

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
v.2, n.1, p.8-14, jan.-mar., 2007
Recife, PE, UFRPE. www.agrariaufrpe.com
Protocolo 03 - 27/11/2006

Michelangelo O. Silva²

Maria B. G. S. Freire³

Alessandra M. S. Mendes⁴

Fernando J. Freire³

Gustavo P. Duda⁵

Carlos E. S. Sousa⁶

Risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas¹

RESUMO

Os íons da solução do solo mantêm em equilíbrio com os cátions adsorvidos no complexo de troca, razão o que motivou o presente trabalho, com vistas à obtenção de estimativas da concentração dos sais solúveis, em quatro solos do Rio Grande do Norte, irrigados com águas de níveis crescentes de condutividade elétrica (CE) e relação de adsorção de sódio (RAS), no final de dois cultivos sucessivos de melão. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se solos da região do Agropolo Assu/Mossoró. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 8 x 2, constituído da combinação de quatro solos (Latossolo, Cambissolo, Argissolo e Neossolo Flúvico), oito valores de CE (100, 250, 500, 750, 1.250, 1.750, 2.250 e 3.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$) e dois de RAS [4 e 12 ($\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}, com três repetições. A CE e o pH do extrato de saturação foram avaliados, determinou-se a concentração de íons solúveis para cálculo da RAS. O incremento da salinidade da água promoveu elevação do pH, da CE e da RAS dos solos.

Palavras-chave: salinidade, cátions solúveis, RAS

Salinization risks of four soils of Rio Grande do Norte irrigated with saline waters

ABSTRACT

The ions in soil solution maintain equilibrium with the adsorbed cations in the exchange complex, therefore, the objective of present study was to evaluate the behavior, and to obtain estimates of data of the soluble salts, in four soils of Rio Grande do Norte, irrigated with waters of increasing levels of electrical conductivity (EC) and relationship of sodium adsorption (SAR), at the end of two successive cycles of melon cultivation. The study was conducted in a greenhouse at Mossoró, Rio Grande do Norte, with four soil types, traditionally used for cantaloupe production, irrigated with solutions corresponding to eight EC (100, 250, 500, 750, 1,250, 1,750, 2,250 and 3,000 $\mu\text{S cm}^{-1}$) and two SAR (4 and 12 (cmol L^{-1})^{0,5} levels with there replications. The EC, pH of the saturation extract were appraised and soluble cations were determined to calculate SAR. The increment of the salinity of the water promoted elevation of the pH, EC, and of SAR in soils.

Key words: salinity, soluble cations, SAR

² Mestre em Ciência do Solo, Eng^o. Agr^o. – Rua Nísia Floresta 935 Boa Vista, Mossoró, RN, CEP 59605-270. angelo_ufrpe@yahoo.com.br. Fone: (84) 3317-2615

³ Prof. do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos CEP 52171-900, Recife, PE, Fone (81) 3320 6242, Fax (81) 3320 6220. betania@depa.ufrpe.br, f.freire@depa.ufrpe.br

⁴ Pesquisadora da EMBRAPA Semi-Árido (CPATSA), CEP 56300-000. Petrolina, PE, amendes@cpatsa.embrapa.br

⁵ Prof. da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN. gpduda@esam.br

⁶ Eng^o. Agr^o. eduardoufrpe@yahoo.com.br

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE

INTRODUÇÃO

O interesse pela cultura do melão no Brasil tem aumentado muito nos últimos anos, devido as crescentes exportações e ao incremento no consumo, a nível de mercado interno. Atualmente, o Estado do Rio Grande do Norte se destaca como principal produtor desta olerícola, tanto em área cultivada como em rendimento e suas principais áreas de cultivo se concentram próximo à faixa litorânea, mesmo com altas concentrações de sais no solo e na água de irrigação.

Os solos de regiões áridas e semi-áridas podem apresentar acúmulo de sais a níveis prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, em razão de processos naturais de salinização ou da interferência humana, pelo manejo inadequado da irrigação.

Quando a concentração de sais de sódio atinge valores muito altos, o Na^+ solúvel começa a ser adsorvido pelo complexo de troca, iniciando-se aí a primeira etapa do processo de sodificação, que leva à formação dos solos sódicos. A passagem do Na^+ para o complexo de troca começa a ser importante quando este cátion constitui a metade ou mais dos cátions solúveis da solução do solo (USSL, 1954); nestas condições, os carbonatos e bicarbonatos de Ca^{2+} e Mg^{2+} , por serem menos solúveis, se precipitam sempre que a solução do solo se concentra, em consequência da evapotranspiração, deixando o Na^+ como o cátion predominante da solução; desta forma e apesar da menor seletividade, o Na^+ consegue deslocar os outros cátions por ação de massa (Ribeiro et al., 2003).

