

# ESTUDO DO PROCESSO DE ELUIÇÃO EM AMOSTRAS DE SOLOS INDEFORMADAS ATRAVÉS DA TEORIA DA CROMATOGRAFIA

ANDRADE, LAZARO N. V.<sup>1</sup> & CRUCIANI, DÉCIO. E.<sup>2</sup>

**RESUMO:** O processo de eluição em solos com elevados teores de sais é um fator a ser considerado na pesquisa científica, devido aos custos com a recuperação de solos afetados por quantidades excessivas de sais. A incorporação de corretivos não é a única prática a ser adotada e o controle das quantidades eluídas a nível de campo é impossível. Este trabalho procurou estabelecer os teores de sais eluídos de amostras indeformadas coletadas em campo utilizando-se a teoria da cromatografia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Salinidade, Cromatografia e Eluição

**ABSTRACT:** The elution process in soils with high salt concentration is a factor to be considered in the scientific research, because of cost with the reclamation of the soil affected high salts quantities. The amendments don't be the unique practices to be adopted and the control of the quantities in laboreo is impossible. This work would seek to establish the amount of the elution salt in the core sample collected in the field using the theory of chromatography.

**KEYWORDS:** Salinity, Chromatography and Elution

**INTRODUÇÃO:** Cromatografia é o nome dado ao processo de separação pela adsorção contínua fracionada. O procedimento normal a ser aplicado é o de permitir a separação de solutos do início ao fim de uma coluna, completamente cheia de um determinado adsorvente, a qual, sofre um processo de percolação de uma solução. Esta solução pode sofrer aceleração ou retardamento pela aplicação de uma sucção ou pressão. No final da primeira metade deste século, foi estabelecida uma discussão acadêmica sobre a natureza da Teoria da Cromatografia, isto pode ser visto nos trabalhos de Wilson (1940), Martin & Synge (1941), de Vault (1943) e Glückauf (1946). Molen (1956) estudou o processo de dessalinização de solos salinos da Holanda em sistemas colunares. Utilizando-se a base matemática deste estudo, foram determinadas as quantidades de sulfato de cálcio, bicarbonato de sódio, acetato de sódio e água destilada necessários para quantificar uma elevação ou redução dos teores de sais, aplicados sob a forma de soluções eluentes, em condições de laboratório. Desta forma, foram construídas duas curvas, uma curva concernente a dados obtidos de condutividade elétrica do percolado, e a outra concernente à simulação do processo de eluição, por tentativas, aplicando-se os coeficientes que permitissem a descrição física do fenômeno de adsorção seletiva daqueles elementos.

---

<sup>1</sup>Prof. Assistente da Universidade do Estado da Bahia. Alameda Andrade, nº 97, Edf. Serra do Garcia, Apto. 101-A, Salvador-Ba, CEP.:40100-060. E-mail:lnvandra@e-net.com.br.

<sup>2</sup>Prof. Titular da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. Deptº de Engenharia Rural, Av. Pádua Dias, nº 11 - Cx. Postal, 9 - PABX (019) 429-4100 - FAX (019) 4225925 - CEP 13418-900, Piracicaba - SP.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Assim, foram utilizadas colunas tipo Umland, 7cm de diâmetro por 7cm de altura, de amostras indeformadas de um solo Bruno-Não-Cálcico salino planossólico textura argilosa/siltosa, onde foi determinada a condutividade hidráulica do solo saturado, à Porcentagem de Sódio Trocável (PST), os teores de cálcio, magnésio e sódio e a condutividade elétrica do percolado a aplicação de diferentes soluções percolantes, para o horizonte A3. Os descrição detalhada de cada tratamento pode ser encontrada no trabalho de Andrade (1994). O solo é salino-sódico, com condutividade elétrica do extrato de saturação de 111,6 mmhos/cm, alta saturação de bases com V variando de 100 a 98%. Os teores de cálcio e de magnésio com 17,6 e 16,2 meq/100g, respectivamente. A percentagem de sódio trocável é significativa no horizonte A3 e apresentam alto grau de compactação. A água percolada através da coluna de solo foi coletada em provetas graduadas. Nessas condições a condutividade hidráulica do solo saturado foi determinada utilizando-se a equação de Darcy e a curva de eluição da amostra foi estabelecida à partir dos dados obtidos de condutividade elétrica da água percolada (CEdw) dos cilindros no tempo de teste. Assim, curvas características de cada amostra foram plotadas de acordo com as equações a seguir

$$\left(\frac{\delta f}{\delta v}\right)_x + \left(\frac{\delta c}{\delta x}\right)_v - k \cdot \left(\frac{\delta^2 c}{\delta x^2}\right)_v = 0 \quad (1).$$

$$c = \frac{C_0}{2} \cdot \left[ \operatorname{erfc} \frac{D-1}{\sqrt{2D}} \cdot \sqrt{N} - \operatorname{EXP}^{2N} \cdot \operatorname{erfc} \frac{D+1}{\sqrt{2D}} \cdot \sqrt{N} \right] \quad (2).$$

$$\operatorname{erfc}(n) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^n \operatorname{EXP}(-\mu^2) d\mu \quad (3).$$

