



Análise de pH em Latossolo sob função de culturas de cobertura, residual de doses de N e modos de aplicação de calcário em SPD.

Luiz Gustavo Moretti de Souza⁽¹⁾; Edson Lazarini⁽²⁾; João William Bossolani⁽³⁾; Raul Sobrinho Pivetta⁽⁴⁾; Erick Hiroki Saito⁽³⁾; Izabela Rodrigues Sanches⁽³⁾;

⁽¹⁾ 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; ⁽²⁾ Professor Adjunto do Curso Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP, lazarini@agr.feis.unesp.br ⁽³⁾ Graduando do curso de Agronomia, FEIS-UNESP, Ilha Solteira-SP. joabossolani@gmail.com; ericksaito@gmail.com; izabelasanches@gmail.com; ⁽⁴⁾ 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⁻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, aplicou-se em superfície 0, 812 ou 1624 kg ha⁻¹ 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⁻¹) de N, em outubro de 2012 foram realizadas as coletas de solo e realizado a parte laboratorial e de cálculos. Logo, verificou-se que a adubação nitrogenada em cobertura (fonte amoniacal) promove a acidificação do solo nas camadas de 0,00 a 0,40m, diminuindo os valores de pH, consecutivamente, promove a maior disponibilidade de micronutrientes e menor de macronutrientes catiônicos.

Termos de indexação: Potencial Hidrogeniônico, 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⁻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 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⁻¹). 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⁻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 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 3x2x3, 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, 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 pH. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01, são apresentados os valores de pH do solo, nas quatro profundidades avaliadas.



Reduções de pH também foram verificadas por Silva e Vale (2000), com acréscimos na dose de nitrogênio, independente da fonte (uréia ou sulfato) em diferentes solos avaliados após quinze dias de incubação. Alterações de pH com adubação nitrogenada também foram verificadas por Strong et al. (1997), até níveis que inibem a nitrificação. Rosolem et al. (2003b) relatam que o valor de pH que limita a nitrificação aparentemente é 4,0 (pH CaCl_2) para um Latossolo Vermelho distroférrico. Apesar de leguminosas poderem acidificar o solo com tempo, como citado por Caires et al. (2006), não foi constatado significância para o tratamento culturas de cobertura para tal variável, apenas observado valores de médias maiores para o milho. Os resultados de pH apresentam extrema relação com os demais atributos químicos do solo, principalmente com a matéria orgânica, assim esses valores observados na aplicação do calcário podem expressar um comportamento de todo o complexo solo-planta tido nessas parcelas.

São apresentados os valores de pH e seus ajustes lineares decrescentes, em suas respectivas profundidades, conforme a regressão obtida entre as doses de nitrogênio utilizadas no experimento, mostrando a ação de acidificação do solo pelo mesmo.

Profund. (0,00-0,05 m) $y = -0,0032x + 4,92$ $R^2 = 0,97$
Profund. (0,05-0,10 m) $y = -0,0029x + 4,84$ $R^2 = 0,95$
Profund. (0,10-0,20 m) $y = -0,0019x + 4,74$ $R^2 = 0,93$
Profund. (0,20-0,40 m) $y = -0,0019x + 4,77$ $R^2 = 0,93$

Observa-se na **Tabela 02** os valores obtidos no desdobramento da interação entre as culturas de cobertura e as doses de nitrogênio, na profundidade de 0,05-0,10 m, revelando que o maior valor de pH com o emprego da dose 0 kg de N é obtido com o milho, e posteriormente verifica-se o ajuste em suas funções lineares. Pode-se verificar através da **Tabela 03**, que para a dose 0 kg de N utilizada, quando se realiza aplicação da calagem em superfície, os valores de pH se alteram na camada de 0,05 – 0,10 m, assim demonstrando o efeito de neutralização da calagem na superfície, nas doses de nitrogênio também aplicadas em superfície. Nessa mesma profundidade a aplicação do calcário incorporado apresentou redução dos valores de pH conforme se elevou as doses de N, possivelmente devido a distribuição do calcário no perfil do solo, e menor neutralização nas doses maiores. Todavia deixa explícito que a o maior valor de pH foi obtido na interação Totalmente Superficial (modos de aplicação) x a dose 0 kg de N.

Analisa-se na **Tabela 04** o desdobramento da interação modos de aplicação x doses de nitrogênio em profundidade de 0,10 – 0,20 m, demonstrando que com o emprego de 90 kg de N é observado maiores valores no tratamento totalmente

superficial, como também constatado em profundidade de 0,05- 0,10 m para a dose 0 kg de N.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada em cobertura (fonte amoniacal) promove a acidificação do solo nas camadas de 0,00 a 0,40m, diminuindo os valores de pH, consecutivamente, promove a maior disponibilidade de micronutrientes e menor 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.

CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J.; ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n. 1, 2006.

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.

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. 304, 2003a.

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.307, 2003b.

SILVA, C.A.; VALE, F.R. Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2461-2471, 2000.

STRONG, D.T.; SALE, P.W.G.; HELYAR, K.R. Initial soil pH affects the pH at which nitrification ceases due to self-induced acidification of microbial microsites. **Australian Journal of Soil Research**, v.35, n.3, p.565-570, 1997.