Os íons da solução do solo tendem a entrar em equilíbrio com os íons adsorvidos no complexo de troca e, em ambiente semi-árido e árido, a solução do solo se apresenta, em geral, com altas concentrações de sais solúveis; por outro lado, quando os teores de sódio na água de irrigação atingem valores elevados em relação ao cálcio e magnésio, podem promover um processo de sodificação do solo, degradando suas características físicas (Freire et al., 2003b).

O entendimento das relações entre os íons presentes na solução dos solos afetados por sais, e na água, possibilita planejar um manejo adequado dos mesmos quanto ao cultivo, irrigação e drenagem, ou correção, com maior segurança. Águas de irrigação contendo sais de sódio devem ser utilizadas com cautela, monitorando-se as alterações que podem provocar nos solos a fim de evitar problemas de degradação

devido à capacidade do sódio em promover a dispersão dos colóides.

Objetivou-se nesse trabalho, obter estimativas da concentração dos sais solúveis em quatro solos do Rio Grande do Norte, irrigados com águas de níveis crescentes de condutividade elétrica (CE) e relação de adsorção de sódio (RAS), no final de dois cultivos sucessivos de melão.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de solo coletadas no Agropólo Assu/Mossoró, no Rio Grande do Norte, em áreas tradicionalmente cultivadas com melão foram utilizadas no presente estudo. Sendo selecionadas quatro amostras com diferentes texturas: Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico - (CXve), Argissolo Vermelho Distrófico arênico - (PVd), Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico argissólico - (LVAe), e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico - (RVe). As amostras de solo foram coletadas do horizonte superficial, na profundidade de 0-30 cm. Após a coleta, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm para a caracterização física e química (Tabelas 1 e 2) e de 4 mm para a montagem do experimento. Os solos foram irrigados com soluções preparadas para corresponderem a oito valores de CE e dois de RAS, combinados como tratamentos de salinidade. Assim, o experimento correspondeu a um arranjo fatorial $4 \times 8 \times 2$ (quatro solos, oito valores de CE e dois de RAS), com três repetições, contabilizando 192 unidades experimentais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com uma repetição por bloco.

As faixas de CE das águas aplicadas assemelharam-se às águas comumente encontradas na região, com valores de 100, 250, 500, 750, 1.250, 1.750, 2.250 e 3.000 mS cm^{-1} , as quais, segundo USSL (1954), estão associadas, respectivamente, a baixo ($\text{CE} < 250 \mu\text{S cm}^{-1}$), médio (CE de 250 a 750 $\mu\text{S cm}^{-1}$), alto (CE de 750 a 2.250 $\mu\text{S cm}^{-1}$) e muito alto ($\text{CE} > 2.250 \mu\text{S cm}^{-1}$) risco de salinização do solo. Nesta faixa de CE estudada incluem-se as águas usadas em irrigação no Nordeste do Brasil, em sua maioria (Oliveira & Maia, 1998; Medeiros et al., 2003). As referidas águas foram preparadas utilizando-se de soluções de NaCl e $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em proporção diferente para obter nos valores de 4 e 12 utilizando-se ($\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} de

Tabela 1. Atributos físicos das amostras do Cambissolo Háplico (CXve), Argissolo Vermelho (PVd), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVAe) e Neossolo Flúvico (RVe) estudados, na profundidade de 0-30 cm

Table 1. Physical characteristics of studied Háplico Cambisol (CXve), Red Argisol (PVd), Argissolic Red Yellow Latosol (LVAe) and Flúvic Neosolo (RVe), in 0-30 cm depth

Solo	Areia	Silte	Argila	ADA ⁽¹⁾	GF ⁽²⁾	GD ⁽³⁾	Densidade		Porosidade		
							Solo	Partículas	Macro	Micro	Total
	g kg ⁻¹				%		kg dm ⁻³		%		
CXve	502	234	264	84	68	32	1,46	2,47	8	32	40
PVd	893	14	93	21	86	14	1,70	2,45	19	12	31
LVAe	810	42	148	55	41	59	1,68	2,43	13	19	32
RVe	252	500	248	21	91	9	1,40	2,55	5	48	53

1 - Argila dispersa em água; 2 - Grau de flocculação; 3 - Grau de dispersão

Tabela 2. Atributos químicos das amostras do Cambissolo Háplico (CXve), Argissolo Vermelho (PVd), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVAe) e Neossolo Flúvico (RVe) estudados, na profundidade de 0-30 cm

Table 2. Chemical characteristics of studied Háplic Cambisol (CXve), Red Argissolo (PVd), Argissolo Red Yellow Latosol (LVAe) and Flúvic Neossolo (RVe), in 0-30 cm depth

