



## Teores de cálcio no solo, em função plantas de cobertura, residual de doses de calcário e nitrogênio no sistema plantio direto.

João William Bossolani<sup>(1)</sup>; Edson Lazarini<sup>(2)</sup>; Raul Sobrinho Pivetta<sup>(3)</sup>; Leandro Rebuá Rodrigues<sup>(3)</sup>; Luiz Henrique Marcandalli<sup>(4)</sup>; Victor Cogo<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduando do curso de agronomia FE/UNESP, Ilha Solteira - SP, CEP: 15385-000, joaowilliam\_shk@hotmail.com, vitor\_cogo30@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Curso Agronomia, FE/UNESP, Ilha Solteira, SP, lazarini@agr.feis.unesp.br; <sup>(3)</sup> Mestrando em Agronomia, FE/UNESP, Ilha Solteira SP, raulspivetta@hotmail.com; <sup>(3)</sup> MSc em Agronomia, FE/UNESP, Ilha Solteira SP, leandreobua@gmail.com; <sup>(4)</sup> Engenheiro Agrônomo, ex-aluno FE/UNESP, Ilha Solteira . SP, luizmarcandalli@gmail.com;

**RESUMO:** O presente trabalho foi realizado na FE/UNESP . Campus de Ilha Solteira, iniciando-se no ano agrícola de 2000/01 com a implantação do sistema plantio direto com o cultivo da soja, objetivando avaliar o comportamento do cálcio no solo em função de culturas de cobertura (milheto e *Crotalaria juncea*), residual de doses de calcário e nitrogênio. No ano agrícola de 2001/02, instalou-se os modos de aplicação de calcário (dose total incorporada, dose total em superfície, parcelamento da dose em 2 ou 3 vezes, em superfície) e testemunha. No ano agrícola de 2003/04, subdividiram-se as parcelas para a instalação dos tratamentos com doses anuais de nitrogênio (0; 90 e 180 kg/ha) e sucedeu-se a soja pelo milho, avaliando o residual nas safras 2004/05 e 2005/06. No agrícola 2006/07 avaliou-se a cultura da soja quanto ao residual dos tratamentos. Na safra 2007/08, foi realizado reaplicação de calcário em superfície nas doses 0, 812 e 1624 kg/ha, calculada em função dos resultados da análise química do solo. Sendo assim o presente trabalho refere-se ao ano agrícola de 2008/09, que após a colheita da soja, foram coletadas amostras de solos nas camadas de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, para avaliação dos teores de cálcio. Verificou-se os que teores de Ca aumentaram em função das doses de calcário somente na camada de 0,00-0,05 m; a crotalaria diminui os teores de Ca no solo e doses de N não influenciaram nos teores de Ca no solo, nas camadas avaliadas.

**Termos de indexação:** cerrado, fertilidade do solo, calagem

### INTRODUÇÃO

A ausência do revolvimento do solo no sistema plantio direto (SPD) e o proveniente acúmulo de resíduos vegetais em sua superfície promovem alterações químicas nas características do solo em relação ao convencional. Isto ocorre de forma gradual e progressiva, influenciando a disponibilidade de cátions essenciais ao desenvolvimento da planta (AMARAL; ANGHINON, 2001).

O Ca é um nutriente com papel importante no crescimento radicular das plantas. Quando a saturação de Ca no complexo de troca é menor que 20%, há forte limitação ao crescimento das raízes no solo, na maioria das espécies cultivadas (QUAGGIO, 2000).

É nas partes mais novas das raízes onde acontece a maior parte da absorção do Ca, havendo assim necessidade de absorção contínua desse nutriente para assegurar o desenvolvimento do sistema radicular, o que implica que o Ca deve estar distribuído adequadamente no solo. É importante enfatizar que estes fatores químicos que influenciam o crescimento radicular são muito importantes nas áreas tropicais, levando em consideração que grande parte dos solos desta região apresenta reação ácida, com alta concentração de Al tóxico e baixo conteúdo de cálcio (PRADO; NATALE, 2004).

A movimentação descendente de cálcio e magnésio no perfil do solo no SPD é lenta e influenciada por fatores químicos e biológicos. A permanência dos resíduos culturais na superfície do solo reduz as variações de temperatura e umidade e favorece a fauna, responsável pela abertura de canais, pelos quais pode ocorrer transporte de partículas finas de calcário para as camadas subsuperficiais (RHEINHEIMER et al., 2000).

