

CORREÇÃO DA SODICIDADE DE DOIS SOLOS IRRIGADOS EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA

Egeiza Moreira Leite¹; Lourival Ferreira Cavalcante¹; Adriana Araujo Diniz¹; Rivaldo Vital dos Santos²; Gibran da Silva Alves³; Italo Herbert Lucena Cavalcante⁴

¹*Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, egeizamoreira@yahoo.com*

²*Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB*

³*Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB*

⁴*Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP*

1 RESUMO

Uma das limitações das áreas irrigadas, nas regiões áridas e semi-áridas, ao sistema produtivo é a degradação química e física dos solos pela salinidade e sodicidade. Com o objetivo de avaliar o efeito do gesso sobre a condutividade elétrica, pH, percentagem de sódio trocável, teores de cálcio, magnésio, sódio do extrato de saturação e de sódio trocável de dois solos salino-sódicos: um do Perímetro Irrigado Engenheiro Arco Verde no município de Condado-PB e o outro do Perímetro Irrigado de São Gonçalo em Sousa-PB, conduziu-se um experimento em abrigo protegido do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA/UFPB, Areia, PB. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 referente a dois solos e cinco doses de gesso equivalentes a 0; 3,2; 6,3; 9,4 e 12,5 g kg⁻¹ de cada solo. Pelos resultados a incorporação do gesso exerceu efeito positivo sobre a redução da salinidade e da sodicidade dos solos. Os valores da condutividade elétrica, percentagem de sódio trocável, pH e os teores de sódio solúvel e trocável em relação aos que os solos possuíam antes da aplicação dos tratamentos, foram sensivelmente reduzidos e os de cálcio e magnésio incrementados com a incorporação do gesso em ambos os solos.

UNITERMOS: salinidade, sódio trocável, recuperação de solo.

LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. SODICITY CORRECTION OF TWO IRRIGATED SOILS IN RESPONSE TO APPLICATION OF AGRICULTURAL GYPSUM

2 ABSTRACT

The chemical and physical degradation of the soils by salinity and sodicity problems constitutes a serious obstacle in productive irrigated areas in arid and semi-arid regions. An experiment was carried out in green house at the Soil and Rural Engineering Department in the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brazil, in order to evaluate the effect of gypsum on electrical conductivity, pH, exchangeable sodium percentage, sodium, calcium and magnesium content in saturation extract and exchangeable sodium of two saline-sodic soils: one from irrigated Perimeter Engenheiro Arco Verde in the municipality of Condado and another from irrigated Perimeter of São Gonçalo, in the municipality of Sousa, both in Paraíba State, Brazil. The experiment factorial design 2 x 5

referred to two soils and five gypsum levels equivalent to 0; 3.2; 6.3; 9.4 and 12.5 g kg⁻¹ for each soil. The gypsum application had positive effects on salinity and sodicity reduction. The valued for electrical conductivity, exchangeable sodium percentage, pH and contents of soluble and exchangeable sodium in relation to soil data before the application of gypsum treatments in both soils decreased.

KEYWORDS: salinity, exchangeable sodium, soil reclamation

3 INTRODUÇÃO

A salinização e sodificação dos solos, na maioria dos casos, são resultados da natureza mineralógica dos solos e do manejo, nem sempre eficiente, da irrigação. O uso inadequado da agricultura irrigada pode proporcionar, ao longo do tempo, a expansão de áreas com restrições agrícolas como tem se registrado no mundo inteiro, inclusive no Nordeste do Brasil (Oliveira Júnior et al., 1998; VitaL et al., 2005). Nos perímetros irrigados é freqüente o surgimento dos problemas de sais aos solos, em decorrência do manejo, às vezes, pouco eficaz do solo e da água, associado à drenagem deficiente, em consequência da baixa permeabilidade dos solos, devido também às condições topográficas desfavoráveis e a constante exploração agrícola das terras.

