

ARTIGO TÉCNICO

DINÂMICA DOS NUTRIENTES EM ALGUMAS CLASSES DE SOLOS AFETADOS POR SAIS

Emanuel Dias Freitas¹, Claudivan Feitosa de Lacerda²

RESUMO: Devido às condições edafoclimáticas associado a práticas inadequadas de irrigação e o tipo de manejo do solo, o semiárido nordestino apresenta as maiores extensões de áreas agrícolas afetadas por sais no Brasil. O objetivo do presente estudo foi apresentar uma abordagem da dinâmica dos nutrientes em algumas classes de solos comum na região Nordeste e que são afetados por sais. Os trabalhos técnicos-científicos mostram que a retenção e movimentação de cátions e ânions essenciais para as plantas em solos com altas concentrações sofrem grande influência devido a presença de sódio e cloro. De maneira geral, a presença desses elementos na composição química do solo, promove maiores perdas de elementos tais como nitrogênio e potássio por lixiviação. Em adição, a textura e a porosidade dos horizontes subsuperficiais do solo influencia na velocidade que ocorre a lixiviação ou ascensão capilar dos íons.

PALAVRAS-CHAVE: salinidade. perda de nutrientes. trocas catiônicas

DYNAMICS OF NUTRIENTS IN SOME CLASSES OF SOILS AFFECTED BY SALTS

ABSTRACT: Due to the edaphoclimatic conditions associated with inadequate irrigation practice and the type of soil management, the Northeastern semiarid region presents the largest extensions of agricultural areas affected by salts in Brazil. The aim of this study was to present an approach to nutrient dynamics in some common soil classes in the Northeast and that are affected by salts. The technical-scientific work shows that the retention and movement of essential cations and anions for plants in soils with high concentrations are

¹ Estudante de doutorado, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará – UFC, CEP: 60451-970, Fortaleza, CE. Fone (85) 33669127. e-mail: emanueldiasfreitas@gmail.com

² Prof. Dr. Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE.

greatly influenced by the presence of sodium and chlorine. In general, the presence of these elements in the soil, promotes greater losses of elements such as nitrogen and potassium by leaching. In addition, the texture and porosity of the subsurface horizons of the soil influences the rate of leaching or capillary rise of the ions.

KEYWORDS: salinity. loss of nutrients. cation exchange

INTRODUÇÃO

Nas condições de aridez e semiaridez a prática da irrigação tem se tornado indispensável para que as culturas venham a atingir o desenvolvimento adequado e produtividades economicamente competitivas. Porém, devido às altas taxas de evaporação e transpiração, associadas ao emprego de água de baixa qualidade (alta concentração salina), essa prática pode levar ao processo de salinização, que tem sido um problema recorrente em áreas agrícolas em todas as partes do mundo (Ribeiro et al., 2016).

Além da prática inadequada da irrigação, a ausência ou drenagem deficiente e o uso excessivo de fertilizantes minerais podem desencadear o processo de salinização nas áreas agrícolas. Entretanto, algumas classes de solo podem apresentar grande propensão à salinização devido a características oriundas da sua própria gênese. Nesses solos, é relevante a compreensão da dinâmica dos elementos químicos dentro do perfil do solo.

A importância do estudo do transporte de solutos no solo reside no fato de que, a partir do conhecimento das propriedades e das interações de determinada substância química com o meio, e de sua movimentação e persistência no solo, é possível estabelecer as melhores práticas de manejo de solo-água-planta (Martinez et al., 2016).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi a apresentar uma breve abordagem da dinâmica dos nutrientes em algumas classes de solos comum na região do Nordeste brasileiro e que são afetados por sais.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

Em qualquer classe de solo, o fluxo de água e de nutrientes são governados pelas leis da termodinâmica (Amaro Filho et al., 2008). Entretanto, os fluxos verticais de água

(ascendentes e descendentes) têm um papel mais expressivo na movimentação de sais dentro do perfil de solo.