Atributo	Solo			
	CXve	PVd	LVAe	RVe
pH (1:2,5)	7,20	5,40	7,10	8,10
CEe ⁽¹⁾ (dS m ⁻¹)	0,20	0,10	0,10	0,65
Carbono org. (g kg ⁻¹)	6,30	4,30	2,54	8,60
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,40	0,90	2,20	12,60
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,80	0,40	0,80	4,25
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,16	0,05	0,04	1,10
K ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,53	0,10	0,22	0,98
CTC ⁽²⁾ (cmol _c dm ⁻³)	7,25	4,98	4,66	14,98
PST ⁽³⁾ (%)	2,21	1,00	0,86	7,34
P _{Mettich} (mg dm ⁻³)	16,00	5,00	19,00	42,00
P _{Olsen} (mg dm ⁻³)	8,00	3,50	10,50	31,00
P _{Rem} (mg L ⁻¹)	31,20	46,60	48,80	35,00
Extrato da pasta saturada				
pH	7,10	5,90	6,50	7,90
CEes ⁽⁴⁾ (dS m ⁻¹)	0,53	0,28	0,62	0,96
Ca ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,75	0,25	1,00	1,00
Mg ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,13	0,00	0,13	0,13
Na ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,14	0,09	0,15	0,15
K ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,03	0,03	0,05	0,05
Cl ⁻ (cmol _c L ⁻¹)	0,25	0,15	0,50	0,55
CO ₃ ²⁻ (cmol _c L ⁻¹)	0,00	0,10	0,00	0,00
HCO ₃ ⁻ (cmol _c L ⁻¹)	0,75	0,88	0,75	0,88
SO ₄ ²⁻ (cmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00
RAS ⁽⁵⁾ (cmol _c L ⁻¹) ^{0,5} - (10) ^{0,5}	0,21	0,24	0,20	0,28

1 - Condutividade elétrica do extrato 1:1; 2 - Capacidade de troca de cátions; 3 - Percentagem de sódio trocável; 4 - Condutividade elétrica do extrato de saturação; 5 - Relação de adsorção de sódio, fator de conversão para (mmol L⁻¹)^{0,5} - (10)^{0,5}

RAS para todas as águas, correspondendo à maioria das águas de irrigação usadas no Nordeste.

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN. O experimento foi montado em vasos de polietileno, com capacidade de 10 dm³, perfurados na base; após o preparo, as amostras de solo foram acondicionadas nos vasos, com uma massa de 10 kg por vaso, recebendo irrigação com as respectivas águas para atender à demanda da planta, acrescida de um volume adicional para proporcionar a lixiviação, correspondente a 50 % do volume de poros de cada solo. As sementes de melão do tipo amarelo, cultivar Mandacaru, foram semeadas em bandejas de 128 células com substrato comercial, para obtenção das mudas; depois do acondicionamento das amostras de solo nos vasos, realizou-se a primeira irrigação e, no mesmo dia, as mu-

das de melão com 8 a 15 dias foram transplantadas após o plantio (DAP), deixando-se uma planta por vaso e conduzidas em haste única, por tutoramento. Fez-se uma adubação para todos os tratamentos, de acordo com as análises químicas e as exigências nutricionais para cada fase de desenvolvimento do melão. A adubação fosfatada foi em cova utilizando-se como fonte, o superfosfato triplo (160 kg ha⁻¹), o potássio na forma de cloreto de potássio (160 kg ha⁻¹), nitrogênio na forma de uréia (40 kg ha⁻¹) e micronutrientes na forma de adubo foliar, com base no boro, micronutriente de maior exigência da cultura (6 kg ha⁻¹), via fertirrigação; ocorreu lixiviado durante todo o experimento.

As plantas, foram colidas aos 45 DAP, preparando-se o solo, para o segundo cultivo. O transplantio ocorreu sete dias depois, ficando os vasos em casa de vegetação, sem irrigação. Seguiu-se todo o procedimento descrito para o primeiro ciclo (plantio, desbaste e irrigação); durante o período em que o solo permaneceu sem irrigação observaram-se manchas brancas na superfície do Neossolo Flúvico, e pequenos pontos brancos nos outros solos estudados, indicando a precipitação de sais na superfície. Ao final do experimento, após a colheita das plantas, realizou-se a amostragem dos solos em cada unidade experimental para a caracterização físico-química do extrato de saturação. As amostras foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, realizando-se a saturação com água destilada e extração a vácuo, para obtenção do extrato da pasta de saturação (USSL, 1954). No extrato da pasta foram medidos o pH e a CE e determinados os cátions solúveis, para cálculo da RAS (USSL, 1954).

