

Relação entre pH em água e saturação por bases nas áreas manejadas em agricultura de precisão no Rio Grande do Sul

Jackson Ernani Fiorin⁽¹⁾; Alieze Nascimento da Silva⁽²⁾

⁽¹⁾ Engº Agrº, Dr. Pesquisador da Cooperativa Central Gaucha Ltda (CCGL/FUNDACEP), Professor da Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, RS, e Professor Colaborador do Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS; E-mail: jackson.fiorin@ccgl.com.br

⁽²⁾ Acadêmica do Curso de Agronomia da Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, RS, Bolsista PROBIC/FAPERGS; E-mail: alieze.agro@rocketmail.com.

RESUMO: Nos Estados do RS e SC a recomendação de calagem é feita com base no Índice SMP. O método da elevação da saturação por bases pela sua relação com os valores de pH, possibilita o seu uso. Essa relação tem sido demonstrada em inúmeros trabalhos e é muito estreita em certas regiões. O objetivo foi avaliar a relação entre o pH e a saturação por bases nas áreas manejadas em agricultura de precisão no RS. A pesquisa utilizou-se de 106.955 análises de solos. A relação entre o pH e a saturação por bases foi comparada no conjunto de todos os resultados, e em separado, em 5 classes de solos conforme a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), que são: < 9,0; 9,0 a 11,9; 12,0 a 14,9; 15,0 a 17,9 e ≥ 18,0 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$. Observa-se uma dispersão considerável na relação, associada à diversidade de solos do RS. Separando as análises em classes de CTC, os coeficientes de determinação foram superiores, porém os solos pertencentes às classes de menor CTC apresentam menores valores de saturação por bases e vice-versa. Para os mesmos valores de saturação por bases, os solos de menor CTC apresentam o pH relativamente mais elevado, e que, solos com maior CTC, apresentam o pH relativamente mais baixo. A separação dos solos por classes de CTC melhora a relação entre o pH e a saturação por bases, permitindo a sua utilização na tomada de decisão sobre a necessidade e na estimativa da dose de corretivos.

Termos de indexação: acidez do solo, calagem.

INTRODUÇÃO

Os solos são originalmente ácidos determinados pelos fatores e processos de sua formação. A acidez do solo pode constituir-se fator de limitação da produtividade das culturas, quando o pH baixo (ácido) estiver associado à presença de alumínio e/ou manganês, em níveis capazes de provocar distúrbios fisiológicos nas plantas e, na maioria das vezes, associado a quantidades de cálcio, magnésio, molibdênio e fósforo insuficientes para seu desenvolvimento normal (Fiorin, 2007). Vários

trabalhos na literatura demonstram aumentos consideráveis na produção das culturas com a calagem. A recomendação de calagem é realizada com base em indicadores de acidez do solo e na resposta das culturas à elevação de pH (Nicolodi et al., 2008). São utilizados diferentes métodos de determinação da necessidade de calagem no Brasil, com pequenas variações regionais (Lacerda et al., 2006).

Nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a recomendação de calagem é feita com base no método do Índice SMP (Kaminski, 1974; Ernani & Almeida, 1986). Nesses Estados, nos solos pouco tamponados, o índice SMP pode subestimar a necessidade de calcário. Nesses casos, esta pode ser calculada pelos teores de matéria orgânica e de alumínio trocável do solo (Comissão..., 2004). No entanto, nos últimos anos tem-se utilizado, para recomendação de calagem, o método da elevação da saturação por bases o qual tem a vantagem de adaptar-se às diferentes culturas, conforme suas exigências (Raij, 1991).

Segundo Raij (2011), a saturação por bases expressa à parte da CTC ocupada por cálcio, magnésio e potássio e seria de se esperar uma relação de seus valores com o pH. Essa relação tem sido demonstrada em inúmeros trabalhos e é muito estreita em certas regiões. Essa correlação implica na possibilidade de usar o pH ou a saturação por bases, alternativamente, como referência para a meta de calagem, ou índice de acidez do solo, embora não se deva perder de vista que é o pH do solo que interessa para o cultivo de plantas. Essas correlações e as interferências que delas decorrem devem ser usadas regionalmente. É de se esperar, para os mesmos valores de saturação por bases para o estado de São Paulo, que o pH seja mais elevado no Brasil Central e mais baixo para a Região Sul.