Muitos estudos realizados em laboratório têm indicado a mobilidade de complexos orgânicos de Ca, principalmente na forma de Ca - fulvato. Em áreas de culturas perenes manejadas no sistema plantio direto, a aplicação de calcário em superfície, associada ao manejo de resíduos vegetais, promoveu elevação de pH, redução de Al trocável e aumento nos teores de Ca e Mg até a camada subsuperficial, semelhante ao observado com a aplicação de Ca . fulvato (TISSI, 2001).

A aplicação superficial de fertilizantes nitrogenados também influencia a movimentação em profundidade de cálcio e magnésio pela produção e lixiviação de nitratos (RHEINHEIMER et al., 2000).

Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento do Ca no solo, em diferentes profundidades, em função de culturas de cobertura



e residual de doses de N e de calcário aplicadas em superfície, no sistema de plantio direto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, (51°22'W e 20°22'S e altitude de aproximadamente 335 m), região esta caracterizada por clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo da área experimental de acordo com a nomenclatura atual (Embrapa, 2006) é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (LVd). Nessa área experimental, iniciou-se no ano agrícola 2000/01, um trabalho com modos e épocas de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto e culturas de cobertura na entressafra, tendo a soja, como a cultura principal, cultivada no período de primavera/verão. O preparo do solo para a implantação da cultura da soja na safra 2000/01 foi convencional, com aração e gradagens leve. Após a colheita da soja, iniciou-se a instalação dos tratamentos com épocas e modos de aplicação da dose de calcário recomendada, baseando-se o cálculo da dose, obtendo uma saturação por bases de 70%, recomendada para o milho, segundo Raij et al. (1996). Os tratamentos utilizados no início do ensaio foram: T1 - aplicação total da dose recomendada, incorporada a 0, 0,20 m; T2 - aplicação total da dose recomendada em outubro de 2001, em superfície; T3 - aplicação de 1/2 da dose recomendada em outubro de 2001 e 1/2 em agosto de 2002, todas em superfície; T4 - aplicação de 1/3 da dose recomendada em março de 2001, 1/3 em outubro de 2001 e 1/3 em agosto 2002, todas em superfície; T5 - testemunha (sem aplicação de calcário). A soja foi cultivada na área, novamente nos anos agrícolas 2001/02 e 2002/03, sempre no período de primavera/verão. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial (5 x 2), ou seja, 5 modos e épocas de aplicação de calcário e 2 culturas de cobertura em cada entressafra, com três repetições, onde cada parcela possuiu 15 x 12 m de dimensão. A partir do ano agrícola 2003/04, as culturas de cobertura sempre foram o milho e a *Crotalaria juncea*, semeadas na primavera com o milho em sucessão (2003/04, 04/05 e 05/06), subdividindo-se as parcelas para a aplicação anual de doses de N (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>). Portanto, o experimento passou a possuir tratamentos dispostos em um esquema fatorial 5x2x3, ou seja, 5 modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto, 2 culturas de cobertura de primavera (crotalária e milho) e 3 doses de nitrogênio em cobertura (0, 90 e 180 kg

ha<sup>-1</sup>), utilizando-se como fonte o sulfato de amônio e a uréia. Todos os tratamentos apresentavam 3 repetições. No ano agrícola 2006/07 a soja sucedeu o milho como cultura de verão, mantendo-se as culturas de cobertura implantadas na primavera, modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto e residual das doses de N aplicadas em cobertura na cultura do milho nos anos agrícolas anteriores. Em outubro de 2007, foi reaplicado em superfície as doses 0, 812 e 1624 kg ha<sup>-1</sup> de calcário, respectivamente, nos tratamentos com parcelamento em 3 vezes, 2 vezes e sem parcelamento da dose total de calcário, aplicada em superfície na implantação do sistema plantio direto. O delineamento experimental, portanto, passou a ser o em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial de 2x3x3, sendo 2 culturas de cobertura, residual de 3 doses de nitrogênio (0, 90, e 180 kg ha<sup>-1</sup>) e 3 doses de calcário aplicadas em superfície. Esses tratamentos foram avaliados na cultura da soja nos anos agrícolas 2007/08 e 2008/09.

