

IMOBILIZAÇÃO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA EM CONDIÇÕES DE SALINIDADE E SODICIDADE CRESCENTES NO SOLO ¹

Maria de Fatima Vidal ²

Ricardo Espíndola Romero ³

Teógenes Senna de Oliveira ⁴

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido objetivando-se avaliar a produção de matéria seca e imobilização de nutrientes na parte aérea de plantas cultivadas em solos com condições de salinidade e sodicidade crescentes, para identificar as espécies com mecanismos que permitam sua convivência em solos salinizados. Foram conduzidos ensaios em casa de vegetação, utilizando-se solos coletados em áreas que apresentavam problemas com salinidade. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de níveis crescentes de percentagem de sódio trocável. Trabalhou-se com cinco repetições e as espécies vegetais fava-de-boi (*Canavalia brasiliensis* Mart.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) variedade EA 116, leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e melosa (*Ruellia paniculata* L.). *C. brasiliensis* foi a espécie que se apresentou com maior potencial de imobilização de sais em seus tecidos. *L. leucocephala* mostrou-se com baixo poder de absorção de sais do solo em níveis elevados de sodicidade. É possível trabalhar com *S. bicolor*, *R. paniculata* e *L. leucocephala* em solos com condutividade elétrica de até 6,19 dS m⁻¹, considerando perda de até 50% na produção de matéria seca de *S. bicolor* e de *L. leucocephala*. Dentre as espécies testadas, *S. bicolor* foi a que se mostrou

¹ Aceito para publicação em 10.09.1999.

² Estudante do Curso de Agronomia. Bolsista do Programa Especial de Treinamento PET-CAPES. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Fitotecnia. 60356-001 Fortaleza, CE. E-mail: mariadefatima@yahoo.com.br.

³ Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará. 60455-76 Fortaleza, CE. E-mail: reromero@ufc.br

⁴ Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará. E-mail: Teogenes@ufc.br

mais sensível à salinidade do solo, e *R. paniculata* mostrou-se a mais adaptada a condições de altos valores de sódio trocável do solo.

Palavras-chaves: solos salinos, sódio, *Canavalia brasiliensis*, *Sorghum bicolor*, *Leucaena leucocephala*, *Ruellia paniculata*.

ABSTRACT

IMMOBILIZATION OF NUTRIENTS AND PRODUCTION OF DRY MATTER UNDER INCREASING CONDITIONS OF SALINITY AND SODICITY

The objective of this work was to evaluate the production of dry matter and immobilization of nutrients in the aerial parts of plants cultivated in soils under increasing conditions of salinity and sodicity, to identify the species having mechanisms for close association with salinized soils. Essays were conducted under greenhouse conditions, using soils collected in areas presenting salinity problems. Treatments were arranged in a completely randomized design with the treatments consisting of increasing levels of percentage of changeable sodium, with five replications, using the plant species "fava-de-boi" (*Canavalia brasiliensis* Mart.), sorghum (*Sorghum bicolor* L.) variety EA 116, "leucena" (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) and "melosa" (*Ruellia paniculata* L.). The species *C. brasiliensis* presented the highest salt immobilization potential in its tissues. *R. paniculata* and *L. leucocephala* showed a lower capacity for salt absorption from the soil. It is possible to work with *S. bicolor*, *R. paniculata* and *L. leucocephala* in soil with electrical conductivity of up to 6.19 dSm, considering a loss of up to 50% on the production of *S. bicolor* and *L. leucocephala*. *S. bicolor* presented the highest sensitivity to soil salinity, and *R. paniculata* was the species best adapted to the high changeable sodium values found in the soil.

Key words: saline soils, sodium, *Canavalia brasiliensis*, *Sorghum bicolor*, *Leucaena leucocephala*, *Ruellia paniculata*.

INTRODUÇÃO

A salinidade dos solos tem se constituído em um dos mais sérios problemas para a agricultura irrigada em diversas partes do mundo. Segundo Postel (14), um quarto de toda a área irrigada no mundo encontra-se afetado por sais. Isso ocorre quando a concentração dos sais na solução do solo chega a interferir no crescimento e na produtividade das plantas habitantes naturais da área ou daquelas cultivadas pelo homem (13). No Brasil, o problema ocorre mais freqüentemente no Nordeste, devido ao manejo inadequado da irrigação e, principalmente, às suas características edafoclimáticas.