Segundo a Comissão... (2004), nos solos dos Estados do RS e de SC, em média, as porcentagens de saturação da CTC por bases de 65%, 80% e 85% correspondem aos valores de pH em água de 5,5, 6,0 e 6,5 respectivamente. Em rotações de culturas, e particularmente no sistema plantio direto, o critério da saturação por bases é

bastante utilizado. Deve-se, entretanto, considerar que alguns solos (aproximadamente 15% dos solos do Estado do RS) apresentam pH em água menor que 5,5 e saturação da CTC por bases maior que 65%. As quantidades de calcário a adicionar, estimadas pelo índice SMP e calculadas pela saturação da CTC por bases podem ser, portanto, diferentes.

Neste sentido, a hipótese é de que a relação entre pH em água e a saturação por bases é afetada pela diversidade de solos do RS. Aliado a isso, o interesse em maximizar a produção tem estimulado os produtores a adotarem práticas avançadas de manejo da cultura e do solo. A agricultura de precisão constitui-se numa ferramenta tecnológica que permite o conhecimento da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, fundamental para uma indicação correta de fertilizantes e de corretivos da acidez para cada ponto da lavoura. O entendimento da relação entre o pH em água e a saturação por bases é essencial na tomada de decisão sobre a necessidade e na estimativa da dose de corretivos a ser aplicada. O objetivo deste trabalho é avaliar a relação entre o pH em água e a saturação por bases nas áreas manejadas em agricultura de precisão no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada utilizando-se de 106.955 análises de solos, amostradas nas áreas de produtores que aderiram à agricultura de precisão no período de 2007 a 2012. As informações foram obtidas junto ao banco de dados de 22 cooperativas e 6 empresas prestadoras de serviço em diferentes regiões do RS, que realizam suas análises no Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal da CCGL TEC/FUNDA CEP.

Os resultados das análises de solo foram sistematizados utilizando-se de planilha eletrônica Excel. Posteriormente foi calculada a distribuição de frequência (percentagem) das análises, de alguns parâmetros de acidez e teores de nutrientes, que fazem parte do diagnóstico da fertilidade do solo nas áreas de agricultura de precisão do RS, apresentados em Fiorin et al. (2012).

No presente trabalho, foi calculada a distribuição de frequência (percentagem) das análises, dos valores de Capacidade de Troca de Cátions (CTC), separando os solos em 5 classes de CTC à pH 7,0. Para isso, a partir da média dos valores de CTC das análises, atribuindo uma variação $\pm \frac{1}{2}$ desvio padrão, em torno da média, obteve-se a classe central. Adicional a isso, acrescentou-se 1 e 2

unidades de desvio padrão para mais e para menos, em relação à classe central, obtendo mais 4 classes de CTC. A relação entre o pH em água e a saturação por bases foi comparada no conjunto de todos os resultados de análises, e em separado, para cada classe de CTC. Com base na equação de melhor ajuste, foi obtido a equivalência entre o pH em água e a saturação por bases, para cada classe de CTC, correspondentes aos valores de pH em água de 5,5, 6,0 e 6,5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando o comportamento da relação entre o pH em água e a saturação por bases, elaborado a partir do banco de dados de 106.955 análises de solos, das áreas manejadas em agricultura de precisão no RS, observa-se uma dispersão considerável (Figura 1A). Isto está associado, provavelmente a diversidade de solos, uma vez que as áreas manejadas em agricultura de precisão no RS são oriundas de aproximadamente 150 municípios diferentes (Fiorin et al., 2012). Com relação à variação dos teores de argila, esses autores observaram uma distribuição com predominância nas Classes I (> 60% argila) e Classe II (41% a 60% argila), com 28,8% e 38,5% das amostras, respectivamente. Um menor percentual é verificado nas Classes III (21% a 40% argila) e Classe IV (< 20% argila), respectivamente, 28,2% e 4,5%.

Dessa forma, comprova-se a hipótese de que a diversidade de solo do RS afeta a relação entre pH em água e saturação por bases, bem como, a utilização alternativamente dos valores de saturação por bases como referência para a meta de calagem, ou índice de acidez do solo, parece não serem adequados. Segundo Rajj (2011), essas correlações e as interferências que delas decorrem devem ser estudadas regionalmente, visto que é o pH do solo que interessa para o cultivo de plantas.