As variáveis foram submetidas à análise da variância e utilizando-se teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias entre os tratamentos de RAS; ajustaram-se, também, equações de regressão das variáveis dependentes, em função dos tratamentos de condutividade elétrica aplicados, visando-se obter estimativas de composição do extrato de saturação dos solos com o uso de águas de irrigação com diferentes níveis de CE, para os fatores solo e RAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 3, que o pH do extrato de saturação do solo decresceu em relação no início do experimento, o que pode ser atribuído à ausência de bicarbonato nas águas, sendo este um dos maiores fatores que mais contribui para a elevação dessa variável; tais resultados discordam dos encontrados por Gurgel et al. (2003), Medeiros et al. (2003) e Porto Filho (2003), que utilizaram, em seus experimentos, águas da região com razoáveis concentrações de bicarbonato, promovendo o aumento no pH dos solos após a irrigação. Entre os solos, o pH foi semelhante para o Cambissolo e o Neossolo, diferindo dos outros dois. De fato, os dois primeiros citados são solos de menor grau evolutivo enquanto os outros dois, Argissolo e Latossolo, como solos mais intemperizados que são, valores de pH mais baixos que o Cambissolo e o Neossolo.

As análises da composição química do extrato de saturação refletem altas concentrações salinas da solução do solo

Tabela 3. Valores de pH, condutividade elétrica (CEes) e relação de adsorção de sódio (RAS) no extrato de saturação em função da aplicação de águas de diferentes valores de RAS para os solos estudados após dois cultivos sucessivos de melão, em casa de vegetação*

Table 3. Values of pH, electrical conductivity of the saturation extract (ECse), and sodium adsorption relation (SAR) as a function of application of waters of different SAR values in studied soils after two cycles of melon crop, in a greenhouse*

Variável	RAS	Solo			
		CXVe	PVd	LVAe	NVe
pH	4	6,42 a	5,49 a	5,46 a	6,23 a
	12	6,32 b	5,50 a	5,40 a	6,31 a
	Média	6,37 A	5,49 B	5,43 B	6,27 A
CV – 6,42%					
CEes (dS m ⁻¹)	4	11,40 b	11,56 b	13,47 b	17,43 b
	12	13,91 a	13,77 a	16,83 a	19,76 a
	Média	12,66 C	12,67 C	15,15 B	18,59 A
CV – 18,18%					
RAS# (cmol L ⁻¹) ^{0,5}	4	2,45 b	4,44 b	10,80 b	33,43 a
	12	3,65 a	7,35 a	15,67 a	31,92 b
	Média	3,05 D	5,89 C	13,23 B	32,67 A
CV – 9,19%					

*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, dentro de cada solo

Fator de conversão (cmol L⁻¹)^{0,5} para (mmol L⁻¹)^{0,5} - (10)^{0,5}

no final do experimento (Tabela 3), com acréscimos consideráveis em relação aos solos antes da aplicação dos tratamentos (Tabelas 2 e 3), em que a CEes dos quatro solos foi inferior a 1,0 dS m⁻¹, passando a valores superiores a 4,0 dS m⁻¹ após o experimento em todos os solos. Os valores de CEes foram decrescentes entre os solos, na seqüência Neossolo > Latossolo > Cambissolo = Argissolo; contudo, nos quatro solos os valores alcançados ultrapassam o limite considerado na classificação de solos salinos, ou seja de 4 dS m⁻¹ (USSL Staff, 1954).

Observaram-se valores crescentes da RAS com a aplicação das águas de irrigação em todos os solos, com diferenças entre os quatro solos estudados (Tabela 3). É possível que a passagem das soluções esteja promovendo a solubilização de minerais presentes nos solos, liberando e fornecendo sais à solução do solo. Destacam-se os altos valores de Na no Neossolo, que superam os dos outros cátions e causam os altos valores de RAS neste solo. Sérios problemas de sodificação em solos desta classe vêm sendo detectados, com conseqüências desastrosas, em termos de alterações nas propriedades físicas e em sua capacidade produtiva (Freire et al., 2003a e b); este fato vem comprovar que a irrigação com águas salinas pode acarretar sérios riscos de degradação de solos, devendo-se realizar o monitoramento e o controle das propriedades químicas e físicas dos solos sob irrigação, especialmente em regiões áridas e semi-áridas.

Em geral, o Neossolo, apresentou os maiores acúmulos de sais com a elevação da salinidade das águas aplicadas. A intensa salinização neste solo vem comprovar sua natureza altamente reativa em ambientes que favorecem acúmulos de sais. Freire et al. (2003b), estudando solos de textura e mineralogias diferenciadas, comprovaram a elevada susceptibilidade de um Neossolo Flúvico à sodificação, quando submetido a irrigação com águas salinas, o que, na verdade,

é um fato preocupante, visto que se trata de um solo comumente encontrado nas margens de cursos d'água, em locais de fácil manejo da agricultura irrigada; contudo, altamente susceptível à degradação pela salinização e sodificação; assim, trata-se de fundamental importância o manejo adequado de solos dessa classe, para evitar o aumento de áreas improdutivas em ambiente semi-árido.

