



Desenvolvimento de plantas adultas de cajueiro anão precoce irrigadas com águas salinas

Eliézer de A. Guilherme¹; Claudivan F. de Lacerda²; Marlos A. Bezerra³;
José T. Prisco⁴ & Enéas Gomes-Filho⁵

¹ Departamento de Ciências do Solo/UFC, Campus do Pici, Bloco 807. Fortaleza, CE. Fone (85) 4008-9686. E-mail: eliezer345@yahoo.com.br

² Departamento de Engenharia Agrícola/UFC. E-mail: cfeitosa@ufc.br

³ Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: marlos@cnpat.embrapa.br

⁴ Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular/UFC. E-mail: jtprisco@superig.com.br; egomesf@ufc.br

⁵ UEPB/DHG, R. Oscar Guedes de Moura, 70, Bodocongó, CEP 58.109-115, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3333-3860. E-mail: marciarqaa@ibest.com.br

Protocolo 83

Resumo: Problemas de salinidade são comuns em regiões áridas e semi-áridas como o Nordeste do Brasil, onde grandes segmentos populacionais têm, no caju, importante fonte de renda. Com o objetivo de avaliar a influência da salinidade no cultivo de cajueiro anão-precoce, plantas do clone CCP 76, com cerca de sete anos, foram irrigadas durante nove meses com água contendo diferentes níveis de sais (CE = 0,5; 1,5; 3,0; 6,0 e 9,0 dS m⁻¹). Neste período, foram avaliados o crescimento vegetativo (altura da planta e diâmetro da copa), as trocas gasosas (fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração) e os teores foliares de K, P, Ca e Na. Os níveis de salinidade da água de irrigação não afetaram as trocas gasosas e favoreceram o crescimento vegetativo das plantas adultas. As trocas gasosas e os teores de minerais nas folhas variaram ao longo do período experimental, parecendo resultar de mudanças no ambiente e na idade fisiológica das folhas amostradas. O teor de Na nas folhas aumentou em função da salinidade da água de irrigação, porém não atingiu o limite de toxidez da espécie.

Palavras-chave: salinidade, fotossíntese, crescimento

Development of adult cashew plants in response to irrigation with saline water

Abstract: Salinity problems are common in arid and semi-arid regions as in Northeast Brazil. In this region a great number of people rely on cashew production as an important source of income. Aiming to study the influence of salinity on growth of dwarf cashew plants, seven years old plants of the clone CCP 76 were irrigated during nine months with water containing different salt levels (EC = 0.5, 1.5, 3.0, 6.0 and 9.0 dS m⁻¹). During this period, vegetative growth (plant height and diameter of the canopy), gas exchange (net photosynthesis, stomatal conductance and transpiration), and leaf K, P, Ca and Na contents were measured. The salinity levels of the irrigation water used in the present study did not affect gas exchange but enhanced vegetative growth of the adult plants. Gas exchange and mineral contents of leaf varied along the experimental period, appearing to result from environmental changes as well as from the physiological age of the sampled leaves. Leaf Na content increased with salinity of the irrigation water, but did not reach the toxicity level for this species.

Key words: salinity, photosynthesis, plant growth

INTRODUÇÃO

A região semi-árida do Nordeste do Brasil, além da escassez de recursos hídricos para atender às necessidades da população (consumo, irrigação, indústrias etc.), também se

defronta com o problema do alto teor de sais, em grande parte das fontes de água subterrânea (poços) e superficiais (açudes de pequeno e médio portes e lagoas) que, muitas vezes, as tornam inadequadas para a irrigação e até para outros usos; além disso, a concentração salina dessas águas, principalmente

dos pequenos e médios reservatórios, aumenta durante o período seco, quando o volume de água é significativamente reduzido (Wright, 1981).

Embora existam no mundo muitos exemplos de sucesso no cultivo de plantas irrigadas com águas salinas, mediante manejo adequado do solo, rotação de culturas e uso de diferentes fontes de água, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta (Rhoades, 1984; Oster et al., 1984; Sharma & Rao, 1998), poucas são as experiências no semi-árido brasileiro (Lima, 1997), especialmente com espécies perenes em experimentos de longo prazo. Essas espécies, notadamente as fruteiras, ocupam lugar de destaque na economia regional e seus cultivos estão, cada vez mais, ligados à agricultura irrigada, resultando no aumento da demanda por água de superior qualidade, o que tornará necessário o uso alternativo de fontes salinas.

