



## Saturação por bases de Latossolo em função de culturas de cobertura, residual de doses de N e modos de aplicação de calcário em SPD.

**Luiz Gustavo Moretti de Souza<sup>(1)</sup>; Edson Lazarini<sup>(2)</sup>; João William Bossolani<sup>(3)</sup>; Raul Sobrinho Pivetta<sup>(4)</sup>; Raphael Mereb Negrisoli<sup>(3)</sup>; Luan Moura Pereira<sup>(3)</sup>;**

<sup>(1)</sup> Bolsista CNPq, mestrando do curso de Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Ilha Solteira-SP, CEP: 15385-000, souzamoretti@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Curso Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP, lazarini@agr.feis.unesp.br <sup>(3)</sup> Graduando do curso de Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. joaobossolani@gmail.com; raphaelnegrisoli@gmail.com; luanmoura@gmail.com; <sup>(4)</sup> Doutorando do curso de Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. raulpivetta@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<sup>-1</sup>). Nos anos agrícolas 2006/07, 2007/08 e 2008/09, a soja foi semeada em substituição ao milho, sendo que na safra 2007/08, aplicou-se em superfície 0, 812 ou 1624 kg ha<sup>-1</sup> de calcário em superfície segundo necessidade, sendo a dose recomendada e o dobro. 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<sup>-1</sup>) de N, em outubro de 2012 foram realizadas as coletas de solo e realizado a parte laboratorial e de cálculos. Logo, verificou-se que o residual de calagem aplicado em superfície eleva a saturação por bases. E de forma contrária, o residual de doses de nitrogênio promove a acidificação nas camadas mais superficiais.

**Termos de indexação:** Macronutrientes Catiônicos, 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), sobre culturas de cobertura, considerando que nas condições de solos tropicais, na maioria pobres, como os encontrados nas regiões de Cerrado, um manejo mais adequado é fundamental, visto que o clima favorece a rápida decomposição dos restos culturais. Assim, verifica-se a necessidade de se atentar para a quantidade e persistência dos resíduos vegetais produzidos pelas espécies antecessoras.

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. Enaltecendo assim a necessidade de estudos sobre tais variáveis.

### 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 Tabela 01 encontram-se os resultados da 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).

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, segundo Raij et al. (1996). Em função dos resultados da análise de solo, a dose de calcário determinada foi de 1,59 t ha<sup>-1</sup> 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 junho/01 - Milho e Sorgo. Semeadura em outubro/01 – Milheto em área total. 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 milheto 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<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 milheto) 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.

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 parcelas dos tratamentos T1, T2 e T5, 812 kg ha<sup>-1</sup> de calcário. O delineamento experimental portanto, passou a ser o em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial de 3x2x3, sendo residual de 3 doses de nitrogênio em cobertura (0, 90, e 180 kg ha<sup>-1</sup>), 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, analisamos 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 nos dias 11 a 12/10/2012 foram realizadas as coletas, após as chuvas ocorridas na área experimental, uma amostra composta por parcela em quatro profundidades diferentes (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. Nessas amostras foram realizadas conforme Raij e Quaggio (1983). Posteriormente calculou-se os valores de V%. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SISVAR.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de saturação por bases (V%) apresentados na Tabela 01 estão próximos do recomendado para a cultura da soja no suldeste sulmatogrossense (50%). Pode-se observar também



que os valores médios sofreram uma redução conforme o aumento da profundidade analisada. Na camada superficial do solo, onde se obteve os maiores valores de V%, verifica-se que houve diferença significativo no tratamento de modos de aplicação apenas para as profundidades 0,00-0,05m e 0,05-0,10m, dentre os modos de aplicação as parcelas que apresentaram os maiores valores de V% no solo foram as que receberam a aplicação em superfície do mesmo.

Sá (1996) salientou as evidências quanto a ação benéfica da calagem superficial atuando nas primeiras camadas abaixo da superfície do solo, 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.