A ocorrência de solos com caráter sódico e solódico é comum nas áreas de clima semi-árido, onde a evapotranspiração excede a precipitação ao longo de quase todo o ano. Esta condição climática, em que a baixa precipitação pluviométrica da região não é suficiente para lixiviar esses sais acumulados, determina que ocorra a carreação dos sais solúveis do lençol freático para a superfície do solo por ascensão capilar (13).

A salinidade afeta o crescimento e, conseqüentemente, a produção das culturas. Os efeitos dos sais sobre as plantas podem ser causados pela diminuição na permeabilidade do sistema radicular para a água, antecipando diariamente o fechamento dos estômatos, fenômeno conhecido como “seca fisiológica”, resultando em menor taxa fotossintética. Os sais podem causar toxidez similar àquela de adubação excessiva e alterar o metabolismo do sistema radicular, o que reduz a síntese e, ou, a translocação de hormônios sintetizados na raiz, necessários ao metabolismo foliar. Como resultado há diminuição no crescimento das folhas (15).

Algumas espécies de plantas desenvolveram mecanismos que possibilitam a sua sobrevivência em solos que possuem altos teores de sais. Quando a concentração de sais na solução do solo aumenta, há diminuição do seu potencial osmótico e abaixamento do potencial hídrico. Há espécies vegetais que ajustam o seu potencial hídrico de acordo com a diminuição no potencial hídrico do solo, de modo que o gradiente no sistema solo-planta seja mantido; esse processo é conhecido como ajustamento osmótico (15). A planta pode fazer o ajustamento osmótico diminuindo o teor de água de suas células, absorvendo solutos permeáveis ao sistema radicular ou produzindo ácidos orgânicos, compostos nitrogenados ou carboidratos. A ocorrência de cada um dos processos depende do tipo da planta e da maneira como o potencial hídrico do solo foi rebaixado (15).

Há situações em que é difícil manter baixa a salinidade no solo, considerando-se o aspecto econômico, como nos casos em que a água disponível à irrigação é muito salina, ou quando é pequena a profundidade do lençol freático, ou ainda quando a permeabilidade do solo é deficiente e a drenagem cara. Nesses casos, uma seleção adequada das espécies de plantas que possam melhor tolerar solos salinizados e apresentar maiores rendimentos nessas condições pode ser uma ação complementar para produzir em solos salinos, constituindo-se um fator importante no êxito agrícola (4, 6, 7). Existe grande variabilidade no comportamento das culturas em relação aos limites de tolerância à salinidade. Dentro de uma mesma espécie pode haver variações entre variedades, por adaptação ao meio onde se desenvolvem, e, ainda, para uma mesma variedade o nível de tolerância varia entre estádios de desenvolvimento (10, 11).

O presente trabalho foi desenvolvido objetivando-se avaliar a produção de matéria seca e a imobilização de nutrientes na parte aérea de plantas cultivadas em solos com condições de salinidade e sodicidade crescentes, para selecionar as espécies com mecanismos que permitam a convivência das plantas em solos salinizados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Campus do Pici da UFC, em Fortaleza - CE, no período de março a dezembro de 1997.

As principais características usadas para a avaliação da salinidade foram: o pH do solo, a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) e a porcentagem de sódio trocável (PST) (16). Por questão organizacional do trabalho, fez-se necessário escolher uma das características (sodicidade) para definir os níveis de salinidade (Quadro 1). Os solos utilizados no experimento foram coletados em áreas que apresentavam problemas com diferentes níveis de salinidade. Os solos dos níveis 1, 2, 3 e 4 foram coletados no município de Pentecostes - CE, e o de nível 5, no Perímetro Irrigado de Morada Nova - CE. As determinações das características físicas e químicas do solo foram feitas seguindo metodologia da EMBRAPA (8).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de níveis crescentes de porcentagem de sódio trocável (PST): nível 1, PST 4%; nível 2, PST 15%; nível 3, PST 16%; nível 4, PST 28%; e nível 5, PST 89%. Trabalhou-se com cinco repetições e com as espécies vegetais fava-de-boi (*Canavalia brasiliensis* Mart.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) variedade EA 116, leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e melosa (*Ruellia paniculata* L)*. Esta última é naturalmente encontrada em solos afetados por sais, havendo indícios de que possa ser usada como pasto apícola.

