

# Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na chapada do Apodi, Ceará<sup>1</sup>

## Evaluation of the impact of chemigation on Cambisoils in Apodi Plateau, Ceará

Ana Célia Maia Meireles<sup>2</sup>, Eunice Maia de Andrade<sup>3</sup>,  
Maria das Graças Mendonça da Cruz<sup>2</sup> e Luís César de Aquino Lemos Filho<sup>4</sup>

### RESUMO

Com o objetivo de comparar os teores de sais entre um solo de mata nativa sem irrigação e um cultivado sob irrigação, avaliando o risco de salinização do solo cultivado e o efeito das chuvas na lixiviação de sais desse solo, realizou-se este trabalho em uma propriedade localizada na Chapada do Apodi, no município de Quixeré-CE. Para monitorar a adição de sais no solo com relação à variabilidade temporal, o solo foi estudado nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, durante o período de dezembro de 1999 a dezembro de 2000. Utilizou-se o sistema de irrigação localizado e água proveniente de poço profundo classificada como C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>. Os resultados evidenciaram que o solo cultivado apresentou incrementos na CEes, variando de 49 a 2.600%, expressando risco de salinidade; a ação da chuva não foi suficiente para lixiviar os sais adicionados ao solo cultivado pela irrigação; os cátions Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> foram os elementos predominantes no solo de mata nativa, enquanto o ânion Cl<sup>-</sup> foi o elemento que apareceu em maior concentração na solução do solo da área cultivada, em decorrência da fertirrigação.

**Termos para indexação:** concentração de sais, salinização, lixiviação.

### ABSTRACT

The purpose of this work was to compare the salinity levels in the root zone, under irrigation condition, with another one, in an undisturbed land (MN). Also, it was evaluated the rainfall effect in the salt lixiviation. This work was accomplished in an irrigation area for fruit production in Apodi plateau, at Quixeré County-CE. To monitoring the addition of salts to the soil and relates it to temporal variability, soil was sampled monthly, from December/1999 to December/2000, in the depths of 0-20, 20-40 and 40-60 cm in sites under irrigation condition and undisturbed land (MN). The irrigation water used in this field is classified as C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> and it comes from the artesian well. Results showed that the studied soil presented a CEes increment extremely high, going from 49% to 2,600%; expressing a salinity risk. Rainfall was not enough to leach the salts added to soil by irrigation. Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> ions were the predominant elements in the native forest soil, while Cl<sup>-</sup> was that one which appeared in the largest concentration in cultivated area, due to chemigation.

**Index terms:** salt concentration, salinization, salt leaching.

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pela FUNCAP.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., M. Sc., DENA/UFC, 60455-970, Fortaleza, CE. E-mail: ana\_meireles@bol.com.br

<sup>3</sup> Profa. Adjunta, Ph. D., DENA/UFC, CP 6003, Campus do Pici, CEP 60455-970 Fortaleza, CE. E-mail: eandrade@ufc.br

<sup>4</sup> Estudante de Agronomia, Bolsista do PIBIC. E-mail: eandrade@ufc.br.

## Introdução

As concentrações de sais na solução do solo são variáveis, no espaço e no tempo, devido à natureza dinâmica dos efeitos e interações de diversos fatores edáficos, climáticos e a ação antrópica. A irrigação é um processo que também altera os atributos físicos e químicos do solo, uma vez que as águas empregadas na irrigação, e as soluções utilizadas na fertirrigação contêm elevados teores de sais solúveis (Nunes Filho et al., 1991; Queiroz et al., 1997).