Os problemas decorridos após sucessivos anos de irrigação refletem-se na perda da fertilidade, restrição ao movimento livre de ar, água, ao enraizamento das plantas e produtividade das culturas o que resulta em graves transtornos de natureza sócio-econômica e ambiental (Szabolcs, 1986; Tertuliano et al., 1999; Leite, et al. 2001; Leite, 2002; Cavalcante et al., 2002). Do total da área explorada com irrigação no Brasil o percentual de áreas atingidas pela salinidade varia de 3 a 29,4% da superfície agrícola útil e, em nível de Nordeste, equivale a percentagem média de 7,8%, isto é, da ordem de 2.000 ha (Leite, 2005). Especificamente no Projeto de Irrigação de São Gonçalo, no estado da Paraíba, 24% de sua área encontra-se afetada sem considerar as áreas que foram abandonadas por conta de excessos de sais e/ou sódio trocável (Gomes et al., 2000).

Os solos salino-sódicos e sódicos, por serem ricos em sódio trocável, não devem ser recuperados apenas com a lavagem. Nesses solos há necessidade da aplicação de um corretivo químico, a base de cálcio ou não, mas que através das reações produza cálcio, com a finalidade de substituir o sódio do complexo de troca e transferi-lo para a solução do solo. Ao ser transferido para a solução do solo encontra-se na forma solúvel, quando então efetua-se a lavagem para a lixiviação por meio da percolação e drenagem. Nesse sentido, a recuperação dos solos sódicos e salino-sódicos tem como finalidade transformá-los em solos salinos e em seguida, em solos normais ou não salinos, isto é, que não ofereçam riscos de sais ao ponto de prejudicarem severamente a germinação das sementes, o crescimento e a produção das plantas cultivadas (Santos, 2002).

O uso de corretivos químicos neutros, como o gesso, tem sido utilizado para redução dos problemas dos solos comprometidos por sódio associado às práticas físicas e de natureza biológicas como a utilização de plantas tolerantes aos efeitos dos sais. Essas práticas apesar de economicamente onerosas, podem se justificar pelo elevado valor social de reduzir ou evitar o êxodo dessas áreas pelos produtores (Holanda et al., 1998; Cavalcante et al., 2002). A eficiência do gesso como corretivo é dependente de vários fatores como a dissolução no solo, a granulometria das partículas do gesso, a textura do solo e o método de aplicação que pode

ser incorporado, aplicado na superfície ou dependendo do método, diretamente na água de irrigação (Richards, 1954; Barros et al., 2004).

Nessas áreas os solos comprometidos pela salinidade e principalmente pela sodicidade possuem alto pH, excesso de sais solúveis e de sódio trocável. Do ponto de vista físico-hídrico, esses solos são de limitada capacidade de infiltração e de drenagem, alta microporosidade e elevada retenção de água. Essas inconveniências exigem a adoção de técnicas de manejo diferentes daquelas empregadas para os solos não comprometidos por sais (Leite, 2005).

O trabalho teve como objetivo estudar o efeito do gesso na redução dos riscos de salinidade e de alcalinidade de dois solos irrigados do semi-árido paraibano degradados por sais solúveis e por sódio trocável.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em abrigo protegido do Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, localizado na Microrregião do Brejo Paraibano e situado pelos pontos de coordenadas geográficas: latitude 6°58' S, longitude 35°41' W do Meridiano de Greenwich, a uma altitude de 575 m.

Materiais de dois solos pedologicamente classificados como Luvisolos Crômicos (EMBRAPA, 1999) e quanto aos efeitos dos sais como salino-sódicos (Richards, 1954), foram coletados na profundidade de 0-30 cm nas áreas do Setor 8 do Perímetro Irrigado Engenheiro Arco Verde no município de Condado -PB e do Setor 4 do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, no município de Sousa-PB. Após seco ao ar e destorroado, cada material foi passado em peneira com malha de 2 mm, homogeneizado, para utilização nas unidades experimentais.

Tabela 1. Valores da caracterização física dos solos antes da aplicação do gesso.

Atributos físicos*	Solo	
	Condado	São Gonçalo
Areia (g kg ⁻¹)	545	626
Silte (g kg ⁻¹)	347	224
Argila (g kg ⁻¹)	108	150
Ada (g kg ⁻¹)	90	129
Ds (kg dm ⁻³)	1,45	1,42
Dp (kg dm ⁻³)	2,65	2,67
Pt (m ³ m ⁻³)	0,45	0,47
Uv a-0,033 MPa (m ³ m ⁻³)	0,31	0,34
Uv a-1,500 MPa (m ³ m ⁻³)	0,11	0,12
mP (m ³ m ⁻³)	0,31	0,34
MP (m ³ m ⁻³)	0,14	0,13

*Ada = argila dispersa em água; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partícula; Pt = porosidade total; Uv = umidade volumétrica; mP = microporosidade; MP = macroporosidade.