A semeadura foi feita em sacos plásticos contendo 4 kg de solo (terra fina), mantido próximo da capacidade de campo, usando-se água destilada. As sementes de *L. leucocephala* foram embebidas em água a 80°C (1) e, após atingirem a temperatura ambiente, plantaram-se três sementes por saco plástico. As sementes de *C. brasiliensis* foram escarificadas quimicamente por 40 min em H₂SO₄, lavadas em água corrente, e postas para germinar em germinador com condições ideais de temperatura, umidade e luz. Após a germinação, transferiram-se as plântulas para os sacos plásticos. As sementes de *S. bicolor* e de *R. paniculata*, por não possuírem dormência, foram semeadas diretamente nos sacos plásticos. Após a emergência das plantas, foi feito o desbaste, deixando-se uma planta por saco.

Coletou-se a parte aérea da *L. leucocephala* com 101 dias, da *R. paniculata* com 122 e do *S. bicolor* com 54 dias após a germinação, e da *C. brasiliensis* com 43 dias após o transplante. Esses períodos foram estabelecidos de modo que o desenvolvimento das plantas não fosse limitado pela quantidade de solo. As partes aéreas das plantas foram colocadas em estufa a 65°C por 48 horas, e em seguida determinou-se o peso da matéria seca. Após digestão nítrico-perclórica (12), determinaram-se Ca, Mg, Cu, Zn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica e K e Na por fotometria de chama.

*- Herbário Prisco Bezerra nº 26827

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a inibição da germinação das sementes das espécies testadas nos níveis 4 e 5, possivelmente em decorrência dos elevados valores de CE (salinidade) e PST (Quadro 1). Segundo Prisco (15) e Cavalcante e Perez (3), os sais solúveis exercem dupla ação sobre as sementes e plantas: i) a osmótica, que provoca um decréscimo no potencial

QUADRO 1 - Atributos físicos e químicos dos solos estudados					
Atributos	Níveis				
	1	2	3	4	5
Percentagem de sódio trocável PST (%)	4,00	15,00	16,00	28,00	89,00
Condutividade elétrica CE (dS m ⁻¹)	3,40	8,70	6,20	24,00	79,80
pH em água	6,90	6,60	7,20	5,80	7,60
Classificação *	Normal	Sal-sódico	Sal-sódico	Sal-sódico	Sal-sódico
Floculação	23,00	26,00	17,00	56,00	22,00
Areia grossa g kg ⁻¹	30,00	40,00	30,00	30,00	50,00
Areia fina g kg ⁻¹	180,00	100,00	80,00	80,00	360,00
Silte g kg ⁻¹	530,00	550,00	540,00	570,00	500,00
Argila g kg ⁻¹	260,00	310,00	350,00	320,00	90,00
Argila natural g kg ⁻¹	200,00	230,00	290,00	140,00	70,00
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	16,40	16,30	14,80	18,60	9,40
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	6,30	6,30	7,20	8,40	5,10
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,39	0,40	0,40	0,34	0,13
Fósforo (ppm)	13,00	10,00	18,00	17,00	148,00
Matéria orgânica g kg ⁻¹	22,60	24,50	21,90	21,60	10,70

*Classificação tradicional para solos afetados por sais.
Obs: Sal-sódico= Salino sódico

hídrico do solo, tomando a água não-disponível, fazendo com que as sementes absorvam uma quantidade de água inferior à requerida para a germinação; e ii) a tóxica, que é o resultado da absorção em excesso de sais do solo.

S. bicolor apresentou diferença significativa de produção de matéria seca nos diversos níveis testados, com menor produção no nível 2 (Quadro 2). Considerando que a diferença de PST entre os níveis 2 e 3 é relativamente pequena, pode-se supor que a salinidade foi mais determinante no desenvolvimento destas plantas do que a sodicidade, o que está de acordo com os resultados de François et al. (5), os quais verificaram que a produtividade de *S. bicolor* não foi afetada até 6,6 dS m⁻¹. Entretanto, com relação ao sódio trocável, esta espécie foi classificada por Ayers e Westcot (2) como uma cultura semitolerante (PST de 15 a 40).

R. paniculata não apresentou diferença significativa na produção de matéria seca entre os níveis 1 (PST 4%) e 3 (PST 16%), indicando ser uma espécie tolerante a altos valores de sódio trocável no solo (Quadro 2). A matéria seca produzida por esta espécie não foi afetada até o valor de CE de 6,19 dS m⁻¹. A menor produção de matéria seca deu-se no nível 2, o que pode ser atribuído ao valor mais elevado de CE deste solo, quando comparado ao nível 3.

