relatada por vários autores (Rajj *et al.* 1982; Pavan 1983). Os corretivos que apresentaram os maiores teores foram o calcário dolomítico calcinado ($21,4 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$), cal extinta ($19,9 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$), calcário magnesiano ($19,7 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e calcário dolomítico ($19,3 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$). Os menores teores de Ca foram obtidos com o gesso ($16,6 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$). Tais resultados estão relacionados com o teor de cálcio dos corretivos. Os aumentos nos teores de Ca, na camada de 0-20 cm, proporcionados pelo gesso foram muito pequenos, tendo em vista as doses empregadas e sua maior solubilidade. Na camada de 20-40 cm o calcário dolomítico calcinado ($10,7 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$), cal extinta ($10,0 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e calcário calcítico ($9,8 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$) diferiram significativamente da testemunha ($7,3 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$), indicando que houve movimento deste elementos da profundidade de 0-20 cm para 20-40 cm. Na profundidade 40-60 os calcários calcíticos ($7,8 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e dolomíticos calcinados ($6,9 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$) apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha (respectivamente, 43,7 e 62,5 %), o que demonstra o efeito da calagem nesta profundidade. É interessante ressaltar que tal movimento era esperado na aplicação do gesso, o que não ocorreu.

Tabela 2. Valores médios obtidos na análise química do solo para corretivos em três profundidades com teste F a 5%, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Arroz (110 dias após aplicação dos corretivos). Jaboticabal-SP.

Tratamentos	pH em $CaCl_2$
Corretivos ⁽¹⁾	
Calcário calcítico	5,2 a ⁽²⁾
Calcário dolomítico calcinado	5,2 a
Calcário dolomítico	5,2 a
Gesso	5,2 a
Cal extinta	5,1 a
Calcário magnesiano	5,1 a
Testemunha	4,1 b

Continua...

Tratamentos	Continuação...
	pH em CaCl ₂
Teste F	52,41**
DMS a 5%	0,3
C.V. (%)	3,93
<hr/>	
Profundidade (cm) ⁽³⁾	
0-20	5,1 a
20-40	4,9 b
40-60	5,0 b
<hr/>	
Teste F	14,88**
DMS a 5%	0,1
C.V. (%)	2,64

1 - Os dados constituem médias de quatro repetições e três profundidades – 12 observações;

2 - Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

3 - Os dados constituem médias de quatro repetições e sete tratamentos – 28 observações.

Tabela 3. Efeito entre corretivos e profundidades para teores de K⁺ do solo, com valores médios em mmol_c . Dm⁻³, teste F a 5%, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Arroz (110 dias após aplicação dos corretivos). Jaboticabal-SP.

Profundida- de (cm)	Corretivos							Teste F	DMS a 5%
	calcário calcítico	dolomítico calcinado	calcário dolomítico	gesso	cal extinta	calcário magnésiano	teste- munha		
	m.mol.c. ⁻³								
0-20	1,6 bcA	2,0 aA	1,7 abA	1,2 dA	1,6 bcA	1,4 cdA	1,4 cdA	11,79*	0,4
20-40	1,1 abB 0,6 aC	1,3 aB 0,5 aC	0,9 abcB 0,3 aC	0,9 abcB 0,5 aC	0,8 bcB 0,4 aC	0,8 bcB 0,3 aC	0,8 bcB 0,3 aC	6,17** 1,68NS	0,4 0,4
Teste F	49,69**	81,80**	71,73**	17,49**	59,25**	30,96**	40,68**	-	-
DMS a 5%	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	-	-
CV(%)	16,54	16,54	16,54	16,54	16,54	16,54	16,54	-	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas, comparação nas linhas e maiúsculas, comparação nas colunas.

Tabela 4. Efeito entre corretivos e profundidades para teores de Ca^{+2} do solo, com valores médios em $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$, teste F a 5%, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Arroz (110 dias após aplicação dos corretivos). Jaboticabal-SP.

