

Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Brasil

Soares, Frederico A. L.; T. Carneiro, Paulo; Gomes, Everaldo Mariano; Gheyi, Hans R.; D. Fernandes,
Pedro

Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 3, núm. 2, abril-junio, 2008, pp. 151-156

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119017431010>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Frederico A. L. Soares²

Paulo T. Carneiro³

Everaldo Mariano Gomes⁴

Hans R. Gheyi⁵

Pedro D. Fernandes⁵

Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas¹

RESUMO

Espécies vegetais, cultivadas sob irrigação em áreas semi-áridas, estão propensas aos efeitos adversos dos sais solúveis e sódio trocável na zona radicular, culminando em redução no seu crescimento e na produção, a níveis antieconômicos. Assim, se estudaram, no Vale do Rio Piranhas, em Sousa, PB, entre dezembro de 1999 e setembro de 2000, os efeitos de cinco níveis de condutividade elétrica da água (CEa: 0,2, 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0 dS m⁻¹, a 25 °C) sobre o crescimento e a produção do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) sob irrigação suplementar, em um ensaio inteiramente casualizado, com quatro repetições. As plantas, espaçadas 3,0 x 2,5 m, foram irrigadas durante 10 dias na fase final, diariamente por gotejamento, e as lâminas dimensionadas através de Tanque Classe A, usando-se os coeficientes de correção do tanque (Kp = 0,50), coeficiente de cultura (Kc = 0,80) e coeficiente de sombreamento (Ks = 0,19 e 0,30). A irrigação suplementar com água de salinidade de 5,0 dS m⁻¹ não promoveu redução significativa nas variáveis estudadas (diâmetro de caule, período para poda da haste principal e dos ramos secundários, produção total e comercial, número de frutos totais e comercial, peso médio do total de frutos e de frutos comercializáveis do maracujazeiro amarelo).

Palavras-chave: *Passiflora edulis*, salinidade, irrigação

Growth and production of yellow passion fruit under supplemental irrigation with saline water

ABSTRACT

Vegetable species cultivated under irrigation in semi-arid areas are subjected to the adverse effects of soluble salts and exchangeable sodium in the root zone, resulting in reduction of growth and production. In this context in the Valley of Rio Piranhas, in Sousa - PB, during December, 1999 to September, 2000, the effects of five levels of electrical conductivity of the water (ECw: 0.2, 2.0, 3.0, 4.0 and 5.0 dS m⁻¹ at 25 °C) on the growth and the production of the yellow passion fruit plant (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) under supplemental irrigation were studied in a completely randomized experimental design, with four repetitions. The plants, spaced 3.0 x 2.5 m, were drip irrigated daily, and the depth was calculated using data of Tank Class A, using the coefficients of correction (Kp - 0.50), crop coefficient (Kc - 0.80) and shade coefficient (Ks - 0.19 and 0.30). Supplemental irrigation with water of salinity of 5.0 dS m⁻¹ did not promote any significant reduction in analyzed variables (stem diameter, the time necessary to prune main stem and the secondary branches, the total and commercial production, the total and commercial number of fruits, and the mean weight of total fruits and the commercial fruits of the passion fruit plant).

Key words: *Passiflora edulis*, salinity, irrigation

² Prof., Faculdade de Tecnologia CENTEC - Sobral, Av. Dr. Guarany, 317, Betânia, CEP 62040-730, Sobral, CE. E-mail: fredalsoares@hotmail.com

³ Doutorando em Irrigação e Drenagem, UFCG/CTRN/UAEG, Campina Grande, PB

⁴ Prof., Escola Agrotécnica Federal de Sousa, PB E-mail: everaldo@newline.com.br

⁵ Prof., UFCG/CTRN/UAEG, Campina Grande, PB. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br; pdantas@deag.ufcg.edu.br

¹ Extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à UFCG. Trabalho realizado com apoio financeiro do CNPq