Observa-se nas regiões áridas e semi-áridas, que em áreas irrigadas a solução do solo é freqüentemente mais salina que a água de irrigação, isto se deve à ocorrência de alto índice evaporativo, que proporciona um acúmulo de sais da água de irrigação no solo, e ainda devido à dissolução de alguns minerais existentes no solo. Como consequência, a irrigação pode incrementar a salinidade e a sodicidade no perfil do solo, a ponto de reduzir o crescimento das plantas e alterar a estrutura do solo (Ben-Hur et al., 1998). Os sais solúveis mais encontrados no solo consistem, na maior parte, dos cátions sódio, cálcio, magnésio e potássio e dos ânions cloreto, sulfato e bicarbonato, sendo que, em quantidades menores, encontram-se outros íons, como carbonato e nitrato. As fontes originais desses sais são os minerais presentes na crosta terrestre (Cordeiro, 2001). Nas regiões onde a precipitação é baixa, a lavagem dos sais na zona das raízes deve ser conduzida para manter a concentração salina do solo em um nível aceitável. Em regiões onde a precipitação é relativamente alta, a ocorrência desta na estação chuvosa pode assegurar a lixiviação dos sais (Ayers e Westcot, 1991).

O atributo químico amplamente empregado na caracterização da salinidade de um solo é a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes). A partir do seu valor pode-se obter a concentração total dos sais solubilizados na solução do solo, sendo a mesma adotada como índice de salinidade do solo, aumentando de valor com a redução da umidade (Ferreira, 1997). O trabalho teve como objetivo comparar os teores de sais em um solo de mata nativa não irrigado, com os de um solo cultivado sob irrigação, avaliando o efeito da chuva na lixiviação dos mesmos, bem como, o risco de salinização.

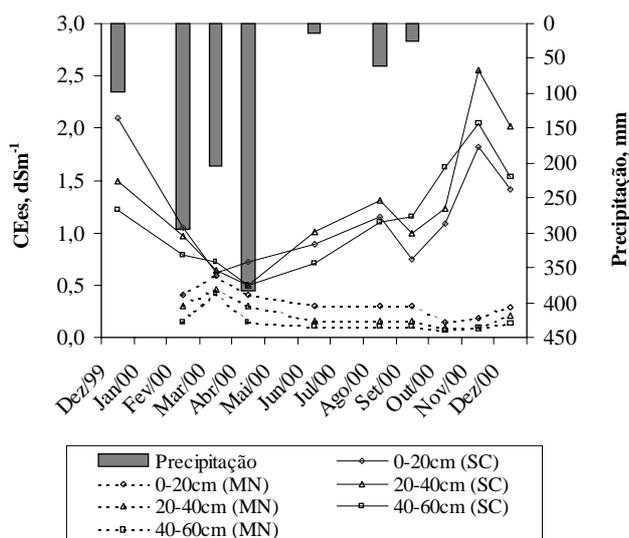
## Material e Métodos

Os dados empregados no presente trabalho foram provenientes do monitoramento da salinidade do solo, durante o período de dezembro de 1999 a dezembro de 2000, realizado numa propriedade localizada na Chapada do Apodi, no município de Quixeré, CE, irrigado com água de poço profundo, classificada como C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> cujos valores médios da CE e RAS foram de 1,4 dS/m e 1,9, respectivamente (Cruz, 2001). O clima da região é quente e semi-árido, com temperatura superior a 18°C no mês mais frio, classificado como BSw'h' segundo Köppen (1918). O solo da região é classificado como Cambissolo de textura franco-argilo-arenosa (Embrapa, 1999). Durante o estudo, a pluviosidade média no local do experimento foi de 1.275 mm, concentrados nos meses de janeiro a abril. O período mais seco ocorreu nos meses de setembro a dezembro.