De acordo com Martinez et al. (2016), o deslocamento de fluidos miscíveis é um processo que ocorre quando um fluido mistura-se com outro fluido e o desloca. A lixiviação de sais no solo é um exemplo de deslocamento miscível. A água de irrigação ou de chuva mistura-se com a solução do solo e a desloca no perfil. Quando uma solução é deslocada no sentido vertical descendente no solo, a interface entre a solução deslocadora e a deslocada perde nitidez ou definição à medida que o tempo transcorre. Esse fenômeno é proveniente da mistura entre as duas soluções junto à interface. Esta mistura é decorrente da difusão de solutos de uma solução para dentro da outra e da diferença de velocidade da solução dentro de um mesmo poro e de poros de diferentes diâmetros.

A geometria irregular da matriz do solo é outro aspecto importante que torna o escoamento de natureza errática (Amaro Filho et al. 2008), e faz com que os solutos da solução deslocadora dispersem para dentro da deslocada, caracterizando uma dispersão. Portanto, o movimento dos solutos (como cálcio, magnésio, sódio e potássio dentre outros) resulta da diferença de concentração (difusão), da natureza errática do escoamento (dispersão) e da diferença de energia potencial da solução (fluxo de massa) (Amaro Filho et al. 2008; Martinez et al., 2016). Se elementos tais como o cálcio e o magnésio são os íons predominantes do complexo sortivo de um determinado solo (Luvisolo, por exemplo), eles também serão predominantes na solução do solo. Sob condições naturais, a proporção de cátions presentes no solo é fortemente influenciada pelo material de origem e pelo grau de atuação do clima, em especial a precipitação pluvial. Esse último, irá promover a perdas de cátions por lixiviação.

Alguns cátions se ligam mais fortemente aos coloides do solo que outros. Os cátions mais fracamente adsorvidos oscilam a uma distância maior da superfície do colóide e, portanto, são mais propensos a serem deslocados para a solução do solo e, posteriormente, serem lixiviados (Brady & Weill, 2013). Outro fator de capital importância na adsorção de um íon na superfície dos coloides é a presença de íons de tamanho e carga semelhante, porém, em maior quantidade na solução do solo. O potássio, por exemplo, pode ser substituído da superfície das argilas pelo sódio presente na solução do solo (Garcia et al. 2008; Lacerda et al. 2018). Mesmo que o sódio tenha uma força de retenção por adsorção inferior ao do potássio, se a concentração de Na^+ na solução do solo for superior ao de K^+ ou de qualquer outro cátion (como Ca e Mg), esses podem ser substituídos no sítio de ligação dos coloides. Então, o K^+

passaria a compor a fase líquida do solo. Essa substituição é comum em solos sódicos e salino-sódicos (Ribeiro et al., 2003; Oliveira, 2011).

Mesmo em solos sem problemas de salinidade, a prática da irrigação com água rica em sais (principalmente em NaCl), pode promover essa substituição catiônica, contribuindo assim, para a lixiviação de K, Ca e Mg (Treh & Thompson, 2007; Brady & Wheil, 2013). Esse fenômeno favorece a retenção de Na⁺. Assim como na troca catiônica, nas trocas aniônicas quantidades equivalentes de ânions monovalentes, tais como o nitrato (NO₃⁻) e cloro (Cl⁻), são trocados. Essas reações também podem ser revestidas, de forma que os nutrientes podem ser liberados e absorvidos pelo vegetal. Em adição, em solos com altas concentrações de sais, principalmente em cloretos (Ribeiro et al., 2016), ocorre a substituição do nitrato pelo cloro nos coloides, promove a perda exagerada de nitrogênio no sistema solo-água-plantas (Shabala & Cuin, 2008; Lacerda et al., 2018). Essa perda é devido a alta solubilidade do nitrato em água, facilitando assim, a lixiviação desse nutriente.

Lacerda et al. (2018), verificaram a correlação entre a aplicação de água de diferentes salinidades e a concentração iônica nas diferentes camadas de um Neossolo Flúvico cultivado com milho. Os autores verificaram o aumento do acúmulo de nutrientes (Ca, Mg, K e NO₃⁻) em maiores profundidades do solo à medida que aplicou-se água de maior salinidade nas plantas. No caso da aplicação de água com CE de 7,5 dS m⁻¹, 88% do NO₃⁻ aplicado encontrava-se abaixo de 20 cm de profundidade do solo. Já o acúmulo de potássio no solo foi 153% maior nos tratamentos que receberam água de 7,5 dS m⁻¹ quando comparados aos tratamentos irrigados com água de baixa salinidade (0,5 dS m⁻¹). Shabala & Cuin (2008) atribuem o baixo aproveitamento do potássio em plantas submetidas ao estresse salino, a similaridade físico-química entre o Na⁺ e o K⁺. Os autores explicam que o sódio, compete com o potássio dentro da planta pelos sítios de transporte iônico e em processos metabólicos. No solo, essa competição ocorre nos sítios de ligação dos coloides, em especial, nas argilas (Oliveira, 2011; Brady & Wheil, 2013). Esses resultados mostram o baixo aproveitamento dos nutrientes pelas plantas quando cultivado em ambiente salino.

