

RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO DE LATOSSOLOS DO TRIÂNGULO MINEIRO, INFLUENCIADOS PELO NÍVEL TECNOLÓGICO DE CULTIVO

Ricardo Falqueto Jorge¹, Juvenal Caetano de Barcelos², Cinara Xavier de Almeida³, Elias Nascentes Borges⁴

¹Aluno de Pós-Graduação em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia - ICIAG/UFU, CEP: 38400-902; CP: 593; e-mail: jrfalqueto@yahoo.com.br;

²Aluno de Pós-Graduação em Agronomia, ICIAG/UFU; e-mail: jcbarcelos@eafudi.br;

³Aluna de Graduação em Agronomia, ICIAG/UFU, e-mail: cinarax@yahoo.com.br;

⁴Professor orientador, ICIAG/UFU, CEP:38400-902, CP:593, e-mail: Elias@ufu.br.

Resumo - Solos afetados por sais são características de zonas áridas e semi-áridas; porém, adubações de alta tecnologia podem induzir a salinização do solo. Este estudo objetivou avaliar a influência de diferentes níveis de adubações sobre a relação de adsorção de sódio (RAS), em diferentes Latossolos cultivados na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais Brasil. Foram coletadas amostras no mês de março de 2003, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm, com quatro repetições para cada área, sendo três os níveis de adubação (baixo, médio e alto) e três culturas (tomate, café, batata), formando os nove tratamentos. Nas amostras foram determinados os atributos químicos: cátions Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ e Na^+ , para cálculo do RAS nos laboratórios de Manejo e Conservação do solo e de Fertilidade do solo do ICIAG-UFU. As adubações de alta tecnologia não afetaram a concentração de sódio nos solos de cerrado estudados. O uso de adubações em doses elevadas requer cuidados e monitoramento constante das condições químicas e físicas do solo, para garantir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, visto que alguns atributos químicos, como o RAS, foram alterados.

Palavras-chave: Salinização, Sistema de Manejo, Latossolos do Cerrado Mineiro.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

No passado, o homem desconhecia os motivos que levavam um solo a se tornar salino, com a irrigação. Atualmente, a salinização ocorre pela negligência dos órgãos e pessoas envolvidas com a irrigação, uma vez que as suas causas são bem conhecidas. Destacam-se: o clima – déficit hídrico climático acentuado com precipitações inferiores a 800 mm anuais; a irrigação em solos rasos ou solos de má drenagem; a irrigação com água de má qualidade com teores elevados de sais (Relação de adsorção de sódio $\text{RAS} \geq 13\%$); a baixa eficiência de irrigação em virtude de lâminas de água menor que a evapotranspiração da cultura, e manutenção inadequada do sistema de drenagem ou ausência de sistemas de drenagem superficial e/ou subterrânea [1].

Toda aplicação de fertilizante aumenta a concentração de íons na solução do solo e, portanto, aumenta a sucção osmótica. A consequência deste efeito sobre as plantas depende da qualidade, da quantidade e da localização dos fertilizantes. Para [2], os solos salinos resultam do processo de salinização, que resulta na acumulação de sais solúveis de Na, Ca, Mg e K nos horizontes superficiais. Os principais sais presentes no solo são cloretos de Na, Ca e Mg, carbonatos, bicarbonatos e nitratos, são encontrados em menores quantidades. As fontes de sais solúveis são, primordialmente, os minerais

primários formados das rochas, por intemperismo químico. Os solos salinos geralmente se localizam em áreas de baixadas, que recebem os sais das áreas circunvizinhas, sendo a água o principal agente transportador.

[2] afirmam que a ocorrência de déficit hídrico anual ou mesmo mensal impede que as precipitações promovam lavagens completas e freqüentes dos perfis de solos irrigados. Assim, os íons Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} e HCO_3^{-2} em solução tendem a permanecer na zona não saturada. Na zona radicular, tal solução tende a se concentrar, devido à absorção de água pelas plantas, principalmente se o manejo da irrigação promover estresse hídrico nas culturas. O processo de acúmulo se agrava em presença de lençol freático livre e raso, que além de constituir um impedimento hidráulico para recargas subterrâneas, possibilita a ocorrência de fluxo ascendente por capilaridade.