Santos (1997), estudando os efeitos de níveis de salinidade de água e de lâminas de irrigação na evolução da salinidade do solo, concluiu que houve acúmulo de sais no solo, sendo diretamente proporcionais aos níveis de CE da água de irrigação utilizada. Medeiros (1998), Blanco & Folegatti (2002), Gurgel et al. (2003), demonstraram que o acúmulo de sais é maior na solução do solo quando são feitas irrigações localizadas durante períodos curtos.

Os incrementos na CE das águas de irrigação promoveram aumentos nos valores de pH, CE e RAS do extrato de saturação dos solos, nos dois cultivos de melão (Figuras 1, 2 e 3), concordando com os resultados obtidos por Shannon & Francois (1978), Meiri et al. (1982), Barros (1998) e Alencar et al. (2003) permitindo estimar essas variáveis em função da CE das soluções aplicadas por meio das equações.

Para o pouco tempo de avaliação do experimento, a salinidade das águas promoveu incrementos consideráveis nas variáveis analisadas nas condições do experimento, que comprovam o alto risco de uso de águas salinas na irrigação de culturas em ambiente de elevadas demandas hídricas.

Como se observa, o pH aumentou em todos os solos com o aumento da salinidade das águas de irrigação (Figura 1). Na RAS 12, tem-se os maiores valores, com certa diferença entre as RAS só para o Cambissolo, caracterizada pela distância entre as retas; conforme haja elevação da CE das águas, as retas se tornam mais afastadas, concordando os com resultados obtidos nas mesmas condições edafoclimáticas, por Costa (1999), Dias (2001), Barros (2002) e Paiva et al. (2004), que constataram aumentos no pH dos solos com tratamentos de salinidade; nesses casos, a elevação do pH se deve à utilização de águas da região, que apresentam concentração elevada de Ca²⁺ e HCO₃⁻, levando à formação de CaCO₃ no solo, aumentando o seu pH. O mesmo também foi verificado por Porto Filho (2003) em área cultivada com melão irrigado com águas salinas da região, em um Latossolo Vermelho, similar a um dos solos deste estudo; já para a CEes, o comportamento é o mesmo; ocorre diferença entre os valores de RAS, encontrando-se os maiores valores na RAS 12 (Figura 2); por outro lado, os valores de CEes dos solos irrigados com águas salinas cresceram acentuadamente quando comparados com os solos no início do experimento, apesar deste período ter sido relativamente curto, o que pode ser atribuído ao período em que as parcelas passaram sem irrigação, podendo ter ocasionado uma adsorção dos elementos, mais especificamente o Na aos colóides que, quando retomadas as irrigações, os mesmos rapidamente passaram para a solução do solo; resultados semelhantes foram obtidos por Medeiros (1998) e Gurgel et al. (2003).