Já em relação as culturas de cobertura não foi observada diferença significativa para nenhuma profundidade, porém, a crotalaria propiciou valores de V% maiores que os do milho. Nas Figuras 01, 02, 03 e 04 observam-se os ajustes lineares decrescentes dos valores V% em várias profundidades, em função do incremento de doses de nitrogênio.

Segundo Pavan (1997), ao ser adicionada ao solo, a uréia, como fornecedora de N, é hidrolisada pela ação da enzima urease produzida por bactérias e actinomicetes, depois sofre amonificação, provocando uma forte elevação do pH próximo ao local onde ocorrem as 2 reações, podendo haver perdas por volatilização de  $NH_3$ . No final deste processo, o N se transforma na forma amoniacal. Portanto, há evidências de possíveis interações entre o modo de aplicação do calcário e doses de nitrogênio, culturas de cobertura e quantidade ideal

de nitrogênio a ser utilizada, tanto no que se refere a acidificação do solo pelos cultivos, como para o desempenho das culturas.

## CONCLUSÕES

O residual de calagem aplicado em superfície eleva os índices de fertilidade do solo como de Ca, Mg, K nas camadas superiores, soma de base e a saturação por bases. O residual de doses de nitrogênio promove a acidificação nas camadas mais superficiais, promovendo a indisponibilização de macronutrientes catiônicos.

## REFERÊNCIAS

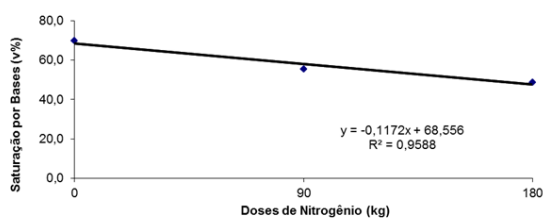
- ALVES, A.G.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações da erosão do solo a persistência da cobertura morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.1, p.127-132, 1995.
- CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. Científica, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro. Embrapa, 2006. 306p.
- 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 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.
- PAVAN, M. A. Ciclagem de nutrientes e mobilidade de íons no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v.41, p. 8-12, 1997.



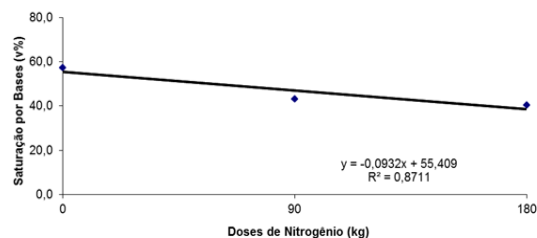
**Tabela 01.** Valores de F e médias dos cálculos da saturação por bases (V) (%), nas diferentes profundidades de amostragem, em função dos tratamentos utilizados. Selvíria – MS, 2012.