Dentre as fruteiras de destaque no estado do Ceará, o cajueiro, com mais de 360.000 ha plantados e uma produção de 102.000 ton, representando 65% do total produzido no Brasil (IBGE, 2003), tem elevada importância econômica, representando uma fatia considerável das exportações e da economia do estado. Nesta espécie, tem-se observado redução na área foliar e na matéria seca de mudas enxertadas, em função da salinidade da água de irrigação (Bezerra, 2001); entretanto, este efeito parece depender da forma de aplicação da água, visto que a irrigação de mudas dos mesmos clones com água salina de até 3,0 dS m⁻¹, aplicada no pé da planta, não provocou mudanças no desempenho fotossintético das plantas, o que favoreceu a manutenção do crescimento e da produção de matéria seca das mudas de cajueiro anão-precoce (Bezerra et al., 2002). Esses estudos, porém, foram realizados com plantas jovens (mudas com até 90 dias), em tubetes, e mantidas em ambientes cobertos. Estudos de campo que visem analisar o impacto da aplicação de águas salinas no cultivo de plantas, em particular desta espécie, e as alterações observadas no solo, poderão contribuir, fundamentalmente, para trabalhos posteriores, com vistas à utilização e ao manejo racional dos recursos hídricos e salinos da região.

Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar a influência do uso de água salinizada na irrigação de plantas adultas de cajueiro anão-precoce, analisando-se o crescimento vegetativo (diâmetro da copa e altura da planta), as trocas gasosas (taxa fotossintética líquida, condutância estomática e transpiração) e os teores de minerais nas folhas (Na, K, Ca e P).

MATERIAL E MÉTODOS

Condições de crescimento e tratamentos

O experimento, com duração de nove meses, foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE (4° 10' S; 38° 27' W, 60 m), em solo com predominância de Areias Quartzosas distróficas. O pomar foi formado a partir de mudas enxertadas do clone CCP 76 sobre o CCP 06, plantadas no final de 1997. No final de 2003, as plantas receberam poda drástica, deixando-se apenas o caule principal.

O experimento obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, em arranjo fatorial 5 x 5, com o primeiro fator correspondendo às épocas de amostragem e o segundo aos tratamentos salinos. O

espaçamento utilizado foi 8 x 6 m, com quatro plantas por parcela, em uma área de aproximadamente 0,4 ha.

As plantas foram irrigadas com águas de diferentes concentrações de sais, correspondendo aos seguintes tratamentos: água do poço (cerca de 0,5 dS m⁻¹), 1,5, 3,0, 6,0 e 9,0 dS m⁻¹. Para o preparo das soluções salinas, utilizaram-se dos sais NaCl e CaCl₂ na proporção de 7:3, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mmol_c L⁻¹ = CE x 10), extraída de Rhoades et al. (1992). A preparação das águas foi realizada em reservatórios de PVC, específicos para cada condutividade. Após cada formulação, realizaram-se análises das águas para ajuste da condutividade elétrica. A quantidade aplicada, via microaspersão, foi de 50 L planta⁻¹, a cada dois dias (Oliveira, 2002). A adubação foi realizada de acordo com o sistema preconizado pela Embrapa Agroindústria Tropical.

Obtiveram-se os dados de crescimento (diâmetro médio da copa e altura da planta) e os teores de nutrientes minerais em intervalos de aproximadamente três meses, coincidindo com as fases fenológicas 1, 2 e 5 (Tabela 1), que correspondem, respectivamente, aos estádios fisiológicos em que as plantas estavam em repouso vegetativo, com forte dreno em virtude da retomada do crescimento vegetativo e com forte dreno em virtude do início do enchimento dos frutos. A fotossíntese líquida, a condutância estomática e a taxa de transpiração, foram determinadas em todas as fases fenológicas. As medições das trocas gasosas foram realizadas em folhas completamente desenvolvidas, utilizando-se de um analisador de gás no infravermelho IRGA (LCI System, ADC, Hoddesdon), em sistema aberto, com fluxo de ar de 200 mL min⁻¹. As medições ocorreram sempre entre 8 e 11 h, com radiação saturante, na temperatura e umidade ambiente.

As análises foram realizadas em diferentes fases fenológicas da cultura, conforme constam na Tabela 1.