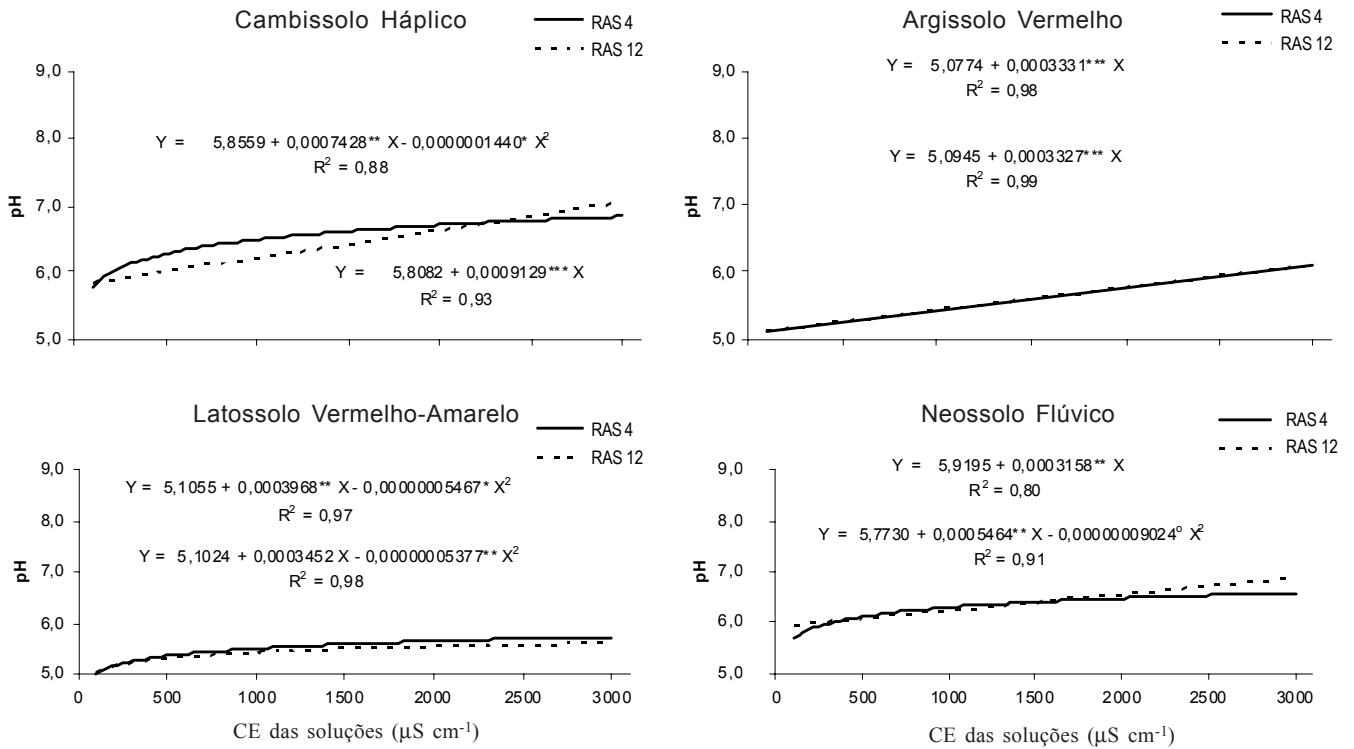


Figura 1. Equações de regressão da variável pH do extrato de saturação nos quatro solos, em função da CE da água de percolação após dois ciclos de cultivo do meloeiro, em casa de vegetação

Figure 1. Regression equations of pH in the saturation extract for four soils, as a function of EC of irrigation water after two cycles of melon crop in a greenhouse

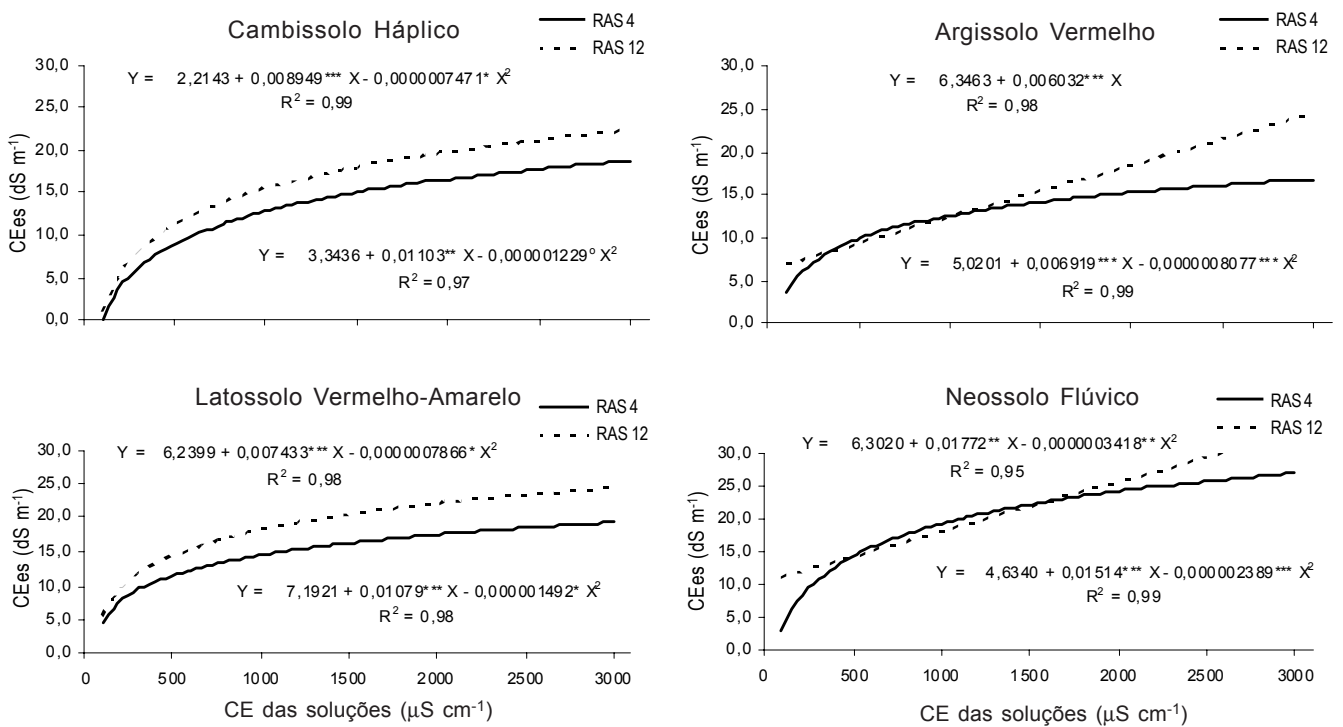


Figura 2. Equações de regressão para condutividade elétrica do extrato de saturação nos quatro solos em função da CE da água de irrigação após dois ciclos de cultivo do meloeiro, em casa de vegetação