A passagem do sódio para o complexo de troca começa a se tornar crítico quando o mesmo constitui a metade ou mais dos cátions solúveis da solução do solo. Nessas condições, o Ca e o Mg, por serem menos solúveis, precipitam-se à medida que a solução do solo se concentra, em consequência da evaporação, deixando o sódio como o único cátion na solução. Dessa maneira, o sódio, apesar de apresentar menor capacidade de adsorção no complexo de troca (carga monovalente, e a preferência de ligação da série

liotrópica, $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+ < Mg^{+2} < Ca^{+2} < Al^{+3}$), consegue deslocar os cátions por ação de massa. O processo da passagem do sódio para o complexo de troca é denominado de sodificação, e constitui a primeira fase do processo de salinização, levando à formação dos solos salino-sódicos classificados anteriormente como Solonchack Solonézico [3]. Atualmente, o Sistema Brasileiro de Classificação do solo (SiBCS), seguindo a tendência mundial dos diversos sistemas de classificação, adotou a definição de atributos e horizontes diagnósticos para a diferenciação das diversas classes de solos, sendo a salinidade e sodicidade atributos de separação de classes em níveis categóricos mais baixos de diversas ordens do sistema [4].

No rol dos cátions tocáveis, pela valência e raio iônico hidratado, o sódio situa-se no último lugar quanto à seletividade de adsorção (série liotrópica), o que em si é um fator favorável à sua substituição, pois, em condições de igualdade de concentração, é adsorvido na sobra de cargas após o preenchimento por $H^+ \gg Al^{+3} > Ca^{+2} > Mg^{+2} > K^+ > NH_4^+ > Na^+$. As pesadas adubações usadas na agricultura moderna podem alterar os teores desses elementos no solo, alterando assim, a relação de adsorção de sódio (RAS).

[5] descreve os efeitos das altas concentrações de sais no solo e na planta. No solo, altas concentrações de sais provocam alteração do estado de agregação das partículas, alterando a aeração, retenção de umidade, aumentando o potencial osmótico do solo. O sódio promove a dispersão das partículas do solo reduzindo a aeração, infiltração e condutividade hidráulica. O sódio na planta causa redução do crescimento devido ao aumento da pressão osmótica da solução do solo, o que promove a redução do abastecimento da água, da absorção, retardando a germinação, e causando toxicidade. Os efeitos dos íons na solução irá depender da tolerância e da adaptação da cultura quanto a toxidez do íon. Como efeitos antagônicos, uma competição por certas reações podem promover a redução de absorção de outros elementos, causando desbalanço da solução intracelular, o que pode originar certas reações e impedir outras. Os efeitos iônicos têm origem nas características eletroquímicas dos íons, as quais estão relacionadas com a série liotrópica dos elementos e com a afinidade dos íons das células.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos dos sistemas de uso e manejo e da fertilização de alta tecnologia sobre o RAS do solo, na região do Triângulo Mineiro.

Materiais e Métodos

Procurou-se na região do Triângulo Mineiro, diferentes áreas, onde foram escolhidos nove

sistemas agrícolas, cultivados com tomate, café e batata, e sob três níveis de adubação, tendo sua descrição a seguir:

Área 1 - Cultivo de Tomate: constituída de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVAd), textura argilosa (Tabela 1), cultivo anterior milho por 2anos, descrito por [6], desde sua implantação e condução da cultura do tomate; **Área 2** - Cultivo de Tomate: constituída de um LVAd, textura argilosa (Tabela 1), cultivo anterior milho por 1ano, descrito por [6], da implantação a condução da cultura do tomate; **Área 3** - Cultivo de Tomate: constituída de um LVAd, textura argilosa (Tabela 1), cultivo anterior com pastagem de Braqueária, por 3anos, o manejo do solo foi descrito por [6], da implantação a condução da cultura do tomate; **Área 4** - Cultivo de café: constituída de um LVAd, textura muito argilosa (Tabela 1), cultivo com café, por 3anos, tendo manejo descrito por [6]; **Área 5** - Cultivo de café: constituída de um LVAd, textura média (Tabela 1), cultivo com café, por 5anos, conforme descrito por [6]; **Área 6** - Cultivo de café: constituída de um LVAd, textura argilosa (Tabela 1), cultivada por 30 anos com café e atualmente, tem uma lavoura com 4 anos conforme descrito por [6]; **Área 7** - cultivo de batata: constituída de um Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), textura muito argilosa (Tabela 1), cultivo anterior com milho, preparo do solo e tratos culturais descritos por [6]; **Área 8** - cultivo de batata: constituída de um LAd, textura muito argilosa (Tabela 1), cultivo anterior com milho e soja, conforme descritos por [6]; **Área 9** - Cultivo de batata: constituída de um LAd, textura muito argilosa (Tabela 1), cultivo anterior com milho, tendo seu manejo e tratos culturais descritos por [6].