A caracterização física (Tabela 1) constou das determinações da densidade do solo, com estrutura deformada, pelo método do cilindro, da densidade de partículas pelo método do balão volumétrico com água fervente (Blake, 1965). As frações granulométricas areia, silte e argila foram obtidas pelo método do hidrômetro de Bouyoucos, a porosidade total pela

expressão $P_t = (1 - D_s/D_p)$ e a umidade às tensões de -0,033 MPa e -1,5 MPa em câmara de pressão com placas de porcelana porosa (Richards, 1954). A microporosidade (mP) correspondeu a umidade volumétrica à tensão de -0,033 MPa e a macroporosidade (MP) a diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

A caracterização química referente a cada tipo de solo (Tabela 2) foi feita adotando-se os procedimentos metodológicos contidos em Richards (1954) e Embrapa (1997). Inicialmente foram preparadas pastas de saturação e no extrato foram determinados o pH, condutividade elétrica (CEes), teores solúveis de cálcio, magnésio e sódio. Em seguida foram estimadas a relação de adsorção de sódio (RAS) e a percentagem de sódio trocável (PST) para a caracterização dos solos quanto aos problemas de sais pelas expressões de Richards (1954):

a) $RAS = Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{0.5}$; em que: Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ teores solúveis ($mmol_c L^{-1}$)

b) $PST = 100(0,01475 RAS - 0,0126) / [1 + (0,01475 RAS - 0,0126)]$

Ambos os solos, antes de iniciar os tratamentos, continham $10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de sódio trocável. Esse valor corresponde a diferença entre o teor total determinado em extrato aquoso, efetuando leituras em fotômetro de chama munido de filtro de comprimento de onda de 589 nm e o teor solúvel obtido no extrato de saturação. Esse valor foi utilizado para o cálculo das doses de gesso a serem incorporadas aos solos.

Tabela 2. Resultados obtidos do extrato de saturação dos solos para fins de salinidade, antes da aplicação do gesso.

Atributos químicos	Solo	
	Condado	São Gonçalo
pH	9,2	8,1
CEes ($dS \text{ m}^{-1}$)	8,35	17,10
Na^+ ($mmol_c L^{-1}$)	77,82	133,12
Ca^{2+} ($mmol_c L^{-1}$)	2,25	3,50
Mg^{2+} ($mmol_c L^{-1}$)	1,00	2,50
PST (%)	47,03	52,85
Classificação:	Salino-sódico	Salino-sódico

CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = percentagem de sódio trocável.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado adotando o esquema fatorial 2×5 referente a dois tipos de solos, nas doses 0, 25, 50, 75 e 100% da necessidade de gesso, equivalentes aos valores de gesso 0, 3,2, 6,3, 9,4 e 12,5 $g \text{ kg}^{-1}$ de cada solo.

O cálculo da necessidade de gesso foi feito com base no teor de sódio trocável de cada solo pela expressão: $NG = 0,86Na^+_x/0,68$, em que: NG = necessidade de gesso ($g \text{ kg}^{-1}$ de solo); Na^+_x = conteúdo de sódio trocável ($cmol_c \text{ dm}^{-3}$); 0,68 = pureza do corretivo químico (Cavalcante, 1986).

O gesso utilizado contém 25-28% de CaO, 14-17% de S (Paolinelli et al., 1986). As frações granulométricas foram: partículas com diâmetro $< 2 \text{ mm}$ (100%); partículas com diâmetro $< 0,84 \text{ mm}$ (70%) e partículas com diâmetro $< 0,30 \text{ mm}$ (50%), 68% de pureza e 21% de umidade.