Sendo assim o presente trabalho refere-se ao ano agrícola de 2008/09, que após a colheita da soja, foram coletadas amostras em área experimental, uma amostra composta por sub-parcela em quatro profundidades diferentes (0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m), sendo cada amostra composta constituída de quinze sub amostras nas quatro profundidades. As sub amostras foram coletadas em três pontos aleatórios da sub-parcela, onde cada ponto tinha uma sub-amostra coletada na linha de semeadura, da cultura da soja colhida, duas amostras coletadas a direita e duas amostras a esquerda da linha, formando assim cinco sub-amostras por ponto amostral da sub-parcela, nas quatro profundidades diferentes. Em seguida as amostras compostas foram levadas ao laboratório onde foram secas ao ar e moídas com peneira de 2,0 mm, sendo posteriormente determinados os teores de Ca, segundo metodologia de Raij e Quaggio (1983).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Com relação a doses realizou-se regressão polinomial com auxílio do programa estatístico Sisvar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na

Tabela 1 encontram-se os resultados da análise estatística dos tratamentos utilizados no experimento para os teores de cálcio, nas respectivas camadas amostradas. Observa-se que houve efeito de doses de calcário nos teores de Ca em todas camadas de solo, com exceção a camada



de 0,05 a 0,10 m. Os teores de Ca também foram influenciados pelas culturas de cobertura em todas as camadas, bem como houve interação doses de calcário x culturas de cobertura significativa, para os teores de Ca nas camadas de 0,00 a 0,05 e 0,10 a 0,20m.

Em relação ao desdobramento da interação entre doses de calcário x culturas de cobertura, conforme resultados apresentados na Tabela 1, verifica-se que nas duas coberturas obteve-se influência das doses de calcário no teor de cálcio no solo, ajustando-se os dados a função quadrática ( $y=0,000003x^2+0,0034x+15,44$   $R^2=1,0$ ) e linear ( $y=0,0023x+13,477$   $R^2=0,99$ ), quando a cultura de cobertura foi a milheto e a crotalária respectivamente.

Gonzaga (2009) obteve para área em plantio direto a vários anos, teores de Ca no solo ao redor de 10,9, 8,3, 7,5 e 5,6  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ , respectivamente nas camadas 0,0 . 0,05, 0,05 . 0,10, 0,10 . 0,20 e 0,20 . 0,40 m, portanto, os valores apresentados na Tabela 1 estão acima dos resultados encontrados por este autor.

No caso dos valores de cálcio para a camada de 0,05 a 0,10 m de profundidade, verificado na

Tabela 1, houve somente efeito dos tratamentos com culturas de cobertura, onde os teores de cálcio no solo foi superior no tratamento de milheto quando comparado com a crotalária, semelhante ao ocorrido na camada 0,0 a 0,05 m..

Na camada de 0,10 a 0,20 m também houve interação entre doses de calcário e culturas de cobertura, onde verifica-se somente significância para a cultura de cobertura crotalária ( $y=0,000008x^2-0,0154x+8,72$   $R^2=1,0$ ). Na comparação entre as culturas de cobertura, houve diferença novamente onde se aplicou a maior dose de calcário, destacando-se a área com milheto com os maiores teores no solo (Tabela 23).

Em relação à camada de 0,20 a 0,40 m, os teores de Ca no solo somente foram influenciados pelas doses de calcário ( $y=0,000003x^2-0,006x+6,61$   $R^2=1,0$ ) e culturas de coberturas utilizadas (

#### Tabela 11).

Quanto às culturas de cobertura, novamente o na área com milheto obteve-se o maior teor de Ca no solo. Leal (2008) também observou que o milheto proporciona maior disponibilidade de Ca no solo em todas as profundidades avaliadas.

## CONCLUSÕES

Os teores de Ca aumentaram em função das doses de calcário somente na camada de 0,00-0,05 m. A crotalária diminuiu os teores de Ca no solo e as doses de N não influenciaram nos teores de Ca.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Antonio Sergio do; ANGHINON, Ibanor. Alteração de parâmetros químicos do solo pela aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.04, p.695-702, abr. 2001.