Profundidade (cm)	Corretivos							Teste F	DMS a 5%
	calcário calcítico	dolomítico calcinado	calcário dolomítico	gesso	cal extinta	calcário magnesiano	testemunha		
	$\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$								
0-20	18,9 b A	21,4 a A	19,3 b A	16,6 c A	19,9 abA	19,7 abA	9,6 d A	89,02**	1,8
20-40	9,8 abcB	10,7 a B	9,0 abcdB	8,4bcdB	10,0 abB	8,1 cdB	7,3 dB	8,39**	1,8
40-60	7,8 a C	6,9 a C	6,1 abcC	4,5 c C	6,3 ab C	6,0 abcC	4,8 bcC	7,61**	1,8
Teste F	193,58**	315,70**	267,83**	212,75**	276,20**	300,71**	33,03**	-	-
DMS a 5%	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-
C.V.(%)	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	-	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas, comparação nas linhas e maiúsculas, comparação nas colunas.

Nas camadas 20-40 e 40-60 cm, o calcário dolomítico calcinado e o calcário calcítico apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha, porém os teores de Ca^{+2} diminuíram com a profundidade. Tais resultados contradizem os obtidos por Raij et al. (1982) e Pavan (1983).

Quanto aos teores de Mg^{+2} (Tabela 5), os calcários dolomítico calcinado, calcítico e dolomítico propiciaram diferenças significativas na profundidade 0-20 cm (3,7; 3,4 e 3,1 $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$, respectivamente) em relação à testemunha. Estes resultados estão relacionados com a composição química dos corretivos, apresentando respectivamente 20,0; 7,9 e 14,0% de MgO . Era de se esperar que o calcário magnesiano (9,0 % de MgO) proporcionasse aumentos consideráveis, o que não ocorreu.

Apesar do movimento de Ca^{+2} para as profundidades de 20-40 e 40-60, o mesmo não ocorreu para o Mg^{+2} .

Tabela 5. Efeito entre corretivos e profundidades para os teores de Mg^{+2} do solo, com valores médios em $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$, teste F a 5%, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Arroz. (110 dias após aplicação dos corretivos). Jaboticabal-SP.

Profundidade (cm)	Corretivos							Teste F	DMS a 5%
	calcário calcítico	dolomítico calcinado	calcário dolomítico	gesso	cal extinta	calcário magnesiano	testemunha		
	$\text{m.mol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$								
0-20	3,4 abA	3,7 aA	3,1 bA	2,4 cdA	2,1 dA	2,6 cA	2,3 cdA	40,34**	0,4
20-40	1,2 a B	1,4 aB	1,2 aB	1,1 a B	1,0 aB	1,3 aB	1,0 a B	2,43**	0,4
40-60	0,8 a C	0,8 aC	0,9 aC	0,6 a C	0,7 aC	0,7 aC	0,6 a C	1,21NS	0,4

Continua...

Continuação...

Profundida- de (cm)	calcário calcítico	dolomítico calcinado	calcário dolomítico	gesso	cal extinta	calcário magnésiano	teste- munha	Teste F	DMS a 5%
Teste F	217,26**	252,97**	162,12**	91,33**	57,50**	102,47**	86,24**	-	-
DMS a 5%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	-
CV(%)	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	-	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas, comparação nas linhas e maiúsculas, comparação nas colunas.

Nos valores de $H^+ + Al^{+3}$ (Tabela 6) todos os corretivos apresentaram diminuição significativa em relação à testemunha nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, sendo que o calcário dolomítico calcinado apresentou as maiores diminuições (respectivamente 45,8%, 60,0% e 58,1 % em relação à testemunha). Isto indica que apesar de os corretivos não aumentarem significativamente os valores de pH na camada de 20-40 e 40-60 cm, houve diminuição da acidez potencial.

Na Tabela 7, são apresentados os dados das análises químicas do solo no florescimento da cultura da soja (481 dias após a aplicação dos corretivos) com análise de variância, teste de Tukey a 5% e os coeficientes de variação.