Tabela 01. Valores de F e médias para pH (CaCl₂), nas diferentes profundidades de amostragem, em função dos tratamentos utilizados. Selvíria – MS, 2012.

| Tratamentos | m | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 0,00 - 0,05 | 0,05 - 0,10 | 0,10 - 0,20 | 0,20 - 0,40 |
| Modos de Aplicação (M.A.) | | | | |
| Testemunha | 4,68 | 4,52 | 4,40 | 4,50 |
| Totalmente Incorporado | 4,53 | 4,54 | 4,60 | 4,65 |
| Totalmente Superficial | 4,67 | 4,65 | 4,71 | 4,65 |
| Culturas de Cobertura (C.C.) | | | | |
| Milheto | 4,72 | 4,61 | 4,57 | 4,71 |
| Crotalária | 4,53 | 4,53 | 4,57 | 4,49 |
| Doses de Nitrogênio (D. N.) | | | | |
| 0 kg | 4,95 | 4,87 | 4,77 | 4,80 |
| 90 kg | 4,57 | 4,50 | 4,51 | 4,55 |
| 180 kg | 4,37 | 4,34 | 4,42 | 4,46 |
| Test F | | | | |
| Culturas de Cobertura | 3,511ns | 1,131ns | 0,003ns | 4,005ns |
| Modos de Aplicação | 0,892ns | 0,985ns | 2,447ns | 0,833ns |
| Doses de Nitrogênio | 11,002** | 13,504** | 3,441* | 3,490* |
| C.C.* M.A. | 0,127ns | 0,968ns | 0,820ns | 0,108ns |
| C.C.* D.N. | 2,981ns | 3,461* | 3,099ns | 1,980ns |
| M.A.* D.N. | 2,145ns | 3,783* | 3,583* | 2,237ns |
| M.A.* D.N.* C.C. | 1,051ns | 0,671ns | 0,333ns | 0,924ns |
| C.V. | 8,13 | 6,72 | 9,21 | 8,59 |
| D.M.S (C.C.) | 0,20 | 0,17 | 0,23 | 0,21 |
| D.M.S (M.A.) | 0,30 | 0,25 | 0,34 | 0,32 |
| Regressão | | | | |
| Doses de Nitrogênio | | | | |
| R.L. | 21,271** | 25,429** | 6,364* | 6,470* |
| R.Q. | 0,734ns | 1,579ns | 0,519ns | 0,509ns |

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

Tabela 02. Desdobramento da interação culturas de cobertura x doses de nitrogênio significativa para o valor de pH (CaCl₂) no solo na profundidade de 0,05 – 0,10 m. Selvíria – MS, 2012.

| Tratamentos | Doses de Nitrogênio (D. N.) | | | Regressões |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------|--------|---|
| | 0 kg | 90 kg | 180 kg | |
| Culturas de Cobertura (C.C.) | | | | |
| Milheto | 5,05a | 4,38a | 4,46a | $y = -0,956111x + 4,997778$ R ² = 0,7462 |
| Crotalária | 4,73b | 4,60a | 4,24a | $y = -0,247778x + 4,773704$ R ² = 0,9262 |
| D.M.S | | 0,29 | | |

Valores seguidos de mesma letra dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 03. Desdobramento da interação modos de aplicação x doses de nitrogênio significativa para o valor de pH (CaCl₂) no solo na profundidade de 0,05 – 0,10 m. Selvíria – MS, 2012.

| Tratamentos | Doses de Nitrogênio (D. N.) | | | Regressões |
|----------------------------------|-----------------------------|-------|--------|---|
| | 0 kg | 90 kg | 180 kg | |
| Modos de Aplicação (M.A.) | | | | |
| Testemunha | 4,59b | 4,35a | 4,60a | ns |
| Totalmente Incorporado | 4,87ab | 4,56a | 4,19a | $y = 0,339167x + 4,883056$ R ² = 0,9975 |
| Totalmente Superficial | 5,13a | 4,57a | 4,25a | $y = -0,437500x + 5,089167$ R ² = 0,9745 |
| D.M.S | | 0,43 | | |

Valores seguidos de mesma letra dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 04. Desdobramento da interação modos de aplicação x doses de nitrogênio significativa para o valor de pH (CaCl₂) no solo na profundidade de 0,10 – 0,20 m. Selvíria – MS, 2012.

| Tratamentos | Doses de Nitrogênio (D. N.) | | | Regressões |
|----------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--|
| | 0 kg | 90 kg | 180 kg | |
| Modos de Aplicação (M.A.) | | | | |
| Testemunha | 4,42a | 4,10b | 4,68a | $y = 0,453333x - 0,778333x + 4,423333$ R = 1 |
| Totalmente Incorporado | 4,98a | 4,61ab | 4,28a | $y = -0,303333x + 4,901111$ R = 0,9980 |
| Totalmente Superficial | 5,00a | 4,81a | 4,30a | $y = -0,355833x + 5,062500$ R = 0,9320 |
| D.M.S | | 0,59 | | |

Valores seguidos de mesma letra dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.