QUADRO 2 - Produção de matéria seca da parte aérea de <i>S. bicolor</i> , <i>R. paniculata</i> , <i>C. brasiliensis</i> e <i>L. leucocephala</i>			
Espécie	Níveis		
	1 (PST 4 %)	2 (PST 15 %)	3 (PST 16 %)
	gramas		
<i>S. bicolor</i>	20,33 a	4,04 c	10,62 b
<i>R. paniculata</i>	5,95 b	2,35 c	7,17 a
<i>C. brasiliensis</i>	10,26 a	4,39 b	3,10 b
<i>L. leucocephala</i>	56,60 a	-	28,56 b

Médias, na mesma linha, com letras distintas são diferentes entre si, pelo teste de Duncan a 5% de significância

C. brasiliensis apresentou maior produção de matéria seca no nível 1, o que pode ser devido à baixa salinidade, à baixa sodicidade e, ou à interação entre esses fatores (Quadro 2). A diferença de CE entre os níveis 2 e 3 para a *C. brasiliensis* não implicou decréscimo de produção de matéria seca, indicando que essa espécie é mais sensível à variação de PST.

A diferença significativa de produção de matéria seca da *L. leucocephala* entre os níveis 1 e 3 pode ser atribuída tanto à salinidade quanto à sodicidade, já que o nível 3 possui CE e PST muito mais altos do que o nível 1 (Quadros 1 e 2). O desenvolvimento da *L. leucocephala* foi totalmente inibido no nível 2, o que pode ser devido à alta condutividade elétrica (salinidade) observada neste nível (Quadro 1). Entretanto, Santos e Hernandez (17) citam-na como uma espécie arbórea tolerante a solos salinos.

As reduções no crescimento das plantas submetidas à estresse salino possivelmente devem-se aos efeitos tóxicos dos íons absorvidos, ou ao baixo potencial osmótico das células, ou ainda ao gasto de energia metabólica no processo de ajustamento osmótico, bombeamento de íons e produção de compostos orgânicos (15).

L. leucocephala foi a única espécie que apresentou acréscimo significativo na concentração de K na parte aérea (Quadro 3), elemento importante no mecanismo de fechamento e abertura dos estômatos. O K regula a absorção da água e a transpiração (9), portanto a absorção de K pode estar relacionada com os processos de ajustamento osmótico. É importante salientar que, em condições de riqueza de K solúvel ou trocável no solo, as plantas podem absorvê-lo em quantidades superiores às necessitadas para os processos biológicos (9).

QUADRO 3 - Concentração de nutrientes na parte aérea

Espécie	Níveis	PST %	Elementos							
			K	Ca g/100g	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn
<i>S. bicolor</i>	1	4	3,24 a	0,71 a	1,00 a	0,08 b	0,27 b	186,44 a	8,63 a	37,30 a
	2	15	2,73 a	0,91 b	1,12 a	0,11 a	1,58 a	200,22 a	7,03 a	27,93 a
	3	16	3,81 a	0,82	0,98 a	0,10	1,19 a	147,53 a	8,44 a	32,97 a
<i>R. paniculata</i>	1	4	1,97 a	6,65 a	0,55 a	1,12 a	0,49 a	126,78 a	32,09 a	60,12 a
	2	15	1,29 a	6,65 a	0,53 a	1,01 a	0,14 a	143,21 a	31,28 a	51,91 a
	3	15	1,86 a	6,66 a	0,55 a	0,88 a	0,14 a	166,58 a	27,21 a	55,43 a
<i>C. brasiliensis</i>	1	4	2,42 a	3,03 c	4,07 b	0,30 b	0,34 b	188,06 a	11,63 a	28,84 a
	2	15	2,38 a	4,45 a	7,17 a	0,37 b	0,52 b	208,49 a	8,07 a	33,51 a
	3	16	2,26 a	4,16 b	7,97 a	0,57 a	1,08 a	150,45 a	11,44 a	31,35 a
<i>L. leucocephala</i>	1	4	2,47 a	2,42 a	6,08 a	0,39 a	0,26 a	204,92 a	15,57 a	25,39 a
	2	15	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	15	2,82 b	2,33 a	5,63 a	0,40 a	0,26 a	187,25 a	17,26 a	29,72 a

Médias, na mesma coluna, da mesma espécie, com letras distintas, são diferentes entre si pelo teste de Duncan, a 5% de significância

No Quadro 3 observa-se que a concentração de Ca na parte aérea foi maior nos níveis 2 e 3 para a *C. brasiliensis*, tendo a maior concentração ocorrida no nível 2, solo que possui maior salinidade. *S. bicolor* também apresentou aumento na concentração de Ca ao se elevar a CE (Quadro 3).