Podemos apontar dois principais fatores que são importantes na dinâmica dos nutrientes na relação solo-água-plantas: i) O menor consumo de água pela planta sob estresse salino. Grande parte dos nutrientes necessários para o desenvolvimento dos vegetais é absorvido por fluxo de massa (Taiz et al., 2017). Ou seja, a captação dos nutrientes pela planta tem relação direta com a absorção de água pelo vegetal. Desta forma, um menor consumo de água pela planta causado por estresse (salino, por exemplo), resulta numa menor absorção de nutrientes (Shenker et al., 2003; Lacerda et al., 2016). ii) Mudança na dinâmica de nutrientes dos solos

afetados por sais. A presença de sais solúveis na solução do solo acaba por saturar a fase sólida do solo (e vice-versa) com íons mais comum na composição da solução salina, em especial o Na^+ e o Cl^- . Somado a isso, o aumento do pH em solos com altas concentrações de sódio trocável diminui a solubilidade e disponibilidade de micronutrientes (Treh & Thompson, 2007; Brady & Wheel, 2013).

Algumas classes de solo, em especial os Vertissolos, Planossolos e Luvisolos Planossólicos deve ser irrigado com água de classe C1 ($\text{CE}_a < 0,25 \text{ dS m}^{-1}$). Nesses solos, a presença de horizontes de baixa permeabilidade, dificulta a remoção dos sais pelo uso da fração de lixiviação (Oliveira, 2011). Deste modo, a aplicação de água mais salina pode trazer prejuízos a curto ou médio prazo. A permeabilidade (porosidade), é um fator crucial na movimentação dos elementos no solo (Amaro Filho et al. 2008; Martinez et al., 2016). Solos porosos e bem estruturados, como os Latossolos e Nitossolos, raramente apresentam algum problema de concentração de sais (Embrapa, 2018). Em oposição, solos com horizonte B nátrico (Planossolos Nátrico sálico) e Vertissolos Sállicos, apresentam sérios problemas de recuperação devido o lençol freático elevado em decorrência da baixa permeabilidade (Oliveira, 2011; Embrapa, 2018). Os Cambissolos Háplicos solódicos, os Cambissolos Háplicos Sódicos e os Neossolos Flúvicos Sállicos são exemplos de solos salinos situados em planícies aluviais. Porém, por apresentarem melhores condições de drenagem, são menos susceptíveis ao processo de salinização pela movimentação ascendente de sais no solo (ascensão capilar).

No processo de ascensão capilar, a textura do solo é uma propriedade determinante, sendo mais expressiva em solos argilosos do que em solos arenosos. Quanto mais grosseiro for o solo, maior será a velocidade da ascensão capilar e menor altura alcançada pela solução do solo. O inverso ocorre no solo argiloso (Oliveira, 2011; Martinez et al., 2016). Deste modo, solos que apresentam horizontes B textural ou similares (como os Argissolos, Luvisolos e Planossolos), podem ter uma contribuição maior do lençol freático para a translocação de sais presentes nos horizontes mais profundos do solo para horizontes mais próximo a superfície.

Ainda em relação a textura, a composição coloidal do solo pode influenciar a dinâmica dos nutrientes. Garcia et al. (2008) realizaram estudos em duas classes distintas de solo cultivados com feijoeiro e observaram que aplicação de água salina diminuiu a disponibilidade de fósforo apenas no Latossolo. No entanto, no Neossolo a disponibilidade do elemento não foi afetada. Os autores atribuíram o decréscimo da disponibilidade de P no Latossolo devido fixação desse elemento nos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio

presentes em solos em avançado estágio de intemperismo. Quando comparado ao nitrogênio e ao potássio, o fósforo é pouco móvel no solo. Se aplicado na superfície do solo em forma de fertilizante sólido, não se move mais que 3 cm no solo. Porém, em condições de fertirrigação, pesquisas tem registrado movimento de até 0,20 m, tanto no sentido horizontal quanto no sentido vertical no solo, a partir de um gotejador, num solo de textura franco-arenoso (Embrapa, 2011).