| Tratamentos                         | 0,00 - 0,05          | 0,05 - 0,10          | 0,10 - 0,20          | 0,20 - 0,40         |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| m                                   |                      |                      |                      |                     |
| <b>Doses de Nitrogênio (D. N.)</b>  |                      |                      |                      |                     |
| 0 kg                                | 69,8                 | 61,7                 | 57,3                 | 56,5                |
| 90 kg                               | 55,5                 | 52,6                 | 43,3                 | 45,2                |
| 180 kg                              | 48,7                 | 43,5                 | 40,5                 | 46,3                |
| <b>Culturas de Cobertura (C.C.)</b> |                      |                      |                      |                     |
| Milheto                             | 58,2                 | 51,0                 | 45,5                 | 49,4                |
| Crotalária                          | 59,9                 | 53,5                 | 49,3                 | 49,6                |
| <b>Modos de Aplicação (M.A.)</b>    |                      |                      |                      |                     |
| Testemunha                          | 58,8b                | 46,2b                | 48,6                 | 48,6                |
| Totalmente Incorporado              | 55,8b                | 49,7b                | 46,3                 | 50,3                |
| Totalmente Superficial              | 62,1a                | 58,9a                | 47,2                 | 49,6                |
| <b>Test F</b>                       |                      |                      |                      |                     |
| Culturas de Cobertura               | 0,058 <sup>ns</sup>  | 0,326 <sup>ns</sup>  | 0,186 <sup>ns</sup>  | 0,076 <sup>ns</sup> |
| Modos de Aplicação                  | 2,235 <sup>*</sup>   | 4,811 <sup>*</sup>   | 0,243 <sup>ns</sup>  | 0,031 <sup>ns</sup> |
| Doses de Nitrogênio                 | 17,488 <sup>**</sup> | 22,335 <sup>**</sup> | 13,167 <sup>**</sup> | 3,848 <sup>*</sup>  |
| C.C.* M.A                           | 0,088 <sup>ns</sup>  | 0,782 <sup>ns</sup>  | 2,135 <sup>ns</sup>  | 1,343 <sup>ns</sup> |
| C.C.* D.N.                          | 0,899 <sup>ns</sup>  | 0,155 <sup>ns</sup>  | 0,543 <sup>ns</sup>  | 1,182 <sup>ns</sup> |
| M.A.* D.N                           | 0,843 <sup>ns</sup>  | 2,106 <sup>ns</sup>  | 0,702 <sup>ns</sup>  | 0,434 <sup>ns</sup> |
| M.A.* D.N* C.C.                     | 0,127 <sup>ns</sup>  | 0,478 <sup>ns</sup>  | 0,255 <sup>ns</sup>  | 0,452 <sup>ns</sup> |
| C.V.                                | 18,49                | 19,12                | 22,62                | 23,82               |
| D.M.S. (C.C.)                       | 5,85                 | 5,20                 | 5,81                 | 7,90                |
| D.M.S. (M.A.)                       | 3,64                 | 7,68                 | 8,58                 | 11,65               |
| <b>Regressão</b>                    |                      |                      |                      |                     |
| <b>Doses de Nitrogênio</b>          |                      |                      |                      |                     |
| R.L.                                | 33,288 <sup>**</sup> | 44,081 <sup>**</sup> | 23,537 <sup>**</sup> | 4,432 <sup>*</sup>  |
| R.Q.                                | 1,688 <sup>ns</sup>  | 0,589 <sup>ns</sup>  | 2,797 <sup>ns</sup>  | 0,645 <sup>ns</sup> |

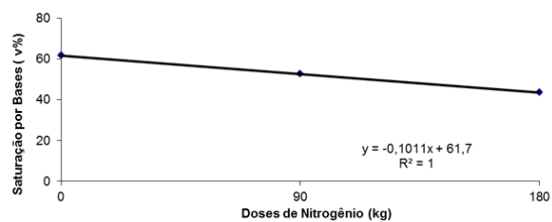
<sup>ns</sup> - tratamentos não significativos; \* - tratamentos significativos a 5%; \*\* - tratamentos significativos a 1% pelo teste F



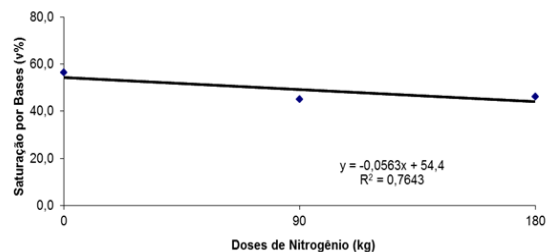
**Figura 01-** Saturação por bases (V%) em função de doses de N, em profundidade de 0,00-0,05 m.



**Figura 03-** Saturação por bases (V%) em função de doses de N, em profundidade de 0,10-0,20 m.



**Figura 02-** Saturação por bases (V%) em função de doses de N, em profundidade de 0,05-0,10 m.



**Figura 04-** Saturação por bases (V%) em função de doses de N, em profundidade de 0,20-0,40 m.