Tabela 1. Épocas das coletas de dados e fases fenológicas das plantas de cajueiro anão precoce

Épocas das coletas de dados das plantas	Fase fenológica
Março	1. Plantas com todas as folhas do ano anterior
Junho	2. Plantas com quase todas as folhas do ano anterior
Julho	3. Plantas com cerca de 5% de folhas novas
Agosto	4. Plantas com cerca de 80% de folhas novas e início da floração
Setembro	5. Plantas com 100% de folhas novas e início da frutificação

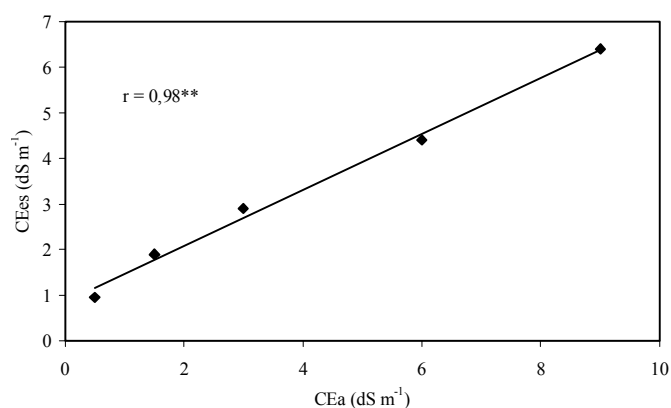
Para determinação dos teores dos elementos minerais (Na, K, Ca e P), folhas completamente expandidas, retiradas em quatro pontos do terço médio externo da copa foram postas para secar em estufa com circulação de ar forçada, a 60 °C e, em seguida, finamente moídas e armazenadas em lugar seco. Os extratos foram preparados segundo Miyazawa et al. (1984). Os teores de Na e K foram determinados por fotometria de chama, os de Ca por espectrofotometria de absorção atômica e o de P por colorimetria (Malavolta et al., 1989), sendo os resultados expressos em g por Kg de matéria seca (MS).

Amostras de solo compostas de quatro sub-amostras para cada tratamento, retiradas na profundidade de 0,0 a 0,40 m, foram utilizadas para realização das análises químicas (Silva, 1999).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se do programa SAEG (Sistema de Análises e Estatísticas e Genéticas) (Ribeiro Junior, 2001) e os dados ajustados pela análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A salinidade do solo aumentou, linearmente, em função do nível de sais da água de irrigação (Figura 1). No nível mais elevado de sais aplicado na água de irrigação, a salinidade do solo atingiu, em média, $6,4 \text{ dS m}^{-1}$, valor este considerado acima do limite de classificação de solos salinos (Richards, 1954). É muito provável que as precipitações entre março e junho e a boa drenagem do solo, tenham evitado maior acúmulo de sais no período avaliado.



** significativo ao nível de 1 % de probabilidade

Figura 1. Correlação entre a salinidade da água de irrigação (CEa) e a salinidade do extrato de saturação do solo (CEes) na camada de 0,0 a 0,40 m, após nove meses de experimento.

A salinidade influenciou apenas os teores de Ca^{++} e Na^+ e as variáveis de crescimento, não se observando qualquer diferença significativa entre os tratamentos para os teores de K^+ e P, nem para as trocas gasosas (Tabela 2). Por outro lado, ocorreram diferenças significativas para todas as variáveis avaliadas em relação à época de medição.

O aumento dos níveis de sais na água de irrigação favoreceu o crescimento vegetativo das plantas de cajueiro em todas as

épocas amostradas, sendo que se constatou, na medição realizada em setembro, um incremento na altura da planta de 17% no tratamento com maior nível de sais, em relação ao menor nível (Figura 2), sugerindo que, ao invés de provocar os efeitos osmóticos e tóxicos associados aos elevados níveis de sais na água, os sais aplicados contribuíram para um funcionamento mais adequado das plantas. Também se sugere que as plantas adultas de cajueiro não estavam consumindo apenas a água aplicada de forma localizada, podendo haver raízes absorvendo água de melhor qualidade de camadas mais profundas.

Os teores dos quatro elementos analisados variaram em função da época de coleta, o que reflete os seus diferentes graus de mobilidade em função da idade do dossel e do padrão de armazenamento dos mesmos nas folhas, em função do