O trabalho foi conduzido numa área de 20ha, cultivada com graviola, com idade de 2,5 anos, irrigada por microaspersão, a qual foi dividida em quatro quadrantes. As amostragens de solo foram efetuadas em um ponto aleatório em cada quadrante, na projeção da copa das plantas, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, num total de 108 amostras (4 pontos/coleta x 3 profundidades/ponto x 9 meses de coleta). Devido à intensidade das chuvas no período das coletas, não houve acesso aos locais de coleta nos meses de janeiro, maio e junho. As coletas foram realizadas nas mesmas camadas na área de mata nativa e sem irrigação. A condutividade elétrica (CEes) e os teores de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Cl<sup>-</sup> foram determinados no extrato de saturação, empregando a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

## Resultado e Discussão

Em dezembro/99 e no final do período da estiagem, a CEes do solo da área cultivada, na camada de 0-20 cm, foi de 2,10 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1). No início do período chuvoso, ocorreu uma redução da CEes provocada pela lixiviação dos sais da camada superficial para as mais profundas, chegando próximo da salinidade da área de mata nativa. Nas camadas 20-40 e 40-60cm os valores de CEes do solo cultivado ficaram acima dos valores da mata nativa.



**Figura 1** - Variabilidade espacial e temporal da condutividade elétrica no extrato de saturação dos solos de mata nativa (MN) e cultivado (SC), em três camadas, na Chapada do Apodi, Quixeré, Ceará, 2000.

Com o fim do período chuvoso e início da irrigação na área, a CEes aumentou na área cultivada, chegando em novembro/00 a 2,55 dS m<sup>-1</sup> na camada de 20-40 cm (Figura 1). Apesar da pluviosidade acumulada na área em estudo de 1.275 mm, ter sido 62% superior à média da região, não foi suficiente para promover uma lixiviação significativa dos sais adicionados pela irrigação e, assim, reduzir a salinidade do solo para condição semelhante ao da mata nativa. Este fato pode ser devido, em maior parte, a limitação da drenagem do solo em função

da textura franco-argilo-arenosa, pois, em estudos realizados por Pereira et al. (1986) utilizando água de classe C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, em duas áreas de solo franco-arenoso, uma cultivada com culturas anuais e a outra com cultura permanente, mostraram que uma precipitação de apenas 300mm no período chuvoso foi suficiente para lixiviar, em todas as camadas do solo, os sais adicionados durante o período de um ano de irrigação. Os valores de CEes para as camadas estudadas do solo de mata nativa, foram constantes ao longo do ano (Figura 1). Os maiores valores foram observados na camada superficial, no entanto, estes não ultrapassaram o limite de 0,5 dS m<sup>-1</sup> e, portanto, sem evidenciar riscos de salinidade na sua condição natural.

O incremento de salinidade do solo cultivado em relação ao solo de mata nativa foi, em geral, mais expressivo nas camadas mais profundas (Tabela 1), porém sem atingir o nível considerado solo salino, com CEes > 4,0 dS m<sup>-1</sup> por Richards (1954). Os resultados são preocupantes, visto que, o solo está sendo cultivado há apenas dois anos e seis meses, e já expressa um impacto negativo pelo manejo da irrigação aplicada ao solo. Em consequência da sensibilidade das plantas aos sais, em solos que apresentam CEes entre 2 e 4 dS m<sup>-1</sup>, o comitê de terminologia da Sociedade Americana de Ciência do Solo tem recomendado baixar o limite entre solos salinos e não-salinos para 2,0 dS m<sup>-1</sup> (Bonh et al., 1985).

Observa-se que, o menor incremento salino durante o período chuvoso ocorreu, na camada de 0-20 cm, e foi de 48,78% (Tabela 1). No período mais

**Tabela 1** - Valores médios de CEes para os solos em condições de mata nativa (MN) e solo cultivado (SC) e incremento de salinidade (IS), em três camadas, no ano de 2000.

