



Análise da CTC de Latossolo em função de culturas de cobertura, residual de doses de N e modos de aplicação de calcário em SPD

Edson Lazarini ⁽¹⁾; **Luiz Gustavo Moretti de Souza** ⁽²⁾; **Raul Sobrinho Pivetta** ⁽³⁾;
João William Bossolani ⁽⁴⁾; **Vitor Alves Rodrigues** ⁽⁵⁾; **Ariani Garcia** ⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Professor Adjunto do Curso Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. lazarini@agr.feis.unesp.br ⁽²⁾ Mestrando em Sistemas de Produção, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. souzamoretti@gmail.com ⁽³⁾ Doutorando em Sistemas de Produção, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. raulpivetta@gmail.com ⁽⁴⁾ Aluno do curso de Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. joaobossolani@gmail.com ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo, Grupo Dhama, Itapura-SP. vitoralves@gmail.com; ⁽⁶⁾ Doutorando do curso de Agronomia, UNESP, Botucatu-SP. arianigarcia@gmail.com

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar a influência de culturas de cobertura, doses de nitrogênio e residual de diferentes modos e doses de aplicação de calcário. O presente trabalho foi realizado na FEPE/UNESP – Campus de Ilha Solteira, o qual iniciou-se no ano agrícola de 2000/01 com a implantação do sistema plantio direto com o cultivo da soja. No ano agrícola de 2001/02, iniciaram-se os quatro modos de aplicação de calcário (dose total incorporada, dose total em superfície, parcelamento dose total em 2 ou 3 vezes, aplicadas em superfície) e testemunha. Nos anos agrícolas 2003/04, 2004/05 e 2005/06, a soja foi substituída pelo milho e subdividiu-se as parcelas para a instalação dos tratamentos com doses de N (0, 90 e 180 kg ha⁻¹). Nos anos agrícolas 2006/07, 2007/08 e 2008/09, a soja foi semeada em substituição ao milho, sendo que na safra 2007/08, reaplicou-se em superfície 812 kg ha⁻¹ de calcário em superfície nos tratamentos com dose total incorporada ou em superfície e na testemunha. Nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12 o milho foi semeado em substituição a soja aplicando em cobertura as mesmas doses (0, 90 e 180 kg ha⁻¹) de N. Em outubro de 2012 foram realizadas as coletas de solo em 4 profundidades. Os resultados obtidos permitiram concluir que a adubação nitrogenada em cobertura promove diminuição nos valores da CTC na camada de 0,00 a 0,20m, principalmente quando utiliza-se a crotalária ou incorporação de calcário. A calagem em superfície sem incorporação propicia CTC maior apenas nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10m.

Termos de indexação: Capacidade de Troca de Cátions, Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, Cerrado.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) é uma realidade em grande parte das áreas de cerrado no Brasil, mas alguns questionamentos persistem neste sistema de plantio, tais como o modo de realização da calagem na instalação, dose de nitrogênio a ser

adotada e sua correlação com a cultura antecessora, e cultura de cobertura entre outros. Neste sentido, um dos principais problemas para o cultivo nesse sistema é que grandes áreas do território brasileiro são de solos ácidos que apresentam deficiência generalizada de bases trocáveis (Ca, Mg, K), níveis tóxicos de Al, baixa capacidade de troca de cátions e baixos teores de matéria orgânica, características pouco favoráveis para o crescimento das plantas (Goedert, 1987).

Segundo Alves et al. (1995), considerando que nas condições de solos tropicais, na maioria pobres, como os encontrados nas regiões de Cerrado, o clima favorece a rápida decomposição dos restos culturais e da biomassa produzida por culturas de coberturas, um manejo mais adequado é fundamental. Desta forma, tem-se a necessidade de se atentar para a quantidade e persistência dos resíduos vegetais produzidos pelas espécies utilizadas.