Figure 2. Regression equations of electrical conductivity of the saturation extract for four soils, as a function of irrigation water EC after two cycles of melon cultivation, in a greenhouse

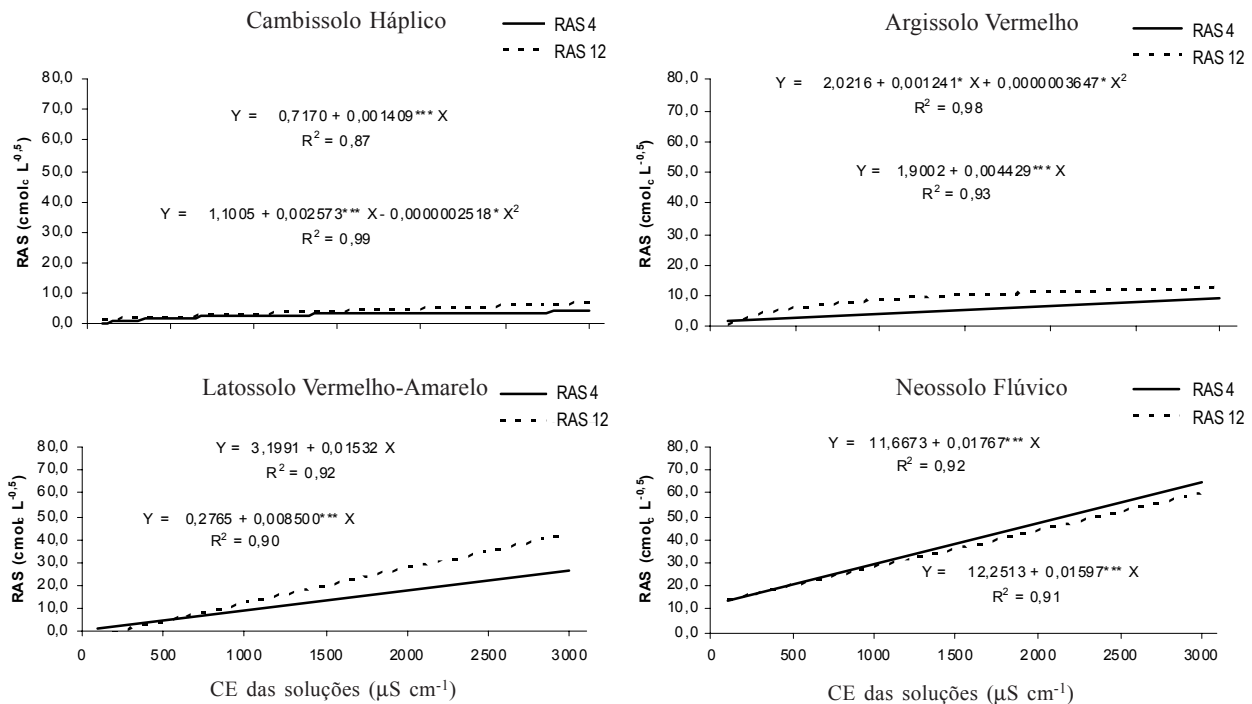


Figura 3. Equações de regressão para relação de adsorção de sódio (RAS) para os quatro solos estudados em função da CE da solução de percolação após dois ciclos de cultivo do meloeiro, em casa de vegetação.

Figure 3. Regression equations for sodium adsorption relation (SAR) in the saturation extract of four studied soils, in function of leaching solution EC after two cycles of melon crop in a greenhouse

O aumento da CE das águas de irrigação promoveu elevação na relação de adsorção de sódio (RAS) em todos os solos, sendo o crescimento mais acentuado no Latossolo e Neossolo, seguido pelo Argissolo e Cambissolo (Figura 3). Apenas no Neossolo a RAS 4 foi a que proporcionou maiores aumentos na RAS do solo, nos demais solos, a RAS do extrato de saturação foi superior quando foram utilizadas as águas de RAS 12. Isso já era esperado, porque as águas que foram formuladas para essa RAS, tem em sua composição uma maior concentração de Na^+ , este permanece em maiores proporções na solução do solo em relação ao Ca e Mg, elevando a RAS, concordando com os resultados de Dias et al. (2004).

Ressaltar, ainda, que este aumento da RAS ocorre em função dos elevados teores de Na^+ na solução desses solos em relação aos outros cátions; esse Na^+ pode promover dispersão dos colóides presentes nos solos e sua conseqüente movimentação no perfil, obstruindo poros e dificultando a condução de ar e água e degradação das propriedades físicas dos solos (Freire et al., 2003a), além dos efeitos tóxicos no desenvolvimento de plantas, limitando o aproveitamento agrícola de áreas afetadas por sais de Na^+ .