Mês	0-20 cm			20-40 cm			40-60 cm		
	MN	SC	IS	MN	SC	IS	MN	SC	IS
	dS m <sup>-1</sup>		%	dS m <sup>-1</sup>		%	dS m <sup>-1</sup>		%
Fev	0,59	1,04	76,27	0,47	0,97	106,38	0,84	0,78	-7,14
Mar	0,41	0,61	48,78	0,30	0,64	113,33	0,15	0,73	386,67
Mai	0,41	0,72	75,61	0,30	0,50	66,67	0,15	0,50	233,33
Jun	0,30	0,89	196,67	0,16	1,00	525,00	0,11	0,71	545,45
Ago	0,30	1,15	283,33	0,16	1,32	725,00	0,11	1,10	900,00
Set	0,30	0,75	250,00	0,16	1,00	525,00	0,11	1,15	945,45
Out	0,14	1,09	678,57	0,09	1,23	1.266,67	0,06	1,62	2.600,00
Nov	0,19	1,82	857,89	0,10	2,55	2.450,00	0,09	2,04	2.166,67
Dez	0,29	1,41	386,21	0,20	2,02	910,00	0,13	1,54	1.084,62

seco, os maiores incrementos foram observados na camada 40-60cm, atingindo até 2.600 %. Este elevado incremento da CEs indica risco de salinidade se o manejo da irrigação não for modificado. Os maiores incrementos salinos foram registrados nas camadas mais profundas, principalmente entre os meses de outubro e dezembro, podendo está relacionado à aplicação de lâmina de irrigação em excesso na área estudada. Outro fato é que, a área em estudo, apresenta uma camada impermeável no solo, formada por rochas calcárias, a 60 cm de profundidade, que também pode está dificultando o processo de lixiviação dos sais para camadas mais profundas.

O aumento da concentração iônica da solução do solo, em função do tempo em cada camada (Figura 2), evidencia que todos os elementos seguem a mesma tendência, ou seja, a redução da concentração durante a estação chuvosa (fevereiro a abril) e aumento considerável no período de seca (maio a janeiro). Na avaliação foram considerados apenas os cátions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  pelo efeito marcante na atividade iônica da solução do solo e, o ânion  $\text{Cl}^-$ , considerado tóxico para a maioria das plantas e considerado importante nos solos estudados.

Independente da profundidade, o  $\text{Cl}^-$  foi o elemento presente em maior concentração na solução do solo cultivado sob irrigação (Figura 2). Este fato pode está ligado à adubação realizada na área utilizando o cloreto de potássio e/ou do seu conteúdo na água de irrigação.

Na área de mata nativa os íons predominantes foram  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (Figura 2). Estes resultados estão de acordo com Maia et al. (2001), nos quais o íon  $\text{Ca}^{2+}$  é o elemento que exerce maior influencia na condutividade elétrica da água, influenciada pelo tipo de solo da região.

A concentração do  $\text{Na}^+$  nas camadas estudadas não representam risco de sodicidade ao solo, já que o mesmo está diretamente ligado a razão do  $\text{Na}^+$  com o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e o solo é de origem calcária. Vale salientar que, concentração de  $5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  de sódio na solução do solo, que é considerada baixa, pode causar injúrias, bem como, queimaduras às plantas lenhosas sensíveis, quando o elemento for absorvido pelas folhas durante irrigação por aspersão (Santos, 2000).

A concentração de  $\text{Cl}^-$  foi de  $14,95 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  em dezembro/99 (Tabela 2). Mesmo com alta precipitação no ano de 2000, as concentrações de cloreto foram de 12,65, 20,45 e de  $16,17 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente, no mês de novembro/00. Este fato evidencia que as