Tabela 6. Efeito entre corretivos e profundidades para o $H^+ + Al^{+3}$ do solo, com valores médios em $mmolc \cdot dm^{-3}$, teste F a 5%, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Arroz (110 dias após aplicação dos corretivos). Jaboticabal-SP.

Profun- didade	Corretivos							Teste F	DMS a 5%
	calcário calcítico	dolomíti- co calcinado	calcário dolomítico	gesso	cal extinta	calcário magnésiano	testemu- nha		
$mmolc \cdot dm^{-3}$									
0-20	34,3bcAB	29,0 dA	33,0 bcdA	36,5 bA	30,5cdA	30,8 cdA	42,3 aA	16,97**	4,9
20-40	35,8 bA	25,5 cB	32,0 bAB	34,3 bB	31,8 bA	32,3 bA	40,8 aA	17,75**	4,9
40-60	33,8 bB	25,8 cB	30,3 bcB	34,0 bB	29,5bcA	30,8 bA	40,8 aA	18,46**	4,9
TesteF	2,39*	8,43*	4,28*	4,19*	2,81 NS	1,66 NS	1,66 NS	-	-
DMS a 5 %	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	-
CV (%)	9,98	9,98	9,98	9,98	9,98			-	-

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas, comparação nas linhas e maiúsculas, comparação nas colunas.

Os dados da análise química do solo (481 dias após a aplicação dos corretivos) não foram significativos a 5% para o teste F para a interação corretivos x profundidades para pH, K^+ , Ca^{+2} e $H^+ + Al^{+3}$ e foram discutidos conjuntamente.

Verifica-se pelos dados da Tabela 7 que não houve ação dos corretivos nos valores de pH, K^+ , Ca^{+2} , $H^+ + Al^{+3}$. Era de se esperar efeitos residuais dos corretivos no 2.º ano. Tal fato pode ser consequência da subestimação das doses de corretivos, conforme discutido anteriormente. Os teores de K^+ e Ca^{+2} apresentaram alto coeficiente de variação (respectivamente 53,69% e 97,6%) e, nestas circunstâncias, as diferenças mínimas significativas pelo teste de Tukey são altas para discriminar diferenças entre tratamentos. Nas profundidades 20-40 cm e 40-60 cm, os valores de pH e Ca foram menores que a camada de 0-20 cm.

A interação corretivos x profundidades foi significativa para Mg e as médias são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 7. Valores médios para pH, K^+ , Ca^{+2} e $H^+ + Al^{+3}$ do solo de acordo com os tratamentos (corretivos e profundidades), teste F a 5%, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Soja (481 após aplicação de corretivos). Jaboticabal-SP.

Tratamentos	pH (CaCl ₂)	K^+	Ca^{+2}	$H^+ + Al^{+3}$
			mmol _c dm ⁻³	
Corretivos⁽¹⁾				
calcário calcítico	4,28 a ⁽²⁾	0,7 a	10,4 a	37,8 a
dolomítico calcinado	4,23 a	0,5 a	7,7 a	42,9 a
calcário dolomítico	4,18 a	0,5 a	6,2 a	45,3 a
gesso	4,25 a	0,4 a	6,1 a	41,1 a
cal extinta	4,14 a	0,8 a	8,5 a	42,3 a
calcário magnesiano	4,14 a	0,7 a	5,8 a	45,4 a
testemunha	4,04 a	0,5 a	3,8 a	45,4 a
Teste F	1,89 NS	1,02 NS	1,14 NS	1,70 NS
DMS a 5%	-	-	-	-
C.V. (%)	4,85	28,37	99,36	16,40
Profundidade⁽³⁾				
0-20	4,48 a	0,6 a	11,8 a	36,6 b
20-40	4,05 b	0,5 a	5,7 b	45,0 a
40-60	4,01 b	0,4 a	3,3 b	45,8 a
Teste F	50,13**	2,59 NS	11,82**	33,75**
DMS a 5%	0,13	-	4,3	3,0
C.V. (%)	4,64	53,69	97,61	10,84

1 - Os dados constituem médias de quatro repetições e três profundidades - 12 observações;

2 - Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

3 - Os dados constituem médias de quatro repetições e sete tratamentos - 28 observações.