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como produtor e exportador de frutos de maracujá, sendo o Nordeste responsável por 61,3% da produção nacional, destacando-se os Estados da Bahia (55,1%), do Ceará (2,8%) e de Sergipe (11,1%) (IBGE, 2006); além disso, aumentam as perspectivas de exploração dessa cultura na região, pois há possibilidades de implantação de novas áreas com fruticultura irrigada. Há de se considerar que, de acordo com Nápoles (1998), a irrigação é a principal atividade agrícola consumidora de água e o seu manejo eficiente poderá resultar em economia de recursos hídricos e energéticos, otimização dos insumos agrícolas e em maior retorno econômico, além de ser um dos fatores que mais limitam a produção biológica e econômica das culturas; como a região semi-árida do Nordeste brasileiro é caracterizada por apresentar precipitações pluviométricas irregulares e concentradas, e que, aliadas às altas demandas evaporativas proporcionam déficits hídricos na maioria dos meses do ano, faz-se necessária recarga artificial complementar.

Evidências “in loco” têm mostrado, no entanto, que em grande parte das áreas onde é utilizada irrigação há um completo desconhecimento dos parâmetros de manejo, sendo estes baseados em informações meramente empíricas e sem nenhuma precisão técnica, o que demonstra uma notória negligência e/ou desconhecimento por parte dos irrigantes no que diz respeito aos riscos de degradação ambiental. Este descompasso tem resultado em aumento da salinização em áreas agrícolas e até causado o abandono de áreas antes produtivas.

Considerando-se, ainda, o fato de que o recurso água em qualidade e quantidade está cada vez mais escasso e que, de maneira geral, é na irrigação o seu maior consumo, o uso de práticas que visem a utilização de águas de qualidade inferior deve ser adotado no manejo de cultivos, haja vista que a salinidade do solo progride quando a quantidade de sais que nele é incorporada pela água de irrigação se torna maior que a quantidade removida pela água de drenagem (Scalopi & Brito, 1986). A rapidez com que os sais se acumulam na zona radicular é determinada pela lâmina de água aplicada na irrigação, pelo método de irrigação, tipo de drenagem, tipo de solo, condições edafoclimáticas do local e, principalmente, pelo teor de sais na água e pelo tipo de sal nela contido (Richards, 1954).

Além disso, o estresse salino, segundo Tester & Davenport (2003), inibe o crescimento e o desenvolvimento das plantas por efeito osmótico, restringindo a disponibilidade de água por toxicidade e/ou desordem nutricional, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas em plantas superiores, entre as quais estão fruteiras, que sofrem efeitos nocivos dos sais, tanto em função da concentração como da espécie iônica; isto significa que o rendimento das plantas pode ser diferencialmente afetado, seja pelos níveis salinos de uma mesma fonte ou pelo mesmo índice de diferentes sais (Strogonov, 1964; Cordeiro, 1997).

Soares et al. (2006), irrigando plantas de maracujazeiro amarelo com águas salinas, variando de 1,0 a 5,0 dS m⁻¹, contendo Na:Ca:Mg, na proporção equivalente 7:2:1, em casa de vegetação, observaram decréscimo significativo na produção em águas de salinidade superiores a 1,0 dS m⁻¹. Andrade

(1998), entretanto, não constatou efeito significativo da salinidade da água no diâmetro caulinar nem no número de dias para podar a haste principal e dos ramos secundários das plantas de maracujazeiro amarelo cultivadas em condições de campo, após irrigação com águas salinas até 2,5 dS m⁻¹ de condutividade elétrica.

Sabendo-se da relevância socioeconômica do cultivo de maracujá para o Brasil e, sobretudo, para o Nordeste do País, como também da seriedade dos problemas de salinidade para a agricultura irrigada nesta região, conduziu-se este experimento, em condições de campo, objetivando-se estudar os efeitos da salinidade da água de irrigação aplicada em caráter suplementar sobre o crescimento e a produção do maracujazeiro amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudaram-se os efeitos da salinidade da aplicação de água salina em caráter suplementar (durante 100 dias na fase final do ciclo), em plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.), cujas mudas foram produzidas sob estresse salino, na Estação Experimental da EMEPA.