A inexistência de aumento significativo na concentração de Ca no nível 3 para *R. paniculata* e *L. leucocephala* (Quadro 3) pode ter sido ocasionada pelo alto teor de P no solo (18 ppm). O Ca pode ficar ligeiramente indisponível quando ligado ao fósforo em pH próximo à neutralidade (9).

L. leucocephala apresentou maior absorção de todos os nutrientes no nível 1 (Quadro 4). Essa espécie pode ter como mecanismo de sobrevivência em solos salinos a exclusão de sais. A alta salinidade eleva o potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água, diminuindo, em consequência, a absorção dos nutrientes.

Apenas *C. brasiliensis* apresentou aumento significativo de concentração de Mg, o qual ocorreu no nível 3 (Quadro 3).

S. bicolor teve menor taxa de concentração de S na parte aérea no nível 1, como pode ser observado no Quadro 3. Para a *C. brasiliensis*, a maior concentração de S deu-se no nível 3 (Quadro 3), não havendo diferença significativa entre os níveis 1 e 2, o que pode ser indicativo de influência do Na na absorção do S, já que o nível 3 possui PST mais elevado que o nível 2. *S. bicolor* apresentou a maior absorção de nutrientes no nível 1, não havendo diferença estatística entre os níveis 2 e 3 (Quadro 4). A menor concentração de Na foi observada no nível 1.

Não ocorreu aumento de concentração de Fe, Cu ou Zn na parte aérea das plantas (Quadro 3) ao se elevar os níveis de sodicidade ou salinidade. A assimilação de zinco pelas plantas é maior quando este elemento está associado à matéria orgânica ou quando existe condição de acidez no solo. A deficiência de cobre tende a evidenciar-se em presença de altos valores de matéria orgânica, de íons ferrosos (Fe^{+2}) e condições alcalinas. O teor de ferro aumenta com o incremento da acidez (9). Como não houve variação de pH e matéria orgânica entre os níveis 1, 2 e 3 (Quadro 1), é aceitável que as plantas não tenham aumentado significativamente a concentração desses elementos em seus tecidos.

R. paniculata não apresentou acréscimo significativo na concentração dos elementos estudados (Quadro 3). Também não foi observada diferença estatística na absorção de Ca, Mg e S entre os tratamentos. A absorção de Na foi maior no nível 3 (Quadro 3), evidenciando que essa espécie pode ter como mecanismo de ajustamento osmótico a absorção de Na do solo. Não houve diferença estatística entre os níveis 1 e 2 para a absorção de Cu e Zn. (Quadro 4).

C. brasiliensis apresentou aumento significativo da concentração de todos os macronutrientes, com exceção do K, ao elevar-se a sodicidade

QUADRO 4 - Conteúdo dos nutrientes na parte aérea das plantas

Espécie	Níveis	PST %	Elementos							
			K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn
			mg							
			%							
<i>S. bicolor</i>	1	4	131,6 a	28,8 a	40,6 a	3,2 a	12,9 a	0,743 a	0,034 a	0,150 a
	2	15	35,0 b	11,2 b	15,3 b	1,5 b	14,8 a	0,305 b	0,009 b	0,039 b
	3	16	85,7 ab	17,4 b	20,9 b	2,2 b	19,0 a	0,291 b	0,016 b	0,072 b
<i>R. paniculata</i>	1	4	113,0 a	363,0 a	34,7 a	67,3 a	51,2 b	0,732 b	0,180 a	0,364 a
	2	15	30,4 b	161,0 a	12,6 a	25,8 a	32,5 c	0,336 b	0,075 b	0,123 b
	3	16	-	448,2 a	25,3 a	64,0 a	85,4 a	1,372 a	0,187 a	0,263 ab
<i>C. brasiliensis</i>	1	4	244,6 a	312,8 a	419,3 a	30,8 a	34,8 a	1,988 a	0,132 a	0,296 a
	2	15	105,4 b	200,3 b	321,0 ab	16,2 b	23,2 b	0,911 b	0,035 b	0,148 b
	3	16	72,1 b	129,1 b	246,1 b	17,6 b	35,3 a	0,470 b	0,035 b	0,099 b
<i>L. leucocephala</i>	1	4	280,6 a	273,2 a	691,0 a	44,4 a	30,1 a	1,784 a	0,174 a	0,283 a
	2	15	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	16	161,8 b	134,8 b	323,3 b	23,2 b	14,9 b	0,924 b	0,099 b	0,171 b