As dosagens de gesso foram incorporadas em 2,2 kg de cada solo e as misturas acondicionadas em recipientes plásticos. Cada unidade experimental foi irrigada, durante os primeiros 30 dias, a cada 4 dias, com 100 mL de água não salina. Lavagens para lixiviação dos sais foram efetuadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação do gesso, com volume d'água não salina equivalente a duas vezes a porosidade total de cada solo.

Aos 155 dias, após a aplicação dos tratamentos, na profundidade de 0-10 cm foi retirada de cada vaso, uma amostra de material de solo, preparada a pasta de saturação e determinada a condutividade elétrica, pH, teores de cálcio, magnésio, sódio do extrato de saturação, para estimativa da percentagem de sódio trocável (PST), segundo Richards (1954) e Embrapa (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, para diagnósticos de efeitos significativos entre solos, corretivo e de suas interações. Quantitativamente as médias foram avaliadas com base em regressão polinomial (Ferreira, 1996).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exceto sobre os teores solúveis de magnésio (Tabela 3), a interação solo x doses de gesso promoveu efeito significativo ($p < 0,01$) sobre os valores da condutividade elétrica, percentagem de sódio trocável, pH, conteúdos de cálcio, sódio solúvel do extrato de saturação e de sódio trocável de ambos os solos.

Tabela 3. Quadrado médio e níveis de significância referentes a condutividade elétrica (CEes), percentagem de sódio trocável (PST), pH e os teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio solúvel (Na^+) do extrato de saturação e de sódio trocável (Na^+x) em função do gesso aplicado em ambos os solos.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		CEes	PST	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Na^+x
Solos (S)	1	4,88**	7,91 ^{ns}	0,16*	215,57**	0,02 ^{ns}	52,11**	20,16**
Doses de gesso (D)	4	5,45**	699,59**	1,14**	1039,46**	7,95**	257,34**	97,11**
S x D	4	0,69**	40,04**	0,46**	68,58**	0,29 ^{ns}	14,31**	1,70**
Resíduo	30	0,06	2,48	0,03	4,42	0,11	2,60	0,13
Total	39	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	8,81	13,39	2,05	16,30	22,27	11,48	7,71

CV (%) = coeficiente de variação; * e ** = respectivamente significativo ao nível de probabilidade de erro de 5 e 1%.

A elevação da condutividade elétrica com o aumento das doses de gesso (Figura 1A) não significa que o corretivo químico elevou o caráter salino dos solos, em relação aos valores que possuíam antes da aplicação dos tratamentos. O gesso, apesar da sua baixa solubilidade (2gL^{-1}), é um composto químico que com o tempo no solo úmido também se dissolve. Nesse sentido, pelo menos dois aspectos devem ser considerados: a) com a solubilização do gesso o teor de cálcio solúvel aos poucos vai aumentando na solução; b) além de participar como constituinte do complexo o cálcio reage com o sódio dos pontos de troca e o desloca da forma trocável para a forma solúvel na solução do solo. Essas situações, em geral, contribuem para o aumento da condutividade elétrica com o aumento das doses do corretivo químico fornecido. Entretanto, com a lavagem os teores solúveis de sais e de sódio são parcialmente lixiviados dos solos e os riscos da salinidade são expressivamente reduzidos.

Pelos dados da percentagem de sódio trocável (Figura 1B) observa-se que, com o aumento das doses, o gesso exerceu maior redução da sodicidade (PST) no solo de São Gonçalo (2) que no solo de Condado (1). Possivelmente o maior declínio seja resposta da maior percentagem da fração areia do solo de São Gonçalo, resultando em maior

macroporosidade (Tabela 1), maior eficiência das reações de troca entre o sódio do solo e o cálcio do corretivo químico e, em consequência, na maior lixiviação de sais com as lavagens aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação do gesso. Quanto ao pH o gesso, a partir da dose 3,2 g kg⁻¹ provocou maior redução no solo de Condado (1) em relação ao de São Gonçalo (2). Apesar do solo de Condado (1) possuir inicialmente maior pH (9,2) e maior conteúdo de bicarbonato 5,68 mmol_c L⁻¹, comparado ao de São Gonçalo (2) que possuía pH de 8,1 e bicarbonato de 2,60 mmol_c L⁻¹, é possível que as maiores diminuições de pH do solo de Condado (Figura 1C) sejam devidas a uma maior lixiviação dos bicarbonatos de sódio e de cálcio por ocasião das lavagens realizadas.