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 1999 a setembro de 2000, na Escola Agrotécnica Federal de Sousa, no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, distrito de Sousa, PB, no Vale do Rio Piranhas, situada nas coordenadas geográficas 6°50' de latitude Sul, 38°19' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude média de 235 m. No período do experimento a precipitação pluviométrica foi de 800,50 mm (janeiro a maio de 2000) e se aplicou um total de 141,8 mm de irrigação suplementar (junho a setembro de 2000) através dos tratamentos. Os valores médios de temperatura média, máxima e mínima e da umidade relativa foram, respectivamente, 25,8, 31,7, 20,3 °C e 63,1%.

O solo da área experimental é aluvial de textura ‘franco arenoso’, não salino e não sódico, cujas características químicas, determinadas de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997), estão apresentadas na Tabela 1.

Os tratamentos consistiram na complementação das necessidades hídricas da cultura através de cinco níveis de salinidade da água de irrigação, denominados N₁, N₂, N₃, N₄ e N₅, correspondendo, respectivamente, às condutividades elétricas da água (CEa) de irrigação de 0,2 (água do açude local), 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0 dS m⁻¹ a 25 °C, empregando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, constituindo-se a parcela de seis plantas, das quais três consideradas úteis.

As águas de irrigação foram preparadas pela adição de cloreto de sódio na água de abastecimento, de maneira a se obter o valor desejado da condutividade elétrica (CEa), sendo a quantidade de NaCl (Q^{de} de NaCl) determinada utilizando-se da Eq. 1, citada por Richards (1954) e se levando em consideração a condutividade elétrica da água do açude. A composição química das águas de irrigações após preparação está descrita na Tabela 2.

$$Q^{\text{de}} \text{ de NaCl (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$$

Tabela 1. Características químicas do solo, nas profundidades 0-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,45 m**Table 1.** Chemical characteristics of the soil, in 0-0.15, 0.15-0.30 and 0.30-0.45 m depths

Características ¹	Profundidade (cm)		
	0-15	15-30	30-45
Complexo Sortivo (cmol_c kg⁻¹)			
Ca ²⁺	8,57	8,26	6,96
Mg ²⁺	5,89	5,97	6,17
Na ⁺	0,27	0,26	0,22
K ⁺	0,49	0,40	0,39
H ⁺	2,96	2,09	1,37
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00
CTC	18,19	16,97	15,11
PST (%)	1,48	1,53	1,46
pH em água (1:2,5)	6,87	7,00	7,07
CE _{12,5} (dS m ⁻¹)	0,18	0,12	0,29
Extrato de Saturação (mmol_c L⁻¹)			
Cl ⁻	4,00	3,35	3,20
CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	0,00
SO ₄ ²⁻	Ausente	Ausente	Ausente
HCO ₃ ⁻	3,88	3,02	2,78
Ca ²⁺	2,80	1,50	1,25
Mg ²⁺	4,00	3,35	2,80
Na ⁺	2,74	2,49	2,57
K ⁺	1,02	0,42	0,31
pH _{es}	6,56	6,50	6,57
CE _{es} (dS m ⁻¹)	0,75	0,54	0,49
RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	1,49	1,60	1,81
Classificação em relação à salinidade	Não salino/não sódico		

¹CTC - capacidade de troca de cátions; PST - percentagem de sódio trocável; pH_{es} - pH do extrato de saturação; CE_{es} - condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS - relação de adsorção de sódio

Tabela 2. Características químicas da água de irrigação utilizada em diferentes tratamentos**Table 2.** Chemical characteristics of irrigation water utilized in different treatments

Características	CEa (dS m ⁻¹)				
	0,2	2,0	3,0	4,0	5,0
pH	9,49	9,53	7,71	8,64	7,40
Ca (mmol _c L ⁻¹)	0,61	0,45	0,66	0,46	0,90
Mg (mmol _c L ⁻¹)	0,98	1,25	1,04	1,34	1,04
Na (mmol _c L ⁻¹)	0,96	21,97	32,97	40,97	49,97
K (meq L ⁻¹)	0,22	0,24	0,24	0,26	0,26
CO ₃ (mmol _c L ⁻¹)	0,24	0,18	0,16	0,44	0,34
HCO ₃ (mmol _c L ⁻¹)	1,65	1,69	1,77	1,54	1,78
Cl (mmol _c L ⁻¹)	0,68	18,20	26,10	36,95	43,95
SO ₄ (mmol _c L ⁻¹)	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus

As plantas foram irrigadas através de um sistema de irrigação por gotejamento, constituído de cinco unidades independentes, uma para cada tratamento, utilizando-se de gotejadores autocompensantes com vazão de 2,4 L h⁻¹, espaçados entre si 0,5 m e distanciados das plantas a 0,10 m. As irrigações foram efetuadas diariamente e no final da tarde, e as lâminas foram estimadas através de dados de evaporação de Tanque Classe A, utilizando-se de correções mediante o coeficiente do Tanque (Kp = 0,5), da cultura (Kc = 0,80) e de sombreamento (Ks = 0,19, até 180 dias após o transplantio, e 0,30 a partir de 181 dias, segundo recomendações de Ruggiero et al., (1998) com uma média por planta de 9,5 L de água por dia.

As mudas foram transplantadas com idade de 80 dias, n espaçamento de 3,0 m entre plantas por 2,5 m entre linhas coincidindo com o início do período das chuvas, fazendo com que as irrigações regulares com os respectivos tratamentos somente fossem iniciadas aos 180 DAT.

Realizaram adubação nitrogenada, fosfatada e potássica com base na análise do solo e na recomendação apresentada por Teixeira (1994), incorporando-se, a cada planta, 480 g de N, 320 g de P₂O₅ e 720 g de K₂O, aplicados em duas vezes em partes iguais, e se realizando a primeira aplicação após cessarem as chuvas, aos 180 DAT, e a segunda aplicação 24 DAT.

Avaliou-se a evolução da salinidade do solo em função da qualidade da água de irrigação nas profundidades de 0-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,45 m, procedendo-se, no final do experimento, análises de pH da pasta de saturação, condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) a 25 °C, cátions (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺) e ânions (Cl⁻, CO₃²⁻ e HCO₃⁻) solúveis, de acordo com a metodologia proposta por Richards (1954) e pelo EMBRAPA (1997).

A colheita dos frutos foi feita ao atingirem o estágio de maturação, estendendo-se até 270 DAT. O crescimento das plantas foi avaliado mediante o diâmetro de caule, a 0,20 m do colo da planta, tempo de poda da haste principal, através do número de dias gastos para atingir altura de 1,80 m; e dos ramos secundários, também pelo número de dias gastos para cada ramo alcançar comprimento de 1,25 m; e o rendimento em produção total e comercial; número de frutos total e comercial e peso médio do total de frutos e dos frutos comercializáveis, considerando-se fruto comercial aquele com massa superior a 87 g (fruto tipo Extra), conforme a fonte do ITAL apud Ruggiero et al. (1998).

Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância com teste 'F' e análise de regressão polinomial (Ferreira, 2000). Transformaram-se os dados das variáveis de produção em \sqrt{x} mas, para uma compreensão melhor do efeito dos tratamentos, a discussão dos resultados se baseou nos dados originais (não transformados).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro de caule e o número de dias para poda da haste principal e dos ramos secundários do maracujazeiro amarelo, cultivado em condições de campo, não sofreram efeito significativo da salinidade da água de irrigação (Tabela 3); comportamento semelhante foi registrado por Andrade (1998), após irrigar maracujazeiros com águas salinas de até 2,5 dS m⁻¹.

A ausência de efeitos negativos da salinidade nessas variáveis pode ser explicada pelo reduzido tempo de exposição aos sais, pois as irrigações regulares com águas salinas somente foram realizadas após o período chuvoso (180 DAT), ou seja, foi aplicada apenas uma lâmina de 25,7 mm de água salina dos respectivos tratamentos; tampouco se constatou efeito significativo sobre a produção total e comercial, o número de frutos total e comercial e o peso médio do total de frutos e dos frutos do tipo comercial, ao se realizar uma su-

Tabela 3. Resumo da análise de variância e médias para diâmetro de caule (DC), aos 228 dias após o transplante, número de dias para efetivar a poda da haste principal (PHP) e poda dos ramos secundários (PRS) do maracujazeiro amarelo com irrigação complementar de água salina, em condições de campo

