

## CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE VARIEDADES DE GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

**KALINE DANTAS TRAVASSOS<sup>1</sup>; HANS RAJ GHEYI<sup>2</sup>; FREDERICO ANTONIO LOUREIRO SOARES<sup>3</sup>; HELDER MORAIS MENDES BARROS<sup>1</sup>; NILDO DA SILVA DIAS<sup>4</sup>; CLAUDIO AUGUSTO UYEDA<sup>5</sup>; FRANCISCO VALFISIO DA SILVA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Engenheira Agrícola – Doutoranda(o) em Irrigação e Drenagem – Universidade Federal de Campina Grande – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG – Campina Grande, PB - kalinedantas@yahoo.com.br; hmmbbr@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo – Doutor – Núcleo de Engenharia de Água e Solo /NEAS – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB – CEP 44380-000 – Cruz das Almas, BA – hans@pq.cnpq.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo – Doutor – Instituto Federal de Goiás. Rio Verde, GO - fredalsoares@hotmail.com

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Depto. de Ciências Ambientais e Tecnológica, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Mossoró – RN- nildo@ufersa.edu.br

<sup>5</sup>Engenheiro Agrícola – Doutor – Professor do curso de Agroecologia - Instituto Federal da Paraíba – IFPB/ Campus Picuí – Picuí, PB – cauyeda@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo – Doutor – Bolsista PNPd/CAPES. Universidade Federal de Campina Grande – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG – Campina Grande, PB - valfisio@hotmail.com

### 1 RESUMO

A utilização de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo. Na região semiárida, o cultivo de girassol tem se destacado por se constituir uma fonte de energia renovável. O presente trabalho teve como objetivo verificar o crescimento e desenvolvimento de 4 variedades de girassóis irrigada com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em ambiente protegido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial (3x4), compostos de três níveis de salinidade da água de irrigação: N<sub>1</sub>- 0,6; N<sub>2</sub> - 3,0 e N<sub>3</sub> - 5,4 dS m<sup>-1</sup> à 25 °C e quatro variedades de girassol: C<sub>1</sub> - Helio 863, C<sub>2</sub> - Embrapa 122/V-2000, C<sub>3</sub> - Catissol 01 e C<sub>4</sub> - Multissol, com 3 repetições. O arranjo das unidades experimentais foi triangular em fileira dupla, espaçadas em 0,60 m entre fileira simples, 1,00 m entre plantas de cada fileira e 1,00 m entre fileira dupla. As variáveis de crescimento altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas foram reduzidos com o incremento da salinidade da água de irrigação, sendo os efeitos mais drásticos ocorrido na altura das plantas. Não houve diferença entre as cultivares no que se refere aos parâmetros de tolerância à salinidade.

**Palavras-Chave:** *Helianthus annuus* L.; condutividade elétrica; salinidade

**TRAVASSOS, K. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; BARROS, H. M. M.; DIAS, N. da S.; UYEDA, C. A.; da SILVA, F. V.**  
**DEVELOPMENT OF DIFFERENT VARIETIES OF SUNFLOWER IRRIGATED WITH SALINE WATER**

## 2 ABSTRACT

The use of saline water in irrigation for crop production is a challenge that is being successfully overcome in various parts of the world. In semiarid region, the sunflower cultivation stands out because it is a renewable source of energy. This study aimed to determine the growth and development of four sunflower varieties irrigated with water of different water salinity in a protected environment. The experimental design was randomized blocks, in factorial scheme (3x4), composed of three levels of salinity of irrigation water: N<sub>1</sub> – 0.6, N<sub>2</sub> – 3.0 and N<sub>3</sub> – 5.4 dS m<sup>-1</sup> at 25 °C and 4 varieties of sunflower: C<sub>1</sub> - Helio 863, C<sub>2</sub> - Embrapa 122/V-2000, C<sub>3</sub> - Catissol 01 and C<sub>4</sub>- Multissol, with three replications. The arrangement of experimental units was triangular in double rows, spaced 0.60 m between single rows, 1.00 m between plants in each row and 1.00 m between double rows. Growth variables, plant height, stem diameter and leaf number were reduced with increasing salinity of the irrigation water, and the most drastic effects occurred in plant height. There were no differences among cultivars with regard to the parameters of salt tolerance.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L.; electrical conductivity; salinity

## 3 INTRODUÇÃO

O cultivo do girassol tem despertado interesse em todo o mundo devido a sua reconhecida importância socioeconômica. O girassol (*Helianthus annuus* L.) tem sido usado como planta forrageira para alimentação animal, como planta melífera, ornamental, na produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis (Morgado et al., 2002; Neves et al, 2005; Corrêa et al. 2008). Esta cultura é vista como uma das principais culturas utilizadas para a produção deste combustível renovável, em função do elevado teor de óleo encontrado nos aquênios (entre 30 e 40%) e de sua ampla adaptação as diferentes regiões edafoclimáticas (Dallagnol et al., 2005).