Para melhorar o entendimento dessa situação, é apresentado na Figura 1B, a distribuição de frequência das análises, relativos aos valores de CTC a pH 7,0. Os solos foram separados em 5 classes de CTC, que são: < 9,0; 9,0 a 11,9; 12,0 a 14,9; 15,0 a 17,9 e $\geq 18,0$ $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$. Observa-se uma predominância na classe central com 49,1% das amostras com CTC entre 12,0 a 14,9 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$. Na sequência, 19,9%, 19,6%, 7,2% e 4,3% das amostras encontram-se nas classes de CTC de 9,0 a 11,9; 15,0 a 17,9; $\geq 18,0$ e < 9,0 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente.

Em cada classe de CTC foi estudado a relação entre o pH em água e a saturação por bases, ajustando modelos de regressão e através da



equação de melhor ajuste, obtendo a equivalência de saturação por bases correspondentes aos valores de pH em água de 5,5, 6,0 e 6,5 (Tabela 1).

Com exceção da classe de CTC < 9,0 cmol_cdm⁻³, as demais classes de CTC apresentam coeficientes de determinação superiores, quando comparado ao obtido com todas as análises de solos. Adicional a isso, percebe-se que os solos nas diferentes classes de CTC apresentam comportamento diferenciado para a relação entre o pH em água e a saturação por bases. Os solos pertencentes às classes de menor CTC apresentam menores valores de saturação por bases equivalentes quando comparamos as situações de pH em água de 5,5, 6,0 e 6,5. Por outro lado, solos pertencentes às classes de maior CTC apresentam valores de saturação por bases equivalentes superiores. Considerando a elevação do pH em água para o valor de referência de 6,0, adequado para a maioria das plantas cultivadas, observa-se uma equivalência em saturação de bases de 65,5%, 71,2%, 75,5%, 79,1% e 84,3 %, respectivamente para solos nas classes de CTC de < 9,0; 9,0 a 11,9; 12,0 a 14,9; 15,0 a 17,9 e ≥ 18,0 cmol_cdm⁻³.

Portanto, é de se esperar que, para os mesmos valores de saturação por bases, os solos de menor CTC apresentam o pH em água relativamente mais elevado, e que, solos com maior CTC, apresentam o pH em água relativamente mais baixo. Em se tratando na determinação da necessidade de calagem para culturas através do critério de elevação da saturação por bases (V%), utilizando um valor de referência, por exemplo, V = 70%, em situações de solos de menor CTC, pode-se elevar o pH em água a níveis acima do adequado, resultando em excesso e desperdício de corretivos, além de ser prejudicial, em especial, pela deficiência de micronutrientes (Lacerda et al., 2006). Entretanto, nos solos de maior CTC, as estimadas da necessidade de corretivos pelo mesmo critério, resultaria em sub doses, proporcionando menor probabilidade de respostas das culturas em aumento da produtividade.

Diante disso, a separação dos solos por classes de CTC pode melhorar o entendimento da relação entre o pH em água e a saturação por bases, permitindo a utilização alternativamente dos valores de saturação por bases na tomada de decisão sobre a necessidade e na estimativa da dose de corretivos a ser aplicada, proporcionando ganhos na eficiência do uso do insumo, sem ocorrer sub dose nem excesso e/ou desperdício.

CONCLUSÕES

A diversidade de solo do RS afeta a relação entre o pH em água e a saturação por bases.

A separação dos solos por classes de CTC melhora o entendimento da relação entre o pH em água e a saturação por bases, permitindo a utilização alternativamente dos valores de saturação por bases na tomada de decisão sobre a necessidade e na estimativa da dose de corretivos a ser aplicada.

REFERÊNCIAS

- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10^a ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul: UFRGS, 2004. 400p.
- ERNANI, P. R. & ALMEIDA, J. A. Avaliação de métodos de recomendação quantitativa de calcário para os solos do Estado de Santa Catarina. Lages: UDESC-Curso de Agronomia, 1986. 53p. (Boletim Técnico de Solos, 1)
- FIORIN, J. E. Recomendações de Calagem. In: FIORIN, J. E. Manejo e fertilidade do solo no sistema plantio direto. Passo Fundo: Berthier, 2007. p.35-50.
- FIORIN, J. E.; BERTOLLO, G. M.; WYZYKOWSKI, T. Diagnóstico da fertilidade do solo nas áreas de agricultura de precisão no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 17. 2012, Cruz Alta, RS. Resultados expandidos... Cruz Alta: UNICRUZ, 2012. (CD-ROM).
- KAMINSKI, J. Fatores de acidez e necessidade de calcário em solos no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1974. 96p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia - Solos)
- LACERDA, R. D.; MENDES, J. S.; CHAVES, L. H. G. Manejo de solos ácidos: comparação de métodos para avaliar a necessidade de calcário dos Solos do Estado da Paraíba. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v.6. n.1. 2006.
- NICOLODI, M.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. Relações entre os tipos e indicadores de acidez do solo em lavouras no sistema plantio direto na região do Planalto do Rio Grande do Sul. Rev. Bras. Ciênc. Solo. [online]. 2008, vol.32, n.3, pp. 1217-1226. ISSN 0100-0683.
- RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.
- RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