Tabela 8. Efeito entre corretivos e profundidades para os teores de magnésio do solo, com valores médios em $\text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$, teste F a 5%, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Soja (481 dias após a aplicação dos corretivos). Jaboticabal-SP.

Profundidade (cm)	Corretivos										Teste F	DMS a 5%
	calcário calcítico	dolomítico	calci- nado	dolomítico	calcário dolomítico	gesso	cal extinta	calcário magnésiano	testemunha			
0-20	3,8bcA ¹ (100) ²	7,1aA(100)	4,8bA(100)	4,8bA(100)	2,2cA(100)	2,2cA(100)	3,6bcA(100)	4,1bcA(100)	2,8cA(100)		13,28**	1,9
20-40	2,2aB(31)	2,2aB(31)	2,6aB(54)	2,6aB(54)	1,1aA(50)	1,1aA(50)	2,0aB(55)	2,9aB(59)	1,6aA(64)		1,20NS	1,9
40-60	1,7aB(50)	2,7aB(71)	2,0aB(28)	2,0aB(42)	1,6aA(72)	1,6aA(72)	1,8aB(41)	1,7aB(41)	1,5aA(54)		0,84NS	1,9
Teste F	4,66**	44,51**	11,35**	11,35**	1,62NS	1,62NS	5,24**	7,96**	2,30NS		-	-
DMS a 5%	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	1,5	1,5	-		-	-
C.V.(%)	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16		-	-

1. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas, comparação nas linhas e maiúsculas, comparação nas colunas.

2. Entre parênteses, valores percentuais em relação às médias da profundidade 0-20 cm.

Os calcários dolomítico calcinado e dolomítico apresentaram os maiores teores de Mg^{2+} na camada de 0-20 cm. Tais corretivos possuem, respectivamente, 20% e 14% MgO. Nas camadas subseqüentes não houve efeito significativo dos tratamentos, porém, pode-se observar que o calcário calcítico e, em valores menores, o gesso apresentaram teores de Mg^{2+} na profundidade 40 a 60 cm superiores a 70% em relação à profundidade 0-20 cm. No tratamento com gesso, na profundidade 20-40 cm, os teores de Mg são inferiores aos do tratamento testemunha, evidenciando, em parte, uma pequena lixiviação deste nutriente. Essa lixiviação do Mg pelo gesso, segundo Pavan (1983), pode ser explicada pela substituição dos íons Mg^{2+} pelo Ca^{2+} na superfície da argila, com a formação do complexo químico solúvel neutro $MgSO_4^0$, que é facilmente lixiviado no perfil do solo. Quanto ao calcário calcítico, o ocorrido pode ser resultado de um desbalanceamento nas quantidades de Ca e Mg no solo (Coutinho, 1984). A lixiviação do Mg nestes tratamentos não propiciou alterações nos valores de pH do solo nas camadas subseqüentes (20-40 e 40-60 cm), evidenciando que tais perdas ocorrem ao longo do perfil. No 1º ano ocorreu o contrário, houve movimento de Ca^{+2} e não houve movimento de Mg^{+2} .

Todos os tratamentos, com exceção do gesso, propiciaram aumentos de produção de arroz em relação à testemunha (Tabela 9), não diferindo entre si pelo teste de Tukey a 5%. O gesso proporcionou menores teores de Ca^{+2} , Mg^{+2} e maiores valores de $H^+ + Al^{+3}$. Na cultura da soja só houve efeito do calcário dolomítico calcinado em relação à testemunha (47,08%). Tal resposta pode ser consequência dos maiores teores de Mg^{+2} proporcionados por este corretivo aos 481 dias após a aplicação.

Tabela 9. Valores médios da produção de grão em kg/ha de Arroz (1º. ano) e soja (2º ano), com teste F, teste de Tukey a 5% e coeficiente de variação. Arroz e Soja. Jaboticabal-SP.