TABELA 1 - Caracterização granulométrica das áreas, em $g\ kg^{-1}$ e classe textural* dos solos estudados

Áreas** Amostradas	Médias	Fração granulométrica				Classe textural
		Areia	Silte	Argila		
Área 1	0 a 20	227	143	630	Muito Argilosa	
Área 2	0 a 20	168	312	520	Argilosa	
Área 3	0 a 20	355	243	402	Argilosa	
Área 4	0 a 20	178	115	707	Muito Argilosa	
Área 5	0 a 20	671	39	290	Média	
Área 6	0 a 20	510	38	452	Argilosa	
Área 7	0 a 20	34	140	826	Muito Argilosa	
Área 8	0 a 20	40	210	750	Muito Argilosa	
Área 9	0 a 20	28	156	816	Muito Argilosa	

*Classe textural de acordo com o guia para agrupamento de classes de textura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA (1999). ** Áreas 1, 2 e 3 - cultivadas com tomate; áreas 4, 5 e 6 - cultivadas com café; e áreas 7, 8 e 9 - cultivadas com batata.

As amostras foram coletadas em esquema fatorial, com tratamento adicional, $2 \times 3 \times 3 + 3$, constituído pela combinação de duas culturas

(tomate e café), três níveis de adubação (baixo, médio e alto), três subparcelas compostas pelas camadas (0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20cm) e mais três áreas cultivadas com batata sob alto nível de adubação, com quatro repetições. As amostras coletadas foram secas ao ar até o equilíbrio com a umidade ambiente, no Laboratório de Manejo de Solos do ICIAG/UFU, e posteriormente destorroadas e peneiradas em malha de 2mm (TFSA), para a caracterização química e física. A relação de adsorção de sódio (RAS) teve seus valores no solo, expressos em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, foram realizados em função dos teores de sódio, cálcio e magnésio, no extrato de saturação, de acordo com a expressão abaixo:

$$RAS = \frac{Na}{0,5 \times (Ca + Mg)}$$

Onde:

RAS = Relação de adsorção de sódio;

Ca = Teor de Ca em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ no extrato de saturação;

Mg = Teor de Mg em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ no extrato de saturação.

As análises estatísticas consideram os distintos níveis de adubação das três culturas pesquisadas, além dos efeitos da adubação nos diferentes atributos estudados dos solos cultivados com tomate, café e batata, foram efetuadas três análises (áreas 7, 8 e 9). As médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5%, através do programa Sisvar.

Resultados e Discussão

São apresentados, na Tabela 2, os valores da Relação de adsorção de sódio (RAS), os tipos de cultura e o manejo da adubação influenciaram significativamente os valores da RAS somente na profundidade de 10 a 20 cm, onde os maiores valores foram encontrados nas áreas sob nível médio de adubação, tanto para a cultura do tomate quanto para a cultura café (Tabela 2). Na área com café, pode-se afirmar que tanto a adubação como os baixos teores de argila favoreceram estes maiores valores.

TABELA 2 - Relação de adsorção de sódio (RAS)* em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, no extrato de saturação de material de solo coletado nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm, nas áreas cultivadas com tomate e café, sob baixo, médio e alto nível de adubação

Atributos	Culturas	Nível de adubação	-----Camada amostrada (cm) -----					
			0 a 5		5 a 10		10 a 20	
RAS ¹	Tomate	Baixo	0,57	Aa	0,35	Aa	0,16	Ba
		Médio	0,49	Aa	1,00	Aa	1,38	Aa
		Alto	0,52	Aa	0,94	Aa	0,56	ABa
	Café	Baixo	0,05	Aa	0,03	Aa	0,03	Ba
		Médio	0,83	Aa	0,82	Aa	1,05	Aa
		Alto	0,03	Aa	0,24	Aa	0,02	Ba
		CV%	24,98					
		DMS _{0,05%}	0,41					

Médias seguidas por letras iguais na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. *Dados transformados; ¹ Médias originais e análise estatística com dados transformados pela raiz quadrada de $Y + 0,5$.