Considerando estes aspectos Rosolem et al. (2003), ao estudarem o comportamento de nitrogênio aplicado em cobertura e da calagem em superfície, em condições de vaso, afirmam que ocorre uma super calagem nos primeiros centímetros do perfil, região de maior densidade de raízes, onde se aplica o fertilizante. Assim, nesta região o pH é mais alto, favorecendo a nitrificação, no entanto, o fertilizante nitrogenado atua acidificando a região. A planta, por sua vez, dependendo da forma de N absorvido, pode contribuir para a acidificação ou elevação do pH, havendo necessidade destes aspectos serem estudados em solos tropicais.

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 335 m), região esta caracterizada por clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, com temperatura média anual de aproximadamente 25°C



e umidade relativa do ar média anual de 66% (CENTURION, 1982), sendo que o solo da área experimental de acordo com a nomenclatura atual (EMBRAPA, 2006) é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (LVd).

Tratamentos e amostragens

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.

Na análise química de uma amostra de solo da área experimental, coletada a 0 – 0,20 m de profundidade, antes da instalação do experimento (setembro/00), obteve-se um valor de $V\% = 48$ e CTC de $65,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

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, obter uma saturação por bases de 70%, recomendada para o milho. Em função dos resultados da análise de solo, a dose de calcário determinada foi de $1,59 \text{ t ha}^{-1}$ utilizando-se neste caso o calcário dolomítico, o qual apresentava CaO–39,6%; MgO–13%; PN–102%; PRNT–91%; peneira ABNT 10 (2,0 mm)–100%, peneira ABNT 20 (0,84 mm)–93% e peneira ABNT 50 (0,3 mm)–80%.

Os tratamentos utilizados no início do experimento foram:

T1 - aplicação total da dose recomendada em outubro de 2001, 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. As culturas de cobertura utilizadas foram: Semeadura em outubro/00 – milho em área total. Semeadura em junho/01 - milho e sorgo. Semeadura em setembro/02 – capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) e sorgo.

O delineamento experimental utilizado foi o de 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 crotalária, 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^{-1}). Portanto, o experimento passou a possuir tratamentos dispostos em um esquema fatorial $5 \times 2 \times 3$, 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^{-1}), utilizando-se como fonte o sulfato de amônio e a uréia. Todos os tratamentos apresentavam 3 repetições.

Nos anos agrícolas 2006/07, 2007/08 e 2008/09 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 e em todas as parcelas dos tratamentos T1, T2 e T5, 812 kg ha^{-1} de calcário. O delineamento experimental portanto, passou a ser o em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial de $3 \times 2 \times 3$, sendo residual de 3 doses de nitrogênio em cobertura (0, 90, e 180 kg ha^{-1}), 2 culturas de cobertura (milheto (*Pennisetum americanum*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) e residual de 3 modos de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto. As parcelas possuíam 5 m de largura e 12 m de comprimento.

Logo, para este trabalho, foram avaliados apenas os tratamentos T1, T2 e T5, averiguando assim o residual dos modos de aplicação desde a instalação do experimento. Nos anos agrícolas 2009/10, 2010/2011 e 2011/12 substituiu-se a soja pelo milho e manteve-se as culturas de cobertura de primavera, e aplicou-se novamente, as mesmas doses de nitrogênio em cobertura, utilizando-se desta vez, apenas o sulfato de amônio como fonte N. Nos dias 11 a 12/10/2012 foram realizadas as amostragens do solo. Em cada parcela, foi obtida uma amostra composta (homogeneização de 5 amostras obtidas nas entrelinhas da cultura anterior), para cada profundidade avaliada (0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40 m). Em seguida as amostras compostas foram levadas ao laboratório onde foram secas ao ar e moídas em moinho apropriado com peneira de 2 mm. Estas amostras foram analisadas conforme metodologia de Raij e Quaggio (1983). Posteriormente calculou-se os valores de CTC. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na **Tabela 01**, o efeito significativo para o residual de modos de aplicação