O girassol é considerado como excelente opção para rotação e sucessão de culturas, entretanto, seu cultivo em todo o mundo visa principalmente à produção de óleo. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no Brasil, a demanda interna por óleo de girassol cresce, em média, 13% ao ano e, para suprir esta demanda, o país importa óleo, principalmente da Argentina. No território brasileiro a maior parte das suas terras, é considerada apta para o cultivo de girassol, por apresentar condições climáticas satisfatórias e por ser uma cultura que apresenta características agrônômicas peculiares ao semiárido, como maior tolerância à seca (Castro et al., 1996, Albuquerque et al, 2001).

A agricultura em várias partes do mundo está enfrentando um problema com a falta de recursos hídricos adequados, forçando muitos agricultores a utilizarem água com qualidade inferior (concentração de sais relativamente alta) para a irrigação das culturas, sendo necessário à avaliação da qualidade e o manejo rigoroso para sua utilização. De acordo com Silva Júnior et al. (1999), na região Nordeste do Brasil são explorados milhares de poços cujas águas são utilizadas para a irrigação, representando um importante insumo na cadeia produtiva; no entanto, quando salobra (CE<sub>a</sub> > 2,2 dS m<sup>-1</sup>) esta pode salinizar as áreas, agravando os problemas de salinidade e desertificação.

O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo, com a adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (Rhoades et al., 2000). Dentre as práticas de

manejo recomendadas para se produzir satisfatoriamente, em condições de solo ou de água com altos riscos de salinização, destaca-se o uso de plantas tolerantes à salinidade e a sodicidade, sendo importantes os estudos que visem avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino.

Várias pesquisas têm demonstrado que as culturas respondem diferentemente à salinidade; algumas produzem rendimentos economicamente aceitáveis sob níveis altos de salinidade, enquanto outras são sensíveis à níveis relativamente baixos (Mittova et al., 2002; Caruso & Villari, 2004; Rubio et al., 2009; Al-Karaki et al., 2009). As plantas de uma mesma espécie podem apresentar variações entre genótipos e ainda, para um mesmo genótipo, o nível de tolerância pode variar nas distintas fases de crescimento (Yoshida, 2002). A fisiologia da tolerância das plantas ao estresse salino tem sido estudada em muitos trabalhos, em que se procura verificar os mecanismos de adaptação das espécies à salinidade (Munns & James, 2003).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar o desenvolvimento de 4 variedades de girassóis irrigada com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus I, em Campina Grande, PB, localizadas nas seguintes coordenadas geográficas: 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude média de 550 m. O clima da região, conforme a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil, é do tipo As, tropical, com chuvas de inverno e verão seco. O local apresenta temperaturas médias máximas de 33 °C nos dias mais quentes de verão e 28 °C em dias de inverno; as temperaturas médias mínimas ficam em torno de 23 °C nos dias mais quentes de verão, ou 15 °C nas noites mais frias do ano, a umidade relativa media do ar está entre 75 e 82% e, normalmente, o inverno começa em maio e termina em agosto (Coelho & Soncin, 1982).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 4, compostos de três níveis de condutividade elétrica ( $CE_a$ ) da água de irrigação:  $N_1 - 0,6$ ;  $N_2 - 3,0$  e  $N_3 - 5,4$  dS  $m^{-1}$  a 25 °C e 4 variedades de girassol:  $C_1 -$  Helio 863,  $C_2 -$  Embrapa 122/V-2000  $C_3 -$  Catissol 01 e  $C_4 -$  Multissol, com 3 repetições. O arranjo das unidades experimentais foi triangular em fileira dupla, espaçadas em 0,60 m entre fileira simples, 1,00 m entre plantas de cada fileira e 1,00 m entre fileira dupla.

Para obter as águas com condutividade elétrica desejada para as irrigações, adicionou-se o NaCl comercial (sem iodo) na água do sistema de abastecimento local de Campina Grande, PB (proveniente da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, Campina Grande, PB – CAGEPA). A quantidade de cloreto de sódio (Q NaCl) utilizado no preparo da água foi determinada considerando-se a condutividade elétrica inicial da água, determinada conforme metodologia proposta por Richards (1954):

$$QNaCl \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times (CE_a \text{ desejada} - CE_a \text{ inicial}) \quad (1)$$

em que:

$CE_a$  - condutividade elétrica da água, em dS  $m^{-1}$

Cada unidade experimental foi constituída de uma planta por vaso plástico com capacidade para 22 kg de material de solo, tendo a sua base preenchida com 1 kg de brita de nº 1, na parte inferior a qual permitia vedação parcial dos orifícios de drenagem. Em seguida, foram acondicionado nos vasos 22 kg de material de solo, coletado na camada superficial (0 - 20 cm), originário de uma área localizada no município de Campina Grande, distrito de São José da Mata, sendo que na parte superficial (0-10 cm) o mesmo foi misturado com 440g (equivalente a 2%) de vermicomposto. O material de solo utilizado foi destorroado, homogeneizado, passado em peneira com malha de 5 mm e posto para secar ao ar; após secagem o mesmo foi caracterizado no Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS da Universidade Federal de Campina Grande, seguindo as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