Este maior valor de RAS pode estar influenciando o baixo grau de agregação deste solo, bem como o alto valor de argila dispersa [6].

Para a cultura do tomate, o efeito do manejo das adubações é bem mais evidente, embora estatisticamente não ocorreram diferenças entre os níveis de adubações utilizadas, com valores que possam promover problemas toxidez ao desenvolvimento das plantas, e afetar os atributos físicos através da dispersão dos colóides do solo.

Na Tabela 3, observa-se que nas culturas de tomate, café e batata, sob alto nível de adubação, a cultura do tomate foi a que apresentou os maiores valores de RAS, variando de 1,01 a 1,19 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, indicando que um possível efeito do manejo das adubações, e da cultura, estejam influenciando neste valor. Contudo, estes valores de RAS são inferiores aos observadas por [7], em solos Aluviais, que constataram valores em torno de 3.1 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$.

TABELA 3 - Relação de adsorção de sódio (RAS) em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, no extrato de saturação de material de solo coletado nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm, nas áreas cultivadas com tomate, café e batata, sob alto nível de adubação

Atributo	Profundidade cm	Cultura					
		--Tomate--		---Café--		--Batata--	
RAS	0 a 5	1,01	Aa	0,73	Ab	0,71	Bb
	5 a 10	1,19	Aa	0,84	Ab	0,72	Bab
	10 a 20	1,02	Aa	0,72	Ab	0,74	Ab
	CV	12,9					
	DMS _{0,05%}	0,19					

Médias seguidas por letras iguais na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Nas áreas cultivadas com batata, sob alto nível de adubação, verifica-se que não ocorreu diferença significativa entre os locais do estudo, ocorrendo, no entanto, efeito significativo sobre a profundidade analisada (Tabela 4). Verifica-se que os menores valores da RAS ocorreram na profundidade de 0 a 5 cm, nas áreas 7 e 8.

TABELA 4 - Relação de adsorção de sódio (RAS), em $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, no extrato de saturação de material de solo coletado nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm, nas áreas cultivadas com batata, sob alto nível de adubação, no Município de São Gotardo, Estado de Minas Gerais

Atributo	Profundidade cm	Áreas					
		---7---		---8---		---9---	
RAS	00 - 05	0,71	Ba	0,71	Aa	0,71	Ba
	05 - 10	0,71	Ba	0,72	Aa	0,72	Aa
	10 - 20	0,75	Aa	0,74	Aa	0,74	Aa
	CV	1,85					
	DMS _{0,05%}	0,02					

Médias seguidas por letras iguais na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Conclusão

De maneira geral, os valores de RAS obtidos estão próximos, favorecendo, desse modo, a

estabilidade dos agregados. Tal fato possibilita dizer que sistemas de manejo, que envolvem aração e gradagem e atuam fisicamente na quebra da agregação do solo não venham ser tão drásticos à estrutura do solo. Não ocorreu aumento na concentração de sódio, nos solos das áreas estudadas, indicando que este elemento não encontrou condições favoráveis para se acumular nos solos, mesmo com aplicação de doses elevadas de adubos químicos. Doses elevadas de fertilização podem ser utilizadas, desde que mantidas as características químicas e físicas do solo.

Referências

[1] BATISTA, M. J. de.; NOVAIS, F. de.; SANTOS, D. G. dos.; SUGUINO, H. H. Drenagem com instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solo. 2. Ed. rev. ampl. Brasília: CODEVASF, 2002. 216 p.

[2] RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. Tópicos de Ciências do Solo, Viçosa, v.3, p.165-208, 2003.

[3] CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. Boletim informativo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, n.12, p.11-33, 1987.

[4] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

[5] DE LA PENÁ, I. Salinidad de los Suelos Agrícolas. Sua origem – classicacion – Prevencion y Rehabilitacion. Boletín Técnico Nº 10 SARH. 1996.

[6] BARCELOS, J.C. Dinâmica de atributos físicos, químico e físico-químicos em latossolos cultivados com tomate, café e batata na região do cerrado sob diferentes níveis de adubação química. 2003, 111p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Uberlândia, Uberlândia.

[7] SILVA, F. R.; FERREYRA, H.; COELHO, M. A.; AQUINO, F. F. Efeito da relação de adsorção de sódio e da salinidade sobre o coeficiente de seletividade Na-Ca em solos aluviais de diferentes texturas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, p.9-13, 1991.