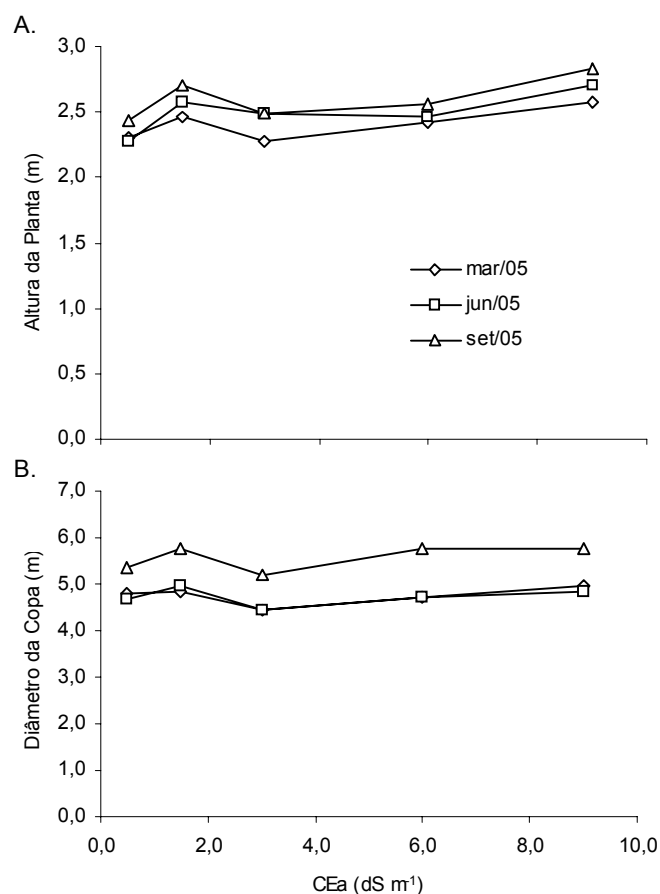


Figura 2. Altura da planta (A) e diâmetro médio da copa (B) de plantas de cajueiro anão precoce, em função da época e da salinidade da água de irrigação

Tabela 2. Valores de quadrados médios para as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro da copa (DC), fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s), e teores foliares de Na, K, Ca e P

Fontes de variação	Quadrado Médio								
	AP	DC	A	E	g_s	Na	K	Ca	P
Tratamento	0,240**	0,516*	6,920 ns	0,676 ns	0,0107 ns	0,348*	0,450 ns	0,732*	0,067 ns
Época	0,188**	4,607**	76,160**	42,88**	0,0709**	9,030**	64,008**	6,030**	1,214**
Tratamento x Época	0,010 ns	0,039 ns	1,871 ns	0,910 ns	0,0026 ns	0,104 ns	0,146 ns	0,453 ns	0,040 ns
Resíduo	0,029	0,184	3,042	0,838	0,0047	0,118	0,310	0,254	0,032
CV (%)	6,9	8,6	18,8	15,4	18,5	16,0	10,8	21,0	20,2

*Significativo pelo teste F a 5%; **Significativo pelo teste F a 1%; ns = Não significativo

desenvolvimento fenológico das plantas (Figura 3). Os teores de K foram os maiores dentre os íons analisados, o que está de acordo com suas funções na planta, porém para este íon, os valores encontrados nas folhas das fases 2 e 5 estão abaixo dos encontrados por Lima (1988). Os teores de K não foram influenciados pela salinidade da água de irrigação, mas decresceram de março para junho e setembro, o que reflete a mobilização deste nutriente para os novos órgãos em formação (ramos em junho e frutos em setembro) (Marschner, 1995). Os teores de P apresentaram comportamento similar aos do K, porém os valores encontrados são considerados similares aos observados tanto durante o crescimento vegetativo como na fase pré-reprodutiva (Lima, 1988).

Diferentemente do K e P, os teores de Na e Ca aumentaram entre março e junho (Figura 3), refletindo o maior tempo de acúmulo pelo fluxo transpiratório e a presença desses dois elementos na água de irrigação. Os teores de Ca e de Na aumentaram, também, com o aumento da salinidade da água de irrigação, sendo que os incrementos nos teores de Ca ocorreram apenas nas duas primeiras épocas de amostragem, período em que a maior parte das folhas era proveniente de fluxos vegetativos do ano anterior, enquanto os aumentos nos teores de Na foram independentes da época amostrada; entretanto, os teores foliares de Na não atingiram o limite de toxicidade da espécie, visto que não se observou influência negativa sobre o desenvolvimento da planta. É possível sugerir que os aumentos nos teores desses dois íons contribuíram para o aumento no crescimento vegetativo da planta (Figura 2), pois o Ca é um elemento essencial para a formação das paredes celulares e o Na, que está em maior disponibilidade no solo, pode substituir o K em algumas funções menos específicas deste último (Taiz & Zieger, 2002; Lacerda, 2005).