de calcário, sendo que foi encontrado o maior valor de CTC no tratamento Totalmente Superficial. Resultado este, que corrobora com evidências quanto a ação benéfica da calagem superficial atuando nas primeiras camadas superfícies do solo, Sá (1996) salientou que o calcário colocado em superfície corrige a acidez, aumentando significativamente o pH e elevando os teores de Ca e Mg trocáveis até a profundidade de cinco centímetros e, em menor grau, nas camadas mais profundas. Esse comportamento do calcário, aplicado em superfície, pode ser explicado, segundo Rheinheimer et al. (2000), em função da mobilização do solo na linha de semeadura, possibilitando a incorporação do calcário nesta região, com os repetidos ciclos de cultivo, podendo auxiliar na movimentação descendente de suas partículas, mas não além da profundidade de semeadura. Outra hipótese apontada por Oliveira e Pavan (1996), em virtude de galerias abertas pela macro e meso fauna do solo, com transporte pelos mesmos, e planos de fraqueza no solo, que permitiriam o deslocamento de finas partículas de calcário através do movimento descendente de água, além da possibilidade da movimentação de Ca e Mg trocáveis no solo e da redução de Al tóxico no subsolo estarem relacionados com o mecanismo de lixiviação, proposto por Miyasawa et al. (1996), através da formação de complexos orgânicos hidrossolúveis presentes nos restos culturais.

A CTC a pH 7,0 apresentada, mostrou-se afetada significativamente pelo residual de doses de nitrogênio, em que houve sua diminuição conforme se elevou as doses de N. Respectivamente observamos os ajustes em suas funções.
Profund. (0,00-0,05 m) $y = -0,087x + 79,77$ $R^2 = 0,73$
Profund. (0,05-0,10 m) $y = -0,057x + 67,28$ $R^2 = 0,82$
Profund. (0,10-0,20 m) $y = 0,0009x^2 - 0,020x + 66,10$ $R^2 = 1$

Na **Tabela 02**, encontram-se os valores da CTC na profundidade de 0,00-0,05 m, em função do desdobramento da interação coberturas e doses de N, onde verifica-se que a não utilização de N, obteve-se os maiores valores com a crotalaria enquanto que com o emprego da dose 180 kg de N os maiores valores foram obtidos com o milheto.

Os resultados apresentados na **Tabela 03**, referentes ao desdobramento modos de aplicação e doses de N, na profundidade de 0,05-0,10 m, destacam que os maiores valores de CTC foram observados para a dose 0 e 90 kg de N quando realizado a calagem incorporada ou totalmente superficial, respectivamente. Aplicação incorporada resultados em valores de CTC que se ajustaram a regressão linear decrescente em função das doses de N.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada em cobertura promove diminuição nos valores da CTC na camada de 0,00 a 0,20m, principalmente quando utiliza-se a crotalaria ou incorporação de calcário. A calagem em superfície sem incorporação propicia CTC maior apenas nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10m.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.G.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações da erosão do solo a persistência da cobertura morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.1, p.127-132, 1995.
- CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. Científica, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro. Embrapa, 2006. 306p.
- GOEDERT, W.J. Management of acid tropical soils in the savannas of South America. In: IBSRAM (International Board for Soil Research and Management). Management of acid tropical soils for sustainable agriculture: proceedings of an IBSRAM inaugural workshop. Bangkok, Thailand, 1987. p. 109-27.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; SANTOS, J.C.F. Effects of addition of crop residues on the leaching of Ca and Mg in Oxisols. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., Belo Horizonte, 1996. **Abstracts**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ EMBRAPA-CPAC, 1996. p.8.
- RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem, superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.4, p.797-805, 2000.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- ROSOLEM, C.A.; FOLONI, J.S.; OLIVEIRA, R.H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p. 301-309, 2003.
- SÁ, J.C.M. **Manejo de nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1996. 24p.
- OLIVEIRA, E.L.; PAVAN, M.A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean productions. **Soil and Tillage Research**, v.38, p.47-57, 1996.