No Nordeste do Brasil, de maneira generalizada, os solos são pouco intemperizados. Desta forma, a fixação do fósforo é pouco expressiva quando comparadas aos solos, por exemplo, da região do Cerrado. Em adição, as perdas de fósforo por lixiviação, costumam ser irrelevante, independente da classe de solo e do grau de intemperismo. Infere-se que o baixo aproveitamento de P no ambiente salino, deve-se a menor eficiência das plantas na captação desse elemento provocado pelo estresse. Entretanto, observamos grandes perdas de nitrogênio e potássio em solos afetados por sais promovido tanto pela menor absorção desses elementos pelo vegetal, quanto pela interferência dos íons Na^+ e Cl^- nos sítios de adsorção dos coloides do solo. Por fim, salientamos que pesquisas nessa temática ainda são escassas e necessárias, principalmente na região do Nordeste brasileira.

CONCLUSÕES

A dinâmica de nutrientes nos solos afetados por sais é governada pela presença de alta concentrações de sais solúveis e pelas características mineralógicas e físicas do solo. Esta última, imprime a maior ou menor velocidade de concentração ou lixiviação dos elementos químicos no solo. As perdas desses elementos podem ser mais expressivas devido a menor absorção desses elementos provocado pelo o estresse salino sofrido pelo vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaro Filho, J.; Assis Junior, R. N.; Mota, J. C. A. **Física do solo: conceitos e aplicações**. Fortaleza: impresa universitária, 2008. 290p.
- Brady, N. C.; Weil, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília, 2018. 356p.

Embrapa. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, 2011. 771p.

Garcia, G.O.; Martins Filho, S.; Reis, E.F.; Moraes, W.B.; Nazário, A.A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, n.1, p.7-18, 2008.

Lacerda, C. F. De; Ferreira, J. F. S.; Liu, X.; Suarez, D. L. Evapotranspiration as a criterion to estimate nitrogen requirement of maize under salt stress. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.202, p.192-202, 2016.

Lacerda, C. F. De; Ferreira, J. F. S.; Suarez, D. L.; Freitas, E. D.; Liu, X. Evidence of nitrogen and potassium losses in soil columns cultivated with maize under salt stress. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.8, p.553-557, 2018.

Martinez, M. A.; Silva, J. B. G.; Pereira, D. R. **Modelagem do movimento de sais no solo**. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. Da S.; Lacerda, C. F. De; Gomes Filho, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados. 2.ed. Fortaleza: INCT Sal, 2016. Cap.8, p.95-112.

Oliveira, J.B. O. **Pedologia aplicada**. 4^a ed. Piracicaba, FEALQ, 2011, 592 p. il.

Ribeiro, M. R.; Freire, F. J.; Montenegro, A. A. **Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável**. In: Curi, N.; Marques, J. J.; Guilhermes, L. R. G. G.; Lima, J. M.; Lopes A. S.; Alvarez, V. H. (ed.) Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3, p.165-208.

Ribeiro, M. R.; Ribeiro Filho, M. R.; Jacomine, P. K. T. **Origem e classificação dos solos afetados por sais**. . In: Gheyi, H. R.; Dias, N. Da S.; Lacerda, C. F. De; Gomes Filho, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados. 2.ed. Fortaleza: INCT Sal, 2016. Cap.2, p.9-16.

Shabala S.; Cuin T. A. Potassium transport and plant salt tolerance. **Physiologia. Plantarum**, v.133, p.651-669, 2008.

Shenker, M.; Ben-Gal, A.; Shani, U. Sweet maize response to combined nitrogen and salinity environmental stresses. **Plant Soil**, v.256, p.139-147, 2003.

Emanuel Dias Freitas et al.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

Troeh, F. R.; Thompson, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. 6.ed. São Paulo: Andrei, 2007. 718p. il.