Table 3. Summary of analysis of variance and means for stem diameter (SD), 228 days after transplanting, number of days to prune the main stem (SMP) and the secondary branches (BSP) of the yellow passion fruit irrigated with saline water under field conditions

Causas de Variação	Valores de Quadrados Médios		
	DC	PHP	PRS
Níveis Salinos	0,05 ^{ns}	225,08 ^{ns}	276,23 ^{ns}
Regressão Linear	0,02 ^{ns}	140,63 ^{ns}	490,38 ^{ns}
Regressão Quadrática	0,04 ^{ns}	288,02 ^{ns}	365,44 ^{ns}
Desvio Regressão	0,07 ^{ns}	235,83 ^{ns}	124,56 ^{ns}
Resíduo	0,02	80,70	290,25
CV %	6,66	11,43	15,84

	cm	Média dias	dias
N ₁ (0,2 dS m ⁻¹)	2,14	83,75	113,92
N ₂ (2,0 dS m ⁻¹)	2,03	84,00	109,92
N ₃ (3,0 dS m ⁻¹)	2,26	75,50	103,08
N ₄ (4,0 dS m ⁻¹)	2,13	66,75	102,50
N ₅ (5,0 dS m ⁻¹)	1,96	83,00	108,25

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade

plementação hídrica com água salina (Tabela 4). A ausência de efeito significativo dos tratamentos salinos, sobre a produção do maracujazeiro amarelo, pode ser devido à frequência diária da irrigação durante o período do experimento que, segundo Medeiros & Gheyi (1997), é uma das práticas potenciais de manejo de água para enfrentar solos e águas salinas, em concordância com Wadleigh et al. (1946) ao reportarem efeito benéfico do intervalo de irrigação mais curto (menor frequência) na resposta de guaiule à salinidade. A salinidade média ao longo do tempo, na zona radicular é afetada pelo grau com que a água do solo é diminuída e pela fração de

Tabela 4. Resumo da análise de variância e médias para número de frutos total (NFT) e comercial (NFC), peso médio do total de frutos (PMTF) e dos frutos comerciais (PMFC), e produção total (PT) e comercial (PC) do maracujazeiro amarelo com complementação hídrica usando-se água salina na irrigação, em condições de campo

Table 4. Summary of analysis of variance and means of the number of fruits total (NFT) and commercial (NFC), mean weights of the total fruits (PMTF) and of the commercial fruits (PMFC), and total (TP) and commercial production (CP) of the passion fruit plant irrigated with saline waters under field conditions

Causas de Variação	Valores de Quadrados Médios					
	NFT ¹	NFC ¹	PMTF ¹	PMFC ¹	PT ¹	PC ¹
Níveis Salinos	0,06 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,64 ^{ns}	35,17 ^{ns}	28,37 ^{ns}
Reg. Linear	0,07 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,06 ^{ns}	57,08 ^{ns}	39,33 ^{ns}
Reg. Quadrático	0,05 ^{ns}	0,012 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,42 ^{ns}	65,64 ^{ns}	50,31 ^{ns}
Desvio Regressão	0,06 ^{ns}	0,097 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}	7,02 ^{ns}	9,14 ^{ns}
Resíduo	0,58	0,47	1,15	0,93	84,36	96,51
CV%	13,15	13,02	9,42	8,21	14,11	15,86

	nº		g		g por planta	
N ₁ (0,2 dS m ⁻¹)	5,82 (34,75)	5,32 (29,00)	11,40 (131,52)	11,75 (139,45)	65,68 (4448,75)	62,61 (4066,88)
N ₂ (2,0 dS m ⁻¹)	5,84 (34,33)	5,14 (26,50)	11,62 (135,74)	12,13 (147,64)	67,44 (4587,67)	63,27 (4057,17)
N ₃ (3,0 dS m ⁻¹)	5,73 (33,25)	5,30 (28,13)	11,69 (137,48)	12,00 (144,78)	66,42 (4443,63)	63,25 (4022,00)
N ₄ (4,0 dS m ⁻¹)	5,90 (35,13)	5,41 (29,50)	11,50 (132,97)	11,82 (140,44)	66,60 (4480,75)	63,70 (4111,88)
N ₅ (5,0 dS m ⁻¹)	5,57 (31,25)	5,15 (27,00)	10,74 (115,76)	11,07 (122,71)	59,93 (3670,00)	57,27 (3355,00)