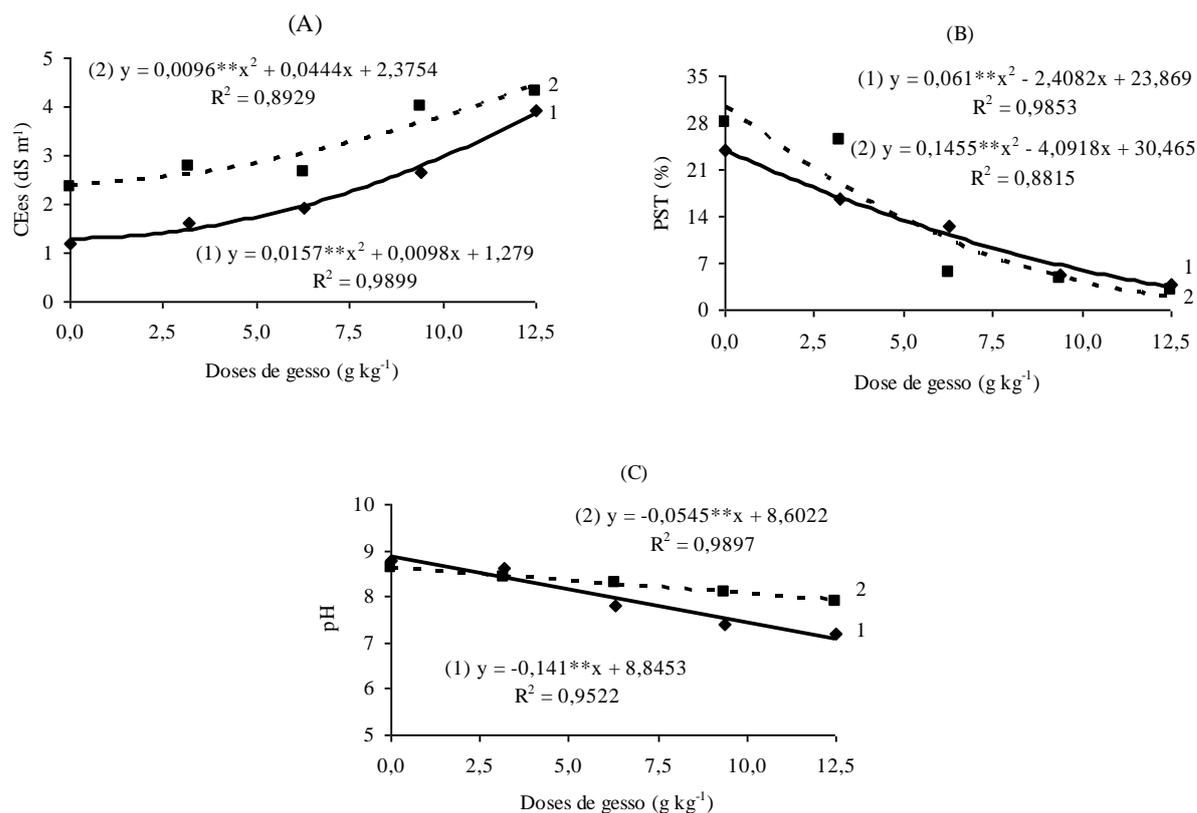


Figura 1. Valores da condutividade elétrica-CEes (A), percentagem de sódio trocável-PST (B) e de pH (C) de dois solos salino-sódicos: Condado (1) e São Gonçalo (2), em função das doses de gesso aplicadas.

Comparativamente, em relação aos valores que os solos continham antes da aplicação do gesso, no solo de Condado (1) a CEes, a PST e o pH foram reduzidos de 8,35 dS m⁻¹, 47,03% e 9,2 para < 2 dS m⁻¹, < 5% e < 7,5 e do solo de São Gonçalo (2), de 17,10 dS m⁻¹, 52,85%, e 8,1 para < 4,5 dS m⁻¹, < 5% e < 8,5 respectivamente.