Tratamentos	Arroz (kg/ha)	Soja (kg/ha)
Calcário calcítico	1662,75 a	2198,75 b
Calcário dolomítico calcinado	1628,25 a	3277,50 a
Calcário magnesiano	1609,50 a	1942,50 b
Gesso	1269,75 b	2357,00 ab
Cal extinta	1608,25 a	2545,50 ab
Quimbrasil	1617,50 a	2570,25 ab
Testemunha	1208,75 b	2228,25 b
teste F a 5%	12,01*	3,99**
dms Tukey a 5%	251,89	979,55
C.V.%	7,23	17,53

CONCLUSÕES

Pelos dados obtidos conclui-se que o calcário dolomítico calcinado foi o que proporcionou as melhores alterações químicas no solo, com aumentos nos valores pH, K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} e redução nos teores de H^+ e Al^+ no primeiro ano agrícola. Tais modificações proporcionaram aumentos de produção de grãos de arroz. Não houve efeito residual dos corretivos utilizados no experimento sobre o segundo ano de cultivo. No 2º ano o calcário calcítico e o gesso provocaram perdas de Mg por lixiviação, e o calcário dolomítico calcinado apresentou maiores produções de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcarde, J.C. 1985.** Corretivos da acidez do solo: características de qualidade. In Seminários Sobre Corretivos Agrícolas. Piracicaba-SP. 1984. ANDA. Campinas. p. 97-117. Anais...
- Borkert, C.M., M.A. Pavan & A.F. Lantmann. 1987.** Considerações sobre o uso do gesso na agricultura. Informações Agronômicas, Piracicaba. 40:1-3.
- Coutinho, E.L.M. 1984.** Efeito das relações K-Ca-Mg na cultura da soja. Tese de Livre Docência, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP. 62p.
- Gallo, J.R. & R.A. Catani. 1954.** Solubilidade de alguns tipos de calcários. Bragantia, Campinas. 13:63-74.
- Oliveira, I.P., J. Kluthcouski & F.N. Reynier. 1986.** Efeito do fosfogesso na produção do feijão e arroz no comportamento de alguns nutrientes. In Seminário sobre o uso do fosfogesso na agricultura, 1. Brasília, DF. 1985. Brasília. EMBRAPA-DDT. P. 45-59. Anais...
- Pavan, M.A. 1983.** Ação dos corretivos e fertilizantes na dinâmica de íons no solo. In Curso de atualização em fertilizantes do solo. Londrina, p.47-63.
- Quaggio, J.A., H.A.A. Mascarenhas & O.C. Bataglia. 1982.** Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em latossolo roxo distrófico de cerrado: Efeito residual. R. bras. Ci. Solo, Campinas. 6:113-8.
- Raij, B.V., A.P. Camargo, H.A.A. Mascarelhas, R. Hiroce, C.T. Feitosa, C. Nery & C.R.P. Laun. 1977.** Efeito dos níveis de calagem na produção de soja em solos de cerrado. R. bras. Ci. Solo. Campinas. 1:28-31.
- Raij, B.V. & J.A. Quaggio. 1983.** Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas. Instituto Agronômico. 31p. (Circular Técnico, 81).
- Raij, B.V. 1982.** Perdas de cálcio e magnésio durante cinco anos em ensaio de calagem. R. bras. Ci. Solo. Campinas. 6:33-7.
- Souza, D.M.G. & Ritchey, K.D. 1986.** Uso do gesso no solo de cerrado. In Seminário sobre o uso do fosfogesso na agricultura, 1. Brasília, DF. 1985. Brasília. EMBRAPA-DDT. p.119-144. Anais...

- Souza, D.M.G. & Scolari, D.D.G. 1986.** Correção da acidez em solos da região dos cerrados. Planaltina EMBRAPA-CPAC. 6P. (EMBRAPA-CPAC, Comunicado Técnico n. 49).
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1960.** Principles and procedures of statistics. New York. Mc Graw-Hill Book. 481p.