^{ns} não significativo

¹ Dados transformados em \sqrt{x}

² Entre parênteses dados médios originais

lixiviação; quanto maior o intervalo entre as irrigações maior também a redução no teor de água do solo e consequentemente o aumento da concentração dos sais na solução do solo, diminuindo os potenciais mátrico e osmótico da água do solo.

Assim, com base nos resultados obtidos pode-se irrigar o maracujazeiro amarelo, em caráter suplementar, com água de condutividade elétrica igual a 5,0 dS m⁻¹, aproveitando-se, portanto, águas consideradas impróprias para irrigação nas épocas em que as chuvas não são suficientes para garantir a produção e/ou quando a concentração de sais na água utilizada para irrigação se eleva em consequência da estiagem.

Comparando-se os efeitos da salinidade da água na salinidade do solo (Tabela 5), pode-se dizer que o aumento foi rela-

Tabela 5. Características químicas do solo, nas camadas do solo 0-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,45 m, no início e no final do experimento

Table 5. Chemical characteristics of the soil, in the depths 0-0.15, 0.15-0.30 and 0.30-0.45 m at the beginning and end of the experiment

CEa (dS m ⁻¹)	Camada do solo (cm)	Características			
		Extrato de Saturação (mmol. L ⁻¹)			
		pH _{es}	CE _{es} (dS m ⁻¹)	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	PST (%)
Início	0 - 0,15	6,56	0,74	1,49	1,67
	0,15 - 0,30	6,5	0,54	1,60	1,74
	0,30 - 0,45	6,57	0,49	1,81	1,62
0,2	0 - 0,15	6,37	0,99	1,73	5,63
	0,15 - 0,30	6,49	0,85	1,72	5,16
	0,30 - 0,45	6,53	0,58	1,73	5,01
2,0	0 - 0,15	5,99	3,58	9,58	23,92
	0,15 - 0,30	5,98	2,76	8,89	22,84
	0,30 - 0,45	6,48	1,90	8,23	22,98
3,0	0 - 0,15	6,36	4,72	14,80	41,35
	0,15 - 0,30	6,34	3,70	14,45	36,01
	0,30 - 0,45	6,59	3,20	11,33	41,07
4,0	0 - 0,15	6,48	4,13	32,25	45,07
	0,15 - 0,30	6,44	3,70	30,82	36,58
	0,30 - 0,45	6,62	3,17	29,97	46,45
5,0	0 - 0,15	6,77	4,68	39,07	61,11
	0,15 - 0,30	6,69	3,57	38,72	56,06
	0,30 - 0,45	6,80	3,21	35,82	58,42

cionado, diretamente, com a concentração de sais da água, atingindo valores de salinidade na superfície do solo acima dos valores da água de irrigação, exceto para o nível N₅.

Em uma análise geral, na condutividade elétrica do extrato de saturação (CEs), em todos os níveis de salinidade da água de irrigação, verificou-se tendência de maior acúmulo de sais na camada superior do solo; nos tratamentos em que utilizaram águas mais salinas a salinidade média do solo foi maior.

O maior acúmulo de sais na camada superficial do solo está associado à maior concentração das raízes, onde a perda de água pela evapotranspiração da cultura é maior, ficando retida nessa região a água de irrigação aplicada e, como as irrigações eram frequentes, 60% de toda a água absorvida pela planta provém do quarto superior da zona radicular; com isto, os sais tenderão a se acumular em maior quantidade, próximo à superfície (Ayers & Westcot, 1999); tais considerações foram feitas por diversos autores, entre eles Rhoades (1972), Dahiya et al. (1980) e Oliveira (1983). Os valores de salinidade decrescentes com a profundidade estão de acordo com os obtidos por Shalhevet & Yaron (1973), Jury et al. (1978), Yadav & Girdhar (1980) e Cruciani et al. (1996), quando observaram, para o primeiro ciclo de culturas anuais, acúmulo de sais em maior proporção na camada superficial do solo; aqueles autores verificaram, também, ser o acúmulo de sais diretamente proporcional à concentração salina da água de irrigação.