As taxas de fotossíntese líquida e transpiração foram influenciadas pela época de amostragem (Tabela 2 e Figura 4), refletindo tanto alterações na demanda evaporativa do ar quanto na fase fenológica das plantas. Observou-se aumento na transpiração a partir de julho, atingindo valores próximos de $8,0 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em setembro, em função do maior déficit de pressão de vapor nesse período. Maiores valores da taxa fotossintética líquida foram observados em setembro, estando esta resposta associada ao maior grau de abertura estomática e à maior demanda por fotoassimilados para prover o processo de frutificação. Por exemplo, as taxas de fotossíntese e condutância estomática no mês de setembro foram, respectivamente, 37 e 33% superiores àquelas observadas no mês de março. Por outro lado, não se observaram efeitos significativos da salinidade da água de irrigação nas trocas gasosas, sugerindo a pouca influência do estresse osmótico no presente estudo; isto fortalece, também, a idéia de que as plantas poderiam estar absorvendo água de camadas mais profundas, aliviando um provável efeito osmótico nas camadas influenciadas pela irrigação localizada.

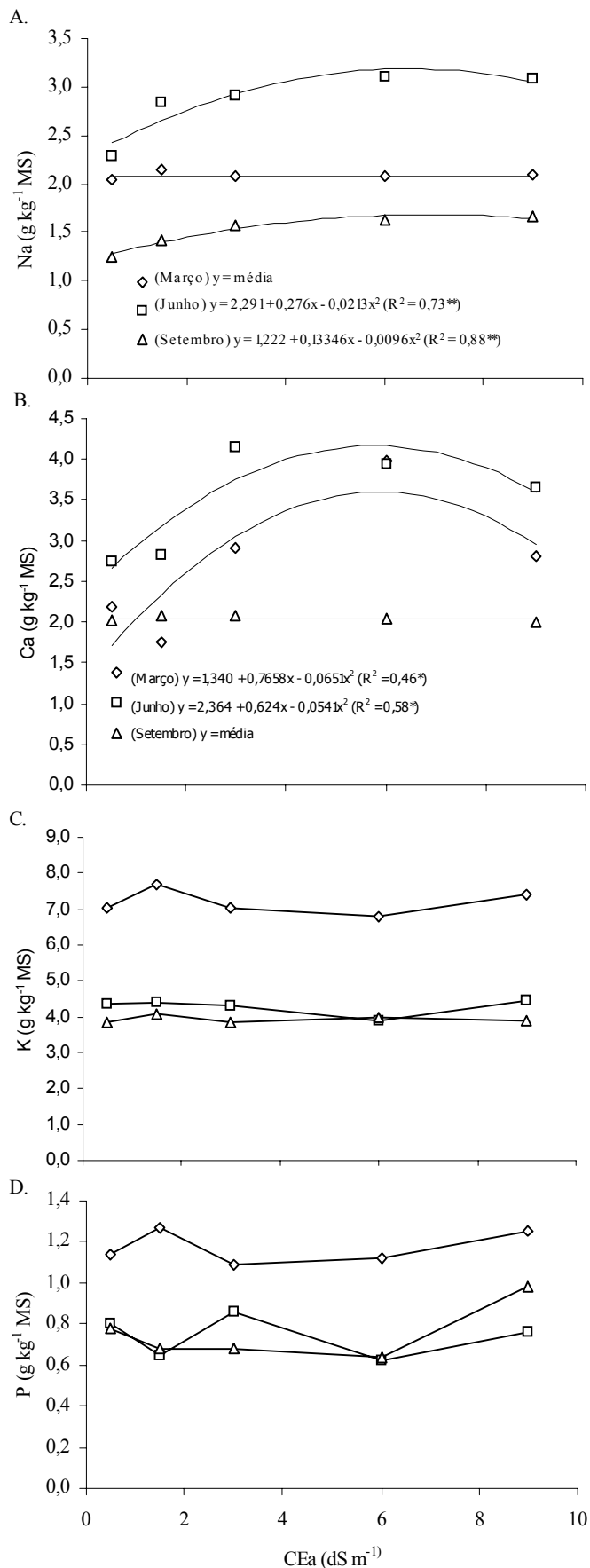


Figura 3. Teores foliares de Na (A), Ca (B), K (C) e P (D) de plantas de cajueiro anão precoce, em função da época e da salinidade da água de irrigação