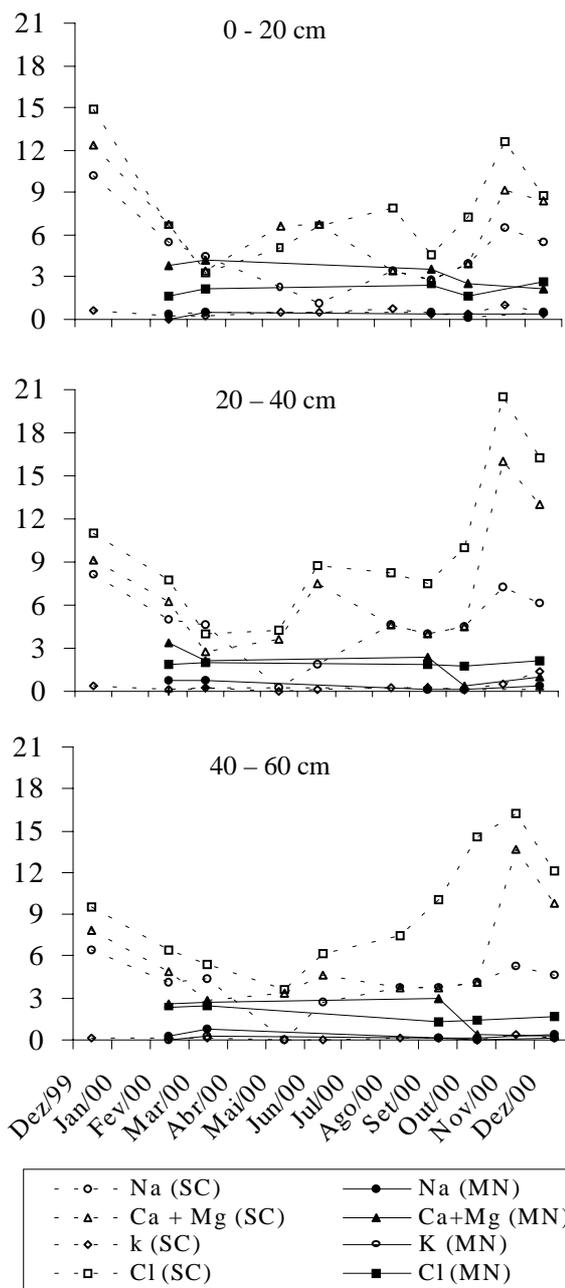


Figura 2. Variação na concentração de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no extrato de saturação do solo em condições de mata nativa (MN) e cultivado (SC), em três camadas.

chuvas ocorridas tiveram ação considerável na lixiviação, mas ainda, está ocorrendo acúmulo de sais no solo de um ano para o outro. Observa-se que, a concentração encontrada na camada de 20-40cm variou de 11,03 para 16,22  $\text{mmol}_c/\text{L}$ , e na camada 40-60cm, de 9,48 para 12,09  $\text{mmol}_c/\text{L}$ , em dez/99 e dez/00, respectivamente.

A maioria das plantas sensíveis ao cloreto pode sofrer injúrias quando a concentração do referido íon no extrato de saturação do solo excede 5 a 10

**Tabela 2** - Concentração de cloreto na água de irrigação e no extrato de saturação do solo da mata nativa (MN) e no solo cultivado (SC), em três camadas.

Mês	Água	0-20 cm		20-40 cm		40-60 cm	
		MN	SC	MN	SC	MN	SC
		$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$					
Dez/99	5,98	*	14,95	*	11,03	*	9,48
Fev/00	6,71	1,69	6,56	1,83	7,79	2,26	6,38
Mar/00	5,98	2,12	3,31	1,97	3,95	2,40	5,38
Mai/00	6,20	*	5,15	*	4,23	*	3,60
Jun/00	6,01	*	6,59	*	8,81	*	6,20
Ago/00	5,81	*	7,90	*	8,21	*	7,47
Set/00	6,15	2,40	4,62	1,83	7,51	1,27	10,08
Out/00	6,12	1,69	7,19	1,69	9,98	1,41	14,59
Nov/00	5,84	*	12,65	*	20,45	*	16,17
Dez/00	6,01	2,68	8,81	2,12	16,22	1,69	12,09

\* dados não coletados.

$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ , pois, o cloreto não é retido ou adsorvido pelas partículas do solo, através do qual movimentase facilmente com a água, sendo absorvido pelas raízes e translocado às folhas, acumulando-se com a perda de água pela transpiração (Ayers e Westcot, 1991; Santos, 2000).