Em geral, observaram-se acréscimos nos valores do pH, CE e RAS com o uso de soluções salinas na irrigação. Apesar do curto tempo e das condições de cultivo diferirem das condições de campo, isto já é um forte indicativo do efeito nocivo do uso de águas salinas nos solos principalmente quando não se adotam medidas de controle e monitoramento da salinidade e sodicidade dos solos. Os danos podem não ser visíveis de início mas, com o uso contínuo dessas águas, a

degradação será alcançada a médio ou longo prazos e, para revertê-la, os custos são elevados e de difícil implementação; assim, com o conhecimento do comportamento de cada solo em função do uso de diferentes tipos de águas, é possível evitar maiores danos aos solos e aos ecossistemas, como um todo.

CONCLUSÕES

1. O uso de águas de condutividade elétrica crescente promoveu a elevação do pH, da CE e da RAS no extrato de saturação dos solos.
2. O aumento na relação de adsorção de sódio das águas promoveu o incremento dos efeitos das soluções salinas sobre os solos.
3. Os solos apresentaram comportamento diferenciado em função da aplicação de apenas diferentes salinidade, indicando a necessidade do monitoramento da qualidade da água e das propriedades físico-químicas dos solos submetidos a irrigação com águas salinas.

LITERATURA CITADA

- Alencar, R.D.; Porto Filho, F.Q.; Medeiros, J.F.; Holanda, J.S.; Porto, V.C.; Ferreira Neto, N.M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.2, p.221-226, 2003.
- Barros, A.D. Germinação, vigor e desenvolvimento do meloeiro (*Cucumis melo*, L.) sob diferentes níveis de salinidade da

- água de irrigação. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1998. 78p. Dissertação de Mestrado.
- Barros, A.D. Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2002. 124p. Tese de Doutorado.
- Blanco, F.; Folegatti, M.V. Salt accumulation and distribution in a greenhouse soil as affected by salinity of irrigation water and leaching management. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.3, p.414-419, 2002.
- Costa, M. da C. Efeitos de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1999. 115p. Tese de Doutorado.
- Dias, N.S. Evolução da salinidade de um solo Luvissole cultivado com melão irrigado por gotejamento. Campina Grande: Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, 2001. 72p. Dissertação de Mestrado.
- Dias, N.S.; Medeiros, J. F.; Gheyi, H. R.; Silva, F. V.; Barros, A. D. Evolução da salinidade em um Argissolo sob cultivo de melão irrigado por gotejamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.240-246, 2004.
- Freire, M.B. G.S; Ruiz, H.A.; Ribeiro, M.R.; Ferreira, P. A.; Alvarez V.,V.H.; Freire, F.J. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 45-52, 2003a.
- Freire, M.B. G.S; Ruiz, H.A.; Ribeiro, M.R.; Ferreira, P.A.; Alvarez V.V.H.; Freire, F. J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 45-52, 2003b.
- Gurgel, M.T.; Medeiros, J.F.; Nobre, R.G.; Cardoso Neto, F.C.; Silva, F.V. Evolução da salinidade no solo sob cultivo de melão irrigado com águas de diferentes salinidades. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, Brasília, v.3, n.2, p.1-13, 2003.
- Medeiros, J.F de. Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. 152p. Tese de Doutorado.
- Medeiros, J.F; Lisboa, R.A.; Oliveira, M.; Silva Júnior M.J.; Alves, L.P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.3, p.469-472, 2003.
- Meiri, A.; Hoffman, G.; Shannon, M.; Poss, J. Salt tolerance of two muskmelon cultivars under two solar radiation levels. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.107, p.1168-72, 1982.
- Oliveira, O.; Maia, C.E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.2, n.1, p.17-21, 1998.
- Paiva, A.S.; Medeiros, J.F.; Castro Filho, M.C.; Alves, L.P.; Sarmiento, D.H. A.; Silva Júnior, M.J.; Salinidade e reação do solo numa área cultivada com melão sob mulch e irrigado com água de diferentes níveis de sais. *Caatinga*, Mossoró, v. 17, n.1, p.57-63, 2004.
- Porto Filho, F. de Q. Rendimento e qualidade do melão em função do nível e da época de aplicação de águas salinas. Campina Grande: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, 2003. 133. Tese de Doutorado
- Ribeiro, M.R.; Freire, F.J.; Montenegro, A.A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: Alvarez V., V.H.; Melo, J.W.V. de (org). *Tópicos especiais em Ciência do Solo*. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3, p.165-208.
- Santos, J.G.R. Desenvolvimento e produção da bananeira Nânica sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de água. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 173p. Tese de Doutorado
- Shannon, M.; François, L. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.103, p.127-30, 1978.
- USSL - United States Salinity Laboratory. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington, U.S. Department of Agriculture, 1954. 160p. Handbook 60.