GONZAGA, R. L. **Efeito de sistemas de preparo e manejo do solo, culturas de cobertura e rotação nas propriedades físico químicas do solo e na cultura do milho**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) . Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

LEAL, A. J. F. **Culturas de cobertura, doses de nitrogênio e residual da aplicação de calcário: características químicas do solo, estado nutricional e características agrônomicas do milho**. 2008. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) . Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

PRADO, Renato de Mello; NATALE, William. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1007-1012, 2004.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111p.

RHEINHEIMER, Danilo Dos Santos et al. aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 02, p.263-268, 2000.

TISSI, Josinei Antonio. **Crescimento radicular e nutrição de milho (Zea mays L.) cultivado em sistema plantio direto em função da aplicação superficial de calcário em Latossolo Argiloso**. 2001. 75 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.



**Tabela 1.** Coeficientes de variação, valores de F e médias de teores de cálcio no solo nas camadas de 0,00 a 0,05, 0,05 a 0,10, 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m de profundidade, em função dos tratamentos utilizados. Selvíria . MS, 2008/09.

Tratamento	Camada de solo (m)			
	0,00 . 0,05	0,05 . 0,10	0,10 . 0,20	0,20 . 0,40
	----- Ca em mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
0 . CA	14,50	10,64	8,36	6,61
812 . CA	17,72	9,11	4,11	3,88
1624 . CA	23,16	10,86	6,17	5,38
Milheto	21,55	11,33 A	7,52	6,74 A
Crotalária	15,37	9,70 B	4,91	3,85 B
0 N	18,55	10,33	6,33	5,25
90 N	18,33	10,28	6,16	5,30
180 N	18,50	10,00	6,14	5,33
Teste F				
Calcário (CA)	74,79 **	2,21 ns	12,80 **	8,83 **
Cobertura (CO)	111,83 **	9,32 *	14,49 **	29,74 **
CA x CO	24,31 **	3,11 ns	6,69 *	4,09 ns
Nitrogênio (N)	0,28 ns	0,83 ns	1,01 ns	0,15 ns
CA x N	0,87 ns	0,67 ns	0,52 ns	0,60 ns
CO x N	0,09 ns	0,03 ns	0,21 ns	0,19 ns
CA x CO x N	0,48 ns	0,35 ns	1,34 ns	0,97 ns
RL CA	146,37 **	0,06 ns	6,82 *	3,55 ns
RQ CA	3,21 ns	4,36 ns	18,78 **	14,12 **
RL N	0,03 ns	1,44 ns	1,73 ns	0,29 ns
RQ N	0,53 ns	0,21 ns	0,29 ns	0,01 ns
CV % (1)	11,64	26,64	40,56	36,75
CV % (2)	5,00	8,17	7,14	8,76

- ns - tratamentos não significativos; \* - significativos a 5%; \*\* - significativos a 1% pelo teste F.
- médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
- RL . valores de F para regressão linear; RQ . valores de F para regressão quadrática.

**Tabela 1.** Desdobramento da interação doses de calcário x culturas de cobertura significativa para os teores de cálcio no solo na camada de 0,00 a 0,05 m de profundidade. Selvíria . MS, 2008/09.

Cobertura	Doses de calcário			Valores de F		
	0	812	1624	F	RL	RQ
Milheto	15,44	20,22 A	29,00 A	92,11 **	179,03 **	5,19 *
Crotalária	13,55	15,22 B	17,33 B	6,98 *	13,90 **	0,06 ns
F	3,47 ns	24,36 **	132,62 **			
DMS	2,26					

- ns . tratamentos não significativos; \* - significativos a 5%; \*\* - significativos a 1% pelo teste F.
- médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Desdobramento da interação doses de calcário e culturas de cobertura significativa para o teor de cálcio no solo na camada de 0,10 a 0,20 m de profundidade. Selvíria . MS, 2008/09.

Cobertura	Doses de calcário			Valores de F		
	0	812	1624	F	RL	RQ
Milheto	8,00	6,77 A	7,77 A	0,60 ns	0,03 ns	1,16 ns
Crotalária	8,72	1,44 B	4,55 B	18,89 **	12,30 **	25,79 **
F	0,37 ns	20,15 **	7,35 *			
DMS	2,64					

- ns . tratamentos não significativos; \* - significativos a 5%; \*\* - significativos a 1% pelo teste F.
- médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.