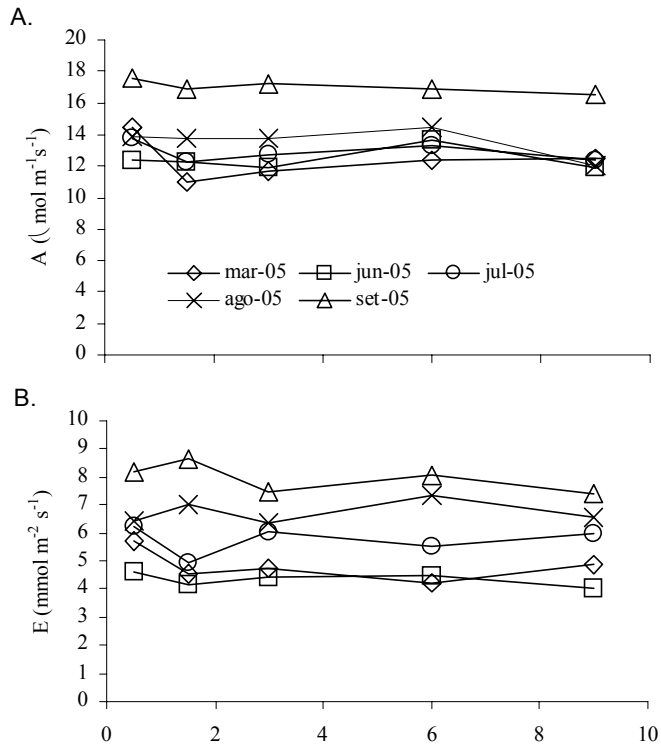


Figura 4. Taxas de fotossíntese líquida (A) e de transpiração (E) (B) de plantas de cajueiro anão precoce, em função da época e da salinidade da água de irrigação

CONCLUSÕES

1. Os níveis de salinidade da água de irrigação empregados no presente estudo não influenciaram as trocas gasosas, mas favoreceram o crescimento vegetativo de plantas adultas de cajueiro anão precoce.
2. As trocas gasosas e os teores de nutrientes foram influenciados pela época de medição, como reflexo de mudanças no ambiente e no estágio fenológico das plantas.
3. Os teores de Na nas folhas aumentaram em função da salinidade da água de irrigação, sem serem observados sintomas de toxidez nas plantas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à FUNCAP, o apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

Bezerra, I.L. Produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, usando águas de diferentes salinidades. Campina Grande: UFPB, 2001. 85p. Dissertação Mestrado

Bezerra, M.A.; Santos, F.J.S; Moraes, H.M.M.; Lacerda, C.F.; Gomes Filho, E. Fotossíntese de cajueiro-anão-precoce submetido à estresse salino. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD Rom

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. www.sidra.ibge.gov.br. 14 Out. 2003.

Lacerda, C.F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: Nogueira, R.J.M.C.; Araújo, E.L.; Willadino, L.G.; Cavalcante, U.M.T. (ed.). Estresses ambientais: danos e benefícios às plantas. Recife: MXM Gráfica e Editora, 2005. p.127-137.

Lima, V.P.M.S. A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil. Fortaleza: BNB, 1988. 486p.

Lima, L.A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: Gheyi, H.R.; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.F. (ed.). Simpósio “Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada”. 1997, Campina Grande: UFPB, 1997. p.113-136.

Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

Miyazawa, M.; Pavan, M.A.; Bloch, M.F.M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. Ciência e Cultura, São Paulo, v.36, p.1953-1958, 1984.

Oliveira, V.H. de. (ed.). Cultivo do cajueiro anão precoce. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 40p. Sistema de produção n° 1

Oster, J.D.; Hoffman, G.J.; Robinson, F.E. Management alternatives: crops, water, and soil. California Agriculture, Berkeley, v.36, p.29-32, 1984.

Rhoades, J.D. Use of saline water for irrigation. California Agriculture, Berkeley, v.36, p.42-43, 1984.

Rhoades, J.P.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 1992. 133p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48

Ribeiro Júnior, J.I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: Editora UFV, 2001. 301p.

Richards, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Riverside: US Salinity Laboratory Staff. U.S. Department of Agriculture. 1954. 160p. Handbook n° 60.

Sharma, D. P.; Rao, K.V.G.K. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.48, n.4, p.287-295, 1998.

Silva, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

Taiz, L.; Zeiger, E. Plant physiology. 3 ed. California: Sinauer Associates, Inc., 2002. 690p.

Wright, S. Alguns dados da física e da química das águas dos açudes nordestinos. Boletim Técnico/DNOCS, Fortaleza, v.39, n.1, p.21-31, 1981.