A adição do gesso e subsequente lavagem, independente da dose, elevou significativamente os conteúdos de cálcio (Figura 2A), de magnésio (Figura 2B) e reduziu os teores de sódio solúvel (Figura 2C) e os de sódio trocável (Figura 2D) comparados aos valores que os solos continham antes da aplicação do corretivo químico. Essa situação justifica o aumento da condutividade elétrica (Figura 1A) e a diminuição da percentagem de sódio trocável (Figura 1B) evidenciando ação positiva do gesso na melhoria da salinidade e da

sodicidade dos solos. Com referência ao magnésio os aumentos podem ser respostas da ação do gesso na solubilização de sais do solo ricos no elemento que possam aumentar os teores da mistura salina no extrato de saturação, como observado também por Cavalcante et al. (1990) em um solo salino-sódico sob correção com gesso.

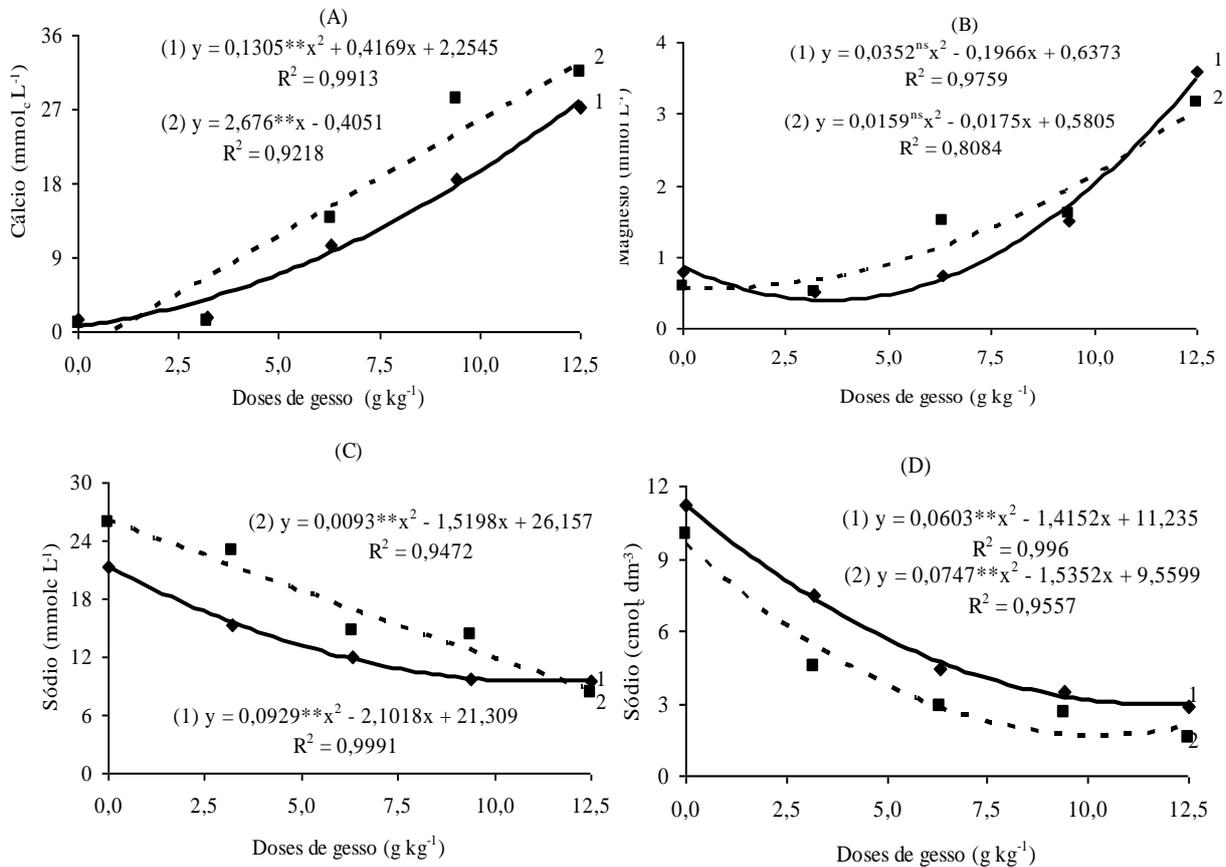


Figura 2. Valores de cálcio (A), magnésio (B), sódio solúvel (C) do extrato de saturação e de sódio trocável (D) de dois solos salino-sódicos: Condado (1) e São Gonçalo (2), em função das doses de gesso aplicadas.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido conclui-se que:

O gesso promoveu redução da salinidade avaliada pela diminuição da condutividade elétrica e da sodicidade pelo decréscimo da percentagem de sódio trocável e pH do extrato de saturação, em relação aos valores iniciais, de ambos solos, antes da aplicação dos tratamentos.