Médias, na mesma coluna, da mesma espécie, com letras distintas, são diferentes entre si pelo teste de Duncan, a 5% de significância

(Quadro 3). No entanto, ocorreu maior absorção de Ca, K, S, Fe, Cu e Zn no nível 1 e não houve diferença estatística de absorção desses elementos entre os níveis 2 e 3. A absorção de Mg foi maior estatisticamente no nível 1 do que no 3, mas não ocorreu diferença significativa em relação à absorção de Na nos níveis 1 e 3 (Quadro 4). É possível que essa espécie tenha como mecanismo de ajustamento osmótico o aumento da concentração de sais em seus tecidos, entretanto há redução no crescimento da planta e isso explica por que ocorre maior concentração de nutrientes nos níveis de maior sodicidade, apesar da absorção ser maior no nível 1.

Foi observada variação muito grande na absorção de Na no tratamento 3, mas não foi verificada no nível 1. É possível que as plantas de uma mesma espécie apresentem níveis de tolerância à salinidade e sodicidade diferentes, em virtude da variabilidade genética das sementes utilizadas no experimento.

CONCLUSÕES

a) *C. brasiliensis* foi a espécie que apresentou o maior potencial de imobilização de sais em seus tecidos.

b) *L. leucocephala* mostrou baixo poder de absorção de sais do solo em níveis elevados de sodicidade.

c) É possível trabalhar com *S. bicolor*, *R. paniculata* e *L. leucocephala* em solos com CE de até 6,19 dS m⁻¹, considerando perda de até 50% na produção de matéria seca de *S. bicolor* e de *L. leucocephala*.

d) *S. bicolor* foi a espécie que se mostrou mais sensível à salinidade do solo e *R. paniculata*, a mais adaptada a condições de altos valores de sódio trocável do solo.

REFERÊNCIAS

1. ALCÂNTARA, P.B. Plantas forrageiras: gramíneas & leguminosas. São Paulo, Nobel, 1980. 150 p.
2. AYERS, R.S. & WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros & F.A.V. Damasceno. Campina Grande, UFPB, 1991. 218 p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem 29).
3. CAVALCANTE, A.M.B. & PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídricos e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocphala* (Lam.) de Wit. Pesq. Agropec. Bras., 30:281 – 9, 1995.
4. DAKER, A. Irrigação e drenagem: a água na agricultura. 7ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1988. Vol.3, 543 p.
5. FRAÇOIS, L.E.; DONOVAN, T.J & MAAS, E.V. Salinity effects on seed yield, growth and germination of grain sorghum. Agron. Jour. 76: 741 - 4, 1984.
6. FRAÇOIS, L.E. Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. Jour. 86:233-7, 1994.

7. FRAÇOIS, L.E. Salinity effects on four sunflower hybrids. *Agron. Jour.* 88: 215-9,1996.
8. EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed.. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
9. JORGE, A.J. Solo: manejo e adubação: compêndio de edafologia. 2ª ed. São Paulo, Nobel, 1983. 314 p.
10. MAAS, E.V. Salt tolerance of plants. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, Paraíba, 1997. Anais, Paraíba, SBEA, 1997. p.125-33.
11. MAAS, E.V. & HOFFMAN G.J. Crop salt tolerance – current assessment. *Jour. Irrigation and Drainage Engineering*, 103:115 – 34, 1997
12. MALAVOLTA, E.; VITTI, C.G & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 210 p.
13. OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, Paraíba, 1997. Anais, Paraíba, SBEA, 1997. p.1-32.
14. POSTEL, S. Water for agriculture: Facing the limits. Washington, Wordwatch Institute, 1989. 54 p. (Wordwatch Paper 93).
15. PRISCO, J.T. Alguns aspectos da fisiologia do “stress” salino. *Revta. Brasil. Bot.* 3:85 - 94, 1980.
16. RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343 p.
17. SANTOS, R.V. & HERNANDEZ, F.F.F. Recuperação de solos afetados por sais: In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, Paraíba, 1997. Anais, Paraíba, SBEA, 1997. p.319-56