$$f(c) = \alpha \cdot c = \frac{A \cdot c}{100} \quad (4).$$

$$V_m = \alpha \cdot X = \alpha \cdot \rho \cdot d \quad (5).$$

$$D = \frac{v}{V_m} \quad (6).$$

Um programa em linguagem Pascal foi criado à partir da teoria do deslocamento das soluções proposta por Glueckauf, com as equações 2, 3, 4, 5 e 6, onde a seguinte notação é usada:  $v$  é o volume de água que passa através do solo (ml/cm<sup>2</sup>);  $X = \rho \cdot d$  é peso de solo por unidade de área (g de matéria seca/cm<sup>2</sup>);  $d$  é a distância da superfície do solo (cm);  $\rho$  é a densidade aparente do solo (g/cm<sup>3</sup>);  $C$  é a concentração de ion cloreto na umidade do solo (mg/ml);  $C_0$  é a concentração inicial de ion cloreto na umidade do solo suposta uniformemente distribuída em todo o perfil (mg/ml);  $f^*(c)$  é a quantidade de ions adsorvidos pelo solo em equilíbrio com a solução de concentração  $c$  (mg/g de matéria sêca) onde para o ion cloreto, que não é adsorvido pelo solo,  $f^*(c)$  é obviamente igual a zero;  $f(c) = f^*(c) + c$  é a quantidade total de ions presente no solo (mg/g de matéria sêca);  $\alpha$  é o espaço poroso preenchido com líquido (ml/g de matéria sêca);  $2k' = 2 \rho k$  é o pêso da lâmina teórica por unidade de área (g de matéria sêca/cm<sup>2</sup>);  $2k$  é a altura da lâmina teórica (cm);  $N = x/2k' = d/2k$  é o número de lâminas teóricas acima da profundidade  $x$  ou  $d$  respectivamente e  $A = 100 \cdot \alpha$  é o conteúdo de umidade do solo (ml/100 g de matéria sêca). Os parâmetros de saída do programa pode ser a relação concentração inicial  $C_0$  e a concentração interna  $C$  após a passagem da solução percolante dada pela razão  $C/C_0$ .

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 mostra exemplos de curvas de eluição deste solo para três tratamentos diferentes. Os resultados aproximados pelo modelo permitiram concluir que para as amostras de solo com condutividade hidráulica média-baixa percoladas com água destilada aplicada por um período de 24 horas, o decaimento da relação C/Co foi de 1 para 0,1 em 21 horas com um volume relativo aplicado de 2848m<sup>3</sup>/ha para redução da PST de 42 para 1%. Para amostras com condutividade hidráulica média-baixa, onde foram aplicadas concentrações elevadas de bicarbonato de sódio e houve ruptura da estrutura da amostra, e posteriormente foram percoladas com solução de sulfato de cálcio por um período de 24 horas, foram necessários um volume relativo 1058m<sup>3</sup>/ha para o valor de C/Co cair de 1 para 0,5 com redução da PST de 30 para 19%. Amostras eluidas com acetato de sódio não tiveram rompimento de estrutura, mesmo com a aplicação de elevados teores de sódio, apresentaram condutividades hidráulicas elevadas e decaimento de C/Co de 1 para 0,2 em 2 horas para um volume relativo de 8835m<sup>3</sup>/ha com redução da PST de 37% para 1%.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L.N.V. de. Condutividade Hidráulica no Processo de Eluição de um Solo Bruno-Não-Cálcico. Piracicaba, 1994. 161p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- DE VAULT, D. The theory of chromatography. **J. Am. Chem. Soc.** **65**: 532 - 540, 1943.
- GLUECKAUF, E. Theory of chromatography: P VI. **J. Chem. Soc.** 3280-3285, 1949.
- MARTIN, A.J.P., & SYNGE, R.L.M. A new form of chromatogram employing two liquid phases. **Biochem. J.** **35**: 1358 - 1368, 1941.
- MOLEN, W.H. van der Dessalinization of saline soils as a column process. **Soil Science**, Baltimore, **81** : 19 - 27, 1956.
- SANTANA, I.A.; SANTOS, A.B.; CRUZ, E.A. **Levantamento pedológico detalhado e potencialidades para irrigação dos solos do Campo Experimental do Salitre.** Juazeiro, Faculdade de Agronomia do Médio São Francisco, 1984. 143p.
- WILSON, J.N. A theory of chromatography. **J. Am. Chem. Soc.** **62** : 1583 - 1591, 1941.

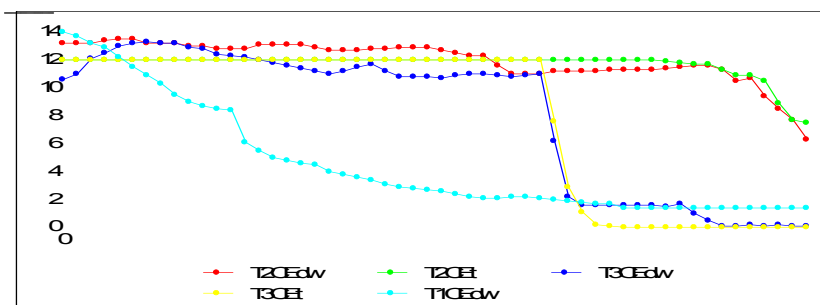


Figura 1 - Quadro comparativo para três tratamentos distintos. Tratamento 1 (T1), aplicação de água destilada em 24 hs + sulfato de cálcio a 2g/l em 24hs + água destilada em 24hs; tratamento 2 (T2), bicarbonato de sódio a 18g/l em 24 hs + sulfato de cálcio a 2g/l em 24 hs, e o tratamento 3 (T3), acetato de sódio 30g/l em 13 hs + sulfato de cálcio a 2g/l em 24 hs + água destilada em 24 hs. CE<sub>dw</sub> = condutividade elétrica do percolado e CE<sub>t</sub> = condutividade elétrica do procedimento matemático.