Ao final do experimento, os teores de sódio solúvel do extrato de saturação e trocável dos pontos de troca foram reduzidos e os teores solúveis de cálcio e magnésio foram expressivamente incrementados em relação aos valores antes de iniciar o estudo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, M. DE F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V. H.; RUIZ, H. A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 59-64. 2004.
- BLAKE, G. R. Particle density. In: ___BLAKE, C. A. (Ed). **Soil analysis**. New York: Academic Press, 1965. p. 374-390.
- CAVALCANTE, L. F. Solos afetados por sais e seu manejo. In: DANTAS, J. P. (Coord.). **Curso de Atualização em Fertilidade do Solo**. Areia: SBCS, p.21-42, 1986.
- CAVALCANTE, L. F.; MAIA, A. P. de A.; FREIRE, M. F. da S.; LACERDA, D. A. de. Influência do gesso agrícola na dinâmica da água e lixiviação de sais de um solo irrigado. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Solos**, Areia, v.12, p. 6 - 22, 1990.
- CAVALCANTE, L. F.; LIMA, R. L. S.; SANTIAGO, R. B.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAUJO, F. A. R. Melhoria química e física de um solo salino sódico tratado com matéria orgânica e cultivado com leguminosas forrageiras. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, n. 6, n. 1, p. 27 - 35, 2002.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Análises químicas**. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. pte 2, p.81-181.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2. ed. Maceió: EDUFAL, 1996. 606p.
- GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, E. F. de. F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.355-361, 2000.
- HOLANDA, J.S.; VITTI, G. C.; SALVIANO, A. A. C.; MEDEIROS, J. D. F.; AMORINS, J. R. A. Alterações nas propriedades químicas de um solo aluvial salino-sódico decorrentes da subsolagem e do uso de condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 387-394. 1998.
- LEITE, E. M. **Crescimento inicial de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com corretivos**. 2002. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos, 2002.
- LEITE, E. M. **Utilização de corretivos químicos em solos degradados por sódio usando milho (*Pennisetum americanum* L.) como planta teste**. 2005. 62f. Dissertação (Mestrado

em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

LEITE, E. M.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ARAÚJO, J. L. Efeito de corretivos no crescimento de gramíneas e leguminosas cultivadas em solo salino-sódico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9., 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2001. p.163.

OLIVEIRA JÚNIOR, N. M. de.; COSTA, R. N. T.; SAUNDERS, L. C. U.; BISERRA, J. V. Análise econômico-comparativa de planos de cultivo em um solo sódico submetido a um manejo integrado de recuperação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.165-169, 1998.

PAOLINELLI, M. T. **Gesso agrícola**. Informe Técnico. São Paulo: Petrobrás, 1986. 16p.

RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sodicos**. Mexico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos da América, 1954. 172p (Manual de Agricultura, 60).

RICHARDS, L. A. Physical condition of water. In: __ BLACK, C. A.(Ed.). **Method of soil análisis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 128-152.

SANTOS, M. F. G. dos. **Recuperação de um solo sódico**: efeitos do gesso agrícola, compostos de lixo urbano e vinhaça. 2002. 95f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2002.

SZABOLCS, I. Agronomical and ecological impacts of irrigations on soil and water salinity. **Advances in Soil Science**, New York, v.4, n.1, p.118-128, 1986.

TERTULIANO, S. S. X.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; SILVA, M. C. C.; LIMA, E. F. Efeito dos corretivos no crescimento de plantas e nas propriedades químicas de um solo salino sódico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 1999, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 1999, p.147.

VITAL, A. F. M.; SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; SANTO, J. S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso agrícola e fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, 30–36. 2005.