Observou-se, ainda, que inicialmente o solo tinha condutividade elétrica de 0,74, 0,54 e 0,49 dS m⁻¹, para as camadas de 0 - 0,15, de 0,15 - 0,30 e de 0,30 - 0,45 m, respectivamente; ao final do experimento foram atingidos valores de 0,99 a 4,68 dS m⁻¹, para 0 - 0,15 m, de 0,85 a 3,57 dS m⁻¹, para 0,15 - 0,30 m e de 0,58 a 3,21 dS m⁻¹, para 0,30 - 0,45 m (Tabela 5), constatando-se que as águas de irrigação, independentemente do teor iônico, aumentaram a concentração salina do solo.

As variações de pH do extrato em função dos níveis de salinidade da água de irrigação, não foram acentuadas, ficando seus valores entre 5,98 e 6,80, permanecendo dentro da faixa ótima de absorção dos nutrientes, pelas plantas (POTAFOS, 1998), com tendência de aumento ou diminuição com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Observou-se que o pH do solo, na camada de 0 - 0,15 m, foi ligeiramente inferior ao da camada de 0,30 - 0,45 m, em todas as CEa de irrigação avaliada (Tabela 5), provavelmente como consequência dos acúmulos de sais na superfície do solo provocados pelas irrigações; estas observações estão de acordo com Brady & Buckman (1983), segundo os quais qualquer processo que estimule a manutenção ou a formação de certas bases, como cálcio, magnésio, potássio e sódio, contribuirá para o aumento da alcalinidade; outro fator que contribuiu para a não elevação do pH do solo, foi a quantidade de HCO₃ e CO₃ existente nas águas de irrigação, prevalecendo a neutralidade do NaCl com relação ao pH.

Observou-se que a RAS progrediu de forma acentuada com os níveis crescentes de salinidade (Tabela 5), em que a RAS no nível 5 (CEa de 5,0 dS m⁻¹) foi, em média, 23,19 vezes maior quando comparados com os valores obtidos na análise inicial do solo, fato supostamente relacionado com a composição da água de irrigação, uma vez que a quantidade de sódio

adicionada foi superior à de cálcio e magnésio o que, certamente, implica em incremento da RAS.

Pelos valores obtidos para a PST nota-se, através da análise de solo, ter havido problema de sodificação a se utilizar águas a partir de 2 dS m⁻¹, pois os valores de sódio trocável foram superiores a 15%. Segundo a classificação de solos afetados por sais (Bohn et al., 1985), no solo após 100 dias de irrigação com água salina observa-se um caráter salino-sódico (CEs > 2 dS m⁻¹, PST > 15% e pH < 8,5).

É interessante destacar que Ayers & Westcot (1999) afirmam ser 1,5 a relação entre a CEe e a condutividade elétrica da água de irrigação (CEe = 1,5CEa), para uma fração de lixiviação de 15%. No presente estudo, observou-se ser esta relação em média, para N₂, N₃, N₄ e N₅, respectivamente, de 1,37, 1,29, 0,92 e 0,76. Ressalta-se que os referidos autores consideram a absorção de água na zona radicular em proporção de 40:30:20:10 enquanto neste experimento foram consideradas 3 camadas; além disso, as amostras de solo foram coletadas após 280 dias do início do experimento e que, nesse período, se irrigou com água salina apenas 100 dias, por coincidir com período de inverno (chuvoso).

CONCLUSÕES

Irrigação suplementar durante 100 dias, na fase final do ciclo, com água de salinidade de 5,0 dS m⁻¹, não reduziu significativamente nas variáveis de crescimento nem os componentes de produção.

A partir da condutividade elétrica da água de irrigação de 2,0 dS m⁻¹, o solo se tornou salino-sódico.