Tabela 01. Valores de F e médias dos valores da capacidade de troca catiônica (T) (mmol/dm^3), nas diferentes profundidades de amostragem, em função dos tratamentos utilizados. Selvíria – MS, 2012.

Tratamentos	0,00 - 0,05	0,05 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,40
M				
Modos de Aplicação (M.A.)				
Testemunha	68,5b	60,2b	63,4	57,4
Totalmente Incorporado	70,2 ab	62,6ab	63,0	59,5
Totalmente Superficial	76,7 a	68,1a	56,6	60,7
Culturas de Cobertura (C.C.)				
Milheto	74,1	62,1	60,5	61,1
Crotalária	69,6	64,1	61,5	57,3
Doses de Nitrogênio (D. N.)				
0 kg	82,5	68,7	66,0	62,5
90 kg	66,5	59,3	55,9	54,9
180 kg	66,9	58,4	61,0	60,2
Test F				
Culturas de Cobertura	1,907 ^{ns}	0,144 ^{ns}	2,784 ^{ns}	1,446 ^{ns}
Modos de Aplicação	2,463 *	7,198 *	2,539 ^{ns}	0,393 ^{ns}
Doses de Nitrogênio	11,230 **	2,672 *	4,559 *	2,090 ^{ns}
C.C.* M.A.	0,802 ^{ns}	0,644 ^{ns}	0,934 ^{ns}	2,437 ^{ns}
C.C.* D.N.	2,749 ^{ns}	5,480 *	0,428 ^{ns}	0,251 ^{ns}
M.A.* D.N.	0,575 ^{ns}	4,998 *	1,069 ^{ns}	1,422 ^{ns}
M.A.* D.N* C.C.	0,628 ^{ns}	1,149 ^{ns}	1,031 ^{ns}	0,323 ^{ns}
C.V.	16,33	15,73	16,44	18,45
D.M.S. (C.C.)	6,47	5,66	5,53	6,03
D.M.S. (M.A.)	9,55	8,35	8,17	8,91
Regressão				
Doses de Nitrogênio				
R.L.	15,93**	3,56*	2,30 ^{ns}	0,43 ^{ns}
R.Q.	5,52 ^{ns}	1,77 ^{ns}	6,81*	3,75 ^{ns}

^{ns} - tratamentos não significativos; * - tratamentos significativos a 5%; ** - tratamentos significativos a 1% pelo teste F

Tabela 2. Desdobramento da interação culturas de cobertura x doses de nitrogênio significativa para o valor da capacidade de troca catiônica (mmol/dm^3) do solo na profundidade de 0,05-0,10 m. Selvíria – MS, 2012.

Tratamentos	Doses de Nitrogênio (D. N.)			Regressão
	0 kg	90 kg	180 kg	
Culturas de Cobertura (C.C.)				
Milheto	63,8b	61,5a	68,6a	ns
Crotalária	75,6a	63,6a	57,9b	$y = -8,862778x + 74,556852$ $R^2 = 0,9592$
D.M.S	9,8			

Letras minúsculas na mesma linha e maiúscula na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 3. Desdobramento da interação modos de aplicação x doses de nitrogênio significativa para o valor da capacidade de troca catiônica (mmol/dm^3) do solo na profundidade de 0,05-0,10 m. Selvíria–MS, 2012.

Tratamentos	Doses de Nitrogênio (D. N.)			Regressão
	0 kg	90 kg	180 kg	
Modos de Aplicação (M.A.)				
Testemunha	61,1b	53,1b	62,4a	ns
Totalmente Incorporado	79,8a	56,7b	57,9a	$y = -10,928333x + 75,740000$ $R^2 = 0,7070$
Totalmente Superficial	68,2ab	77,8a	69,a	ns
D.M.S	14,8			

Letras minúsculas na mesma linha e maiúscula na mesma, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5.