As concentrações de cloreto na água de irrigação não apresentaram grandes variações ao longo do ano (Tabela 2). No solo, ao final do período chuvoso (maio), a concentração de cloreto na camada superficial (0-20 cm) da área cultivada foi de  $5,15 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$  e nas camadas de 20-40 e 40-60 cm foram de  $4,23$  e  $3,60 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$ , respectivamente. Com o início do período seco (julho) a irrigação foi reiniciada, e a concentração de cloreto no solo foi de  $20,45$  e  $16,22 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$  na camada de 20-40 cm, nos meses de novembro e dezembro, respectivamente. Na mata nativa, a maior concentração de cloreto, de modo geral, foi obtida na camada superficial do solo, diminuindo com a profundidade durante a maior parte do ano.

Comparando a concentração de cloreto no extrato de saturação do solo cultivado, com a concentração na água de irrigação, que não excedeu a  $6,71 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$ , e na mata nativa a  $2,68 \text{ mmol}_c \text{L}^{-1}$  (Tabela 2), observa-se o incremento do íon  $\text{Cl}^-$  no solo cultivado, pode ser atribuído a água de irrigação e aos fertilizantes adicionados a mesma.

## Conclusões

1. O manejo da irrigação adotado na área, durante um período de dois anos e meio, resultou em um aumento na CEes de 10 vezes em relação a salinidade do solo da mata nativa.
2. Apesar da pluviosidade, durante o período de estudo ( $1.275 \text{ mm}$ ), ter sido 62% superior a média histórica da região, não foi suficiente para lixiviar os sais adicionados ao solo pela água de irrigação.
3. Os cátions  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  foram predominantes no solo de mata nativa, enquanto o ânion  $\text{Cl}^-$  foi o elemento em maior concentração na solução do solo da área cultivada.

## Referências Bibliográficas

- AYERS, R.S.; WESCOT, D.W. **A qualidade da água na irrigação**. Campina Grande-PB: UFPB. Tradução de Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F.; Damasceno, F.A.V., 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).
- BEN-HUR, M.; AGRASSI, M.; KEREN, R.; ZHANG, J. Compaction, aging and raindrop-impact effects on hydraulic properties of saline and sodic vertisols.

**Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 62, p. 1377-1383, 1998.

BONH, H.L., McNEAL, B.L., O'CONNOR, G.A. **Soil chemistry**. 2ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 341p.

CORDEIRO, G.G. Salinidade em áreas irrigadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11, Fortaleza, **Proceeding...**, 2001. p.1-32.

CRUZ, M. G. M. **Avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do distrito de irrigação Jaguaribe-Apodi**. 2001. 66p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: CNPS/ EMBRAPA, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: CNPS/EMBAPA, 1999. 412p.

FERREIRA, P.A. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB/SBEA. 1 CD.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo**

**de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1918. 478p.

MAIA, C.E.; MORAIS, E.R.C.; OLIVEIRA, M. Classificação da composição iônica da água de irrigação usando regressão linear múltipla. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.55-59, 2001.

NUNES FILHO, J.; GUERRA, C.A.M.; SOUZA, A.R.; SÁ, V.A. L.; SOARES, M.J.C.C. Qualidade da água de açudes, para fins de irrigação no sertão de Pernambuco. **ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.44, p.35-39, 1991.

PEREIRA, O.J.; MATIAS FILHO, J.; ANDRADE, E.M. Variação do teor de sais no solo irrigado por aspersão e ação da chuva na sua lixiviação. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 17, n.1, p. 61-65, 1986.

QUEIROZ, J.E.; GONÇALVES, A.C.; SOUTO, J.S.; FOLEGATTI, M.V. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB/SBEA. 1 CD.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington DC, US Department of Agricultural, 1954. 160p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

SANTOS, J.G.R. DOS. **A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática**. Campina Grande-PB, 2000. 171p.