LITERATURA CITADA

- Andrade, R. Resposta do maracujazeiro amarelo ao manejo da salinidade da água de irrigação em um solo não salino. Areia:UFPB, 1998. 60p. Dissertação de Mestrado.
- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 Revisado I.
- Bohn, H. L.; McNeal, B. L.; O'Connor, G. A. Soil chemistry. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 341p.
- Brady, N.; Buckman, H.C. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1983. 647p.
- Cordeiro, J.C. Salinidade da água, fontes e níveis sobre a germinação e formação de mudas de mamoeiro Havaí. Areia:UFPB, 1997. 49p. Dissertação de Mestrado.
- Cruciani, D.E.; Medeiros, J.F.; Villa, S.T. Salinização de solo cultivado com feijão sob irrigação e lixiviação. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 11. Campinas. Anais. FEC/FEAGRI/ABID. 1996. p.641-652.
- Dahiya, I.S.; Singh, M.; Hajrasuliha, S. Simultaneous transport of surface-applied salts and water through unsaturated soils as affected by infiltration, redistribution, and evaporation. Soil Science Society of America Journal, Madison v.44, n.2, p.223-228, 1980.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- Ferreira, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2000, São Carlos, SP, p. 255-258.
- Jury, W.A.; Frenkel, H.; Diviyy, D.; Stolzy, L.H. Transient changes in the soil-water system from irrigation with saline water. II. Analysis of experimental data. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.42, p.585-590, 1978.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. 2006. Disponível na World Wide Web <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=p&o=11>> Acessado em 26/01/2007.
- Medeiros, J.F. de; Gheyi, H.R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: Gheyi, H.R.; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.F. de (ed.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.239-287.
- Nápoles, F.A. de M. Supressão da irrigação na cultura do algodão: impactos no crescimento e na qualidade da fibra. Campina Grande: UFPB-CCT, 1998. 64p. Dissertação de Mestrado.
- Oliveira, F.A. de. Efeito da salinidade da água de irrigação sobre algumas características do solo e da cultura do arroz (*Oryza sativa*, L.). Piracicaba: ESALQ. 1983. 139p. Tese de Doutorado
- POTAFOS. Instituto de Potassa & fosfato. Manual internacional de fertilidade do solo. Tradução e adaptação de Alfredo Sheid Lopes. 2ed. Piracicaba:Potafos, 1998. 177p.
- Richards, L.A. (ed.). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington D.C./U.S. Salinity Laboratory. 1954. 160p. USDA. Agriculture Handbook, 60
- Rhoades, J.D. Quality of water for irrigation. Soil Science, Baltimore, v.113, n.4, p.277-284, 1972.
- Ruggiero, C.; Durii, J.F.; Goes, A. de; et al. In: Ruggiero, C. (ed.). Maracujá - do plantio à colheita. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1998. 388p.
- Scaloppi, A.S.; Brito, R.A.L. Qualidade da água e do solo para irrigação. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.139, n.12, p.80-94, 1986.
- Shalhevet, J.; Yaron, B. Effect of soil and water salinity on tomato growth. Plant and Soil, Dordrecht v.39, p.285-292, 1973.
- Soares, F.A.L.; Carneiro, P.T.; Alves, A.N.; Gheyi, H.R.; Fernandes, P.D. Produção do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2006, João Pessoa, Anais... João Pessoa: SBEA, 2006. CD-Rom.
- Strogonov, B.P. Physiological bases of salt tolerance of plants. Jerusalem, Israel: Program Science Translation, 1964. 279p.
- Teixeira, C.G. Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL. Campinas: 1994. 267p. Série Frutas Tropicais 9.
- Tester, M.; Davenport, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. Annals of Botany, Oxford, v.91, p.503-527, 2003.
- Wadleigh, C.H.; Gauch, H.G.; Magistard, O.C. Growth and rubber accumulation in guayule. U.S. Department of Agriculture, 1946. Tech. Bull. N 1946.
- Yadav, J.S.P.; Girdhar, I.K. Effect of varying Mg/Ca ratio and electrolyte concentration in the irrigation water on the soil properties and growth of wheat. Plant and Soil, Dordrecht v.56, n.3, p.413-427, 1980.