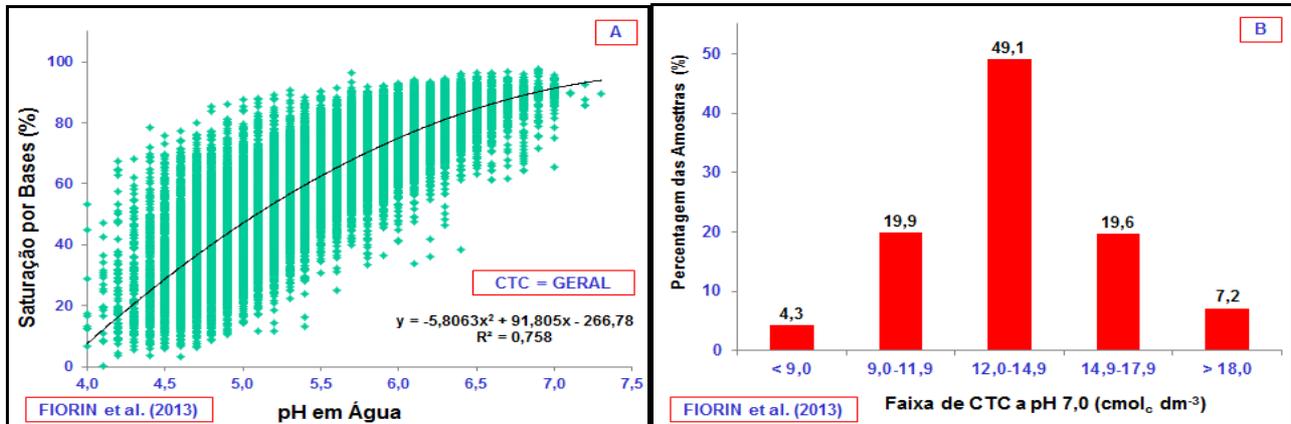


Figura 1. Relação entre o pH em água e a saturação por bases (A) e distribuição de frequência das análises em classes de CTC a pH 7,0 (B) nos solos manejados em agricultura de precisão no RS. CCGL TEC/UNICRUZ. Cruz Alta, RS, 2013.

Tabela 1. Modelos de regressão ajustados, coeficientes de determinação (R^2) e equivalência de saturação por bases correspondentes aos valores de pH em água de 5,5, 6,0 e 6,5, de todas as análises (geral) e em cada classe de CTC a pH 7,0, nos solos manejados em agricultura de precisão no RS. CCGL TEC/UNICRUZ. Cruz Alta, RS, 2013.

Classes CTC cmol _c dm ⁻³	Equação de Regressão	R^2	Saturação por Bases Equivalente (%)		
			pH 5,5	pH 6,0	pH 6,5
Geral	$Y = - 266,78 + 91,805 \text{ pH} - 5,8063 \text{ pH}^2$	0,7580	62,5	75,0	84,6
< 9,0	$Y = - 293,11 + 99,379 \text{ pH} - 6,5994 \text{ pH}^2$	0,7052	53,8	65,5	74,0
9,0 – 11,9	$Y = - 252,08 + 85,214 \text{ pH} - 5,222 \text{ pH}^2$	0,7613	58,6	71,2	81,2
12,0 – 14,9	$Y = - 344,11 + 118,49 \text{ pH} - 8,0937 \text{ pH}^2$	0,8320	62,8	75,5	84,1
15,0 – 17,9	$Y = - 430,42 + 150,17 \text{ pH} - 10,874 \text{ pH}^2$	0,8819	66,6	79,1	86,3
≥ 18,0	$Y = - 386,24 + 138,75 \text{ pH} - 10,054 \text{ pH}^2$	0,7905	72,8	84,3	90,9