**Tabela 1.** Características físicas e químicas do material de solo utilizado no estudo

Densidade	Porosidade		Complexo Sortivo				pH <sub>ps</sub>	CE <sub>es</sub>		
	Total	Areia	Silte	Argila	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
kg dm <sup>-3</sup>	%		g kg <sup>-1</sup>		cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>				-	dSm <sup>-1</sup>
1,42	49,47	73,4	16,8	9,8	1,88	3,13	1,64	0,06	4,85	0,59

Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0

A irrigação foi iniciada aos 2 dias após plantio (DAP), com um turno de rega de 2 dias, com base no balanço de água na zona radicular. A água drenada no vaso após a irrigação foi coletada a cada 20 dias após uma lixiviação, objetivando-se o monitoramento dos níveis de salinidade na zona radicular e, assim, evitar acumulação excessiva de sais no perfil do solo.

O volume de água a ser aplicado foi calculado em função da demanda evapotranspiratória estimada para intervalos médios de 20 dias. A evapotranspiração da planta (consumo de água) foi determinada pela diferença entre o volume de água aplicado e o drenado, estimando-se o volume de água a ser aplicado no próximo evento de irrigação, de maneira que reestabelecesse a umidade à capacidade de campo e se obtivesse a fração de lixiviação desejada de 0,01 (Equação 1). O volume drenado foi coletado individualmente e, em seguida, levado ao Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS para determinar a condutividade elétrica.

$$VI = \frac{VA - VD}{1 - FL} \quad 1$$

em que:

- VI - Volume de água a ser aplicada na irrigação (mL)
- VA - Volume de água aplicado na irrigação anterior ou no período (mL)
- VD - Volume de água drenada na irrigação anterior ou no período (mL)
- FL - Fração de lixiviação (0,1)

Foram semeadas 10 sementes por vaso à profundidade de 2 cm, sendo estas irrigado, diariamente com 100 mL utilizando as respectivas águas relativas aos tratamentos. O desbaste foi feito aos 10 DAP, deixando 2 plantas por vaso, e aos 20 DAP deixando uma planta na qual foram realizadas todas as avaliações durante o período.

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foram observados o dia de emergência e o número de plantas emergidas por dia (Equação 2). A primeira contagem de germinação foi realizada aos 3 DAP e a última aos 8 DAP para a análise da percentagem de germinação (PG) e o IVE; durante este período utilizou-se água dos respectivos tratamentos.

$$IVE (\text{plântulas dia}^{-1}) = \frac{\Sigma_1}{N_1} + \frac{\Sigma_2}{N_2} + \dots + \frac{\Sigma_n}{\Sigma_n} \quad \text{Eq. 2}$$

A partir dos 20 DAP foi realizada avaliação do crescimento e do desenvolvimento das cultivares sob estresse salino determinando-se altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF). A altura de planta foi mensurada do colo da planta à gema apical utilizando-se uma trena; para o diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro digital com leituras sempre a 2 cm acima do colo da planta. Na contagem do número de folhas, foram consideradas aquelas com comprimento mínimo de 2 cm.

A avaliação da fitomassa seca da parte aérea (FSPA), foi determinada aos 20, 30, 50, 70, 110 DAP, ocasião em que as plantas foram cortadas rente à superfície do solo e para que não houvesse perda de material vegetal, foram coletadas, em cada planta as folhas que caíam, e colocadas em sacos de papel identificados conforme o tratamento. Depois de coletada, a parte aérea foi colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C até atingirem peso constante, sendo pesado em seguida em uma balança digital eletrônica.

As características avaliadas foram analisadas por meio de análise de variância e quando significativo, para os níveis de salinidade utilizou-se ajustes de equação de regressão polinomial (linear ou quadrática), enquanto que para as médias das variedades de girassol foram comparadas mediante teste de Tukey em nível de 0,05 da probabilidade. Para a análise estatística utilizou-se o software estatístico SISVAR 5.2 (Ferreira, 2008).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de variância (Tabela 2), houve efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação ( $p < 0,01$ ) somente para a variável IVE e, do fator variedades para a PG e IVE ( $p < 0,01$ ); porém, não houve efeito significativo da interação S x V. Observou-se que a variedade Catissol 01 superou as demais em IVE e PG, sendo registrados valores de 94,81% e 2,48 sementes germinadas por dia<sup>-1</sup> para o PG e IVG, respectivamente (Tabela 2). Verifica-se, ainda que a variedade Embrapa 122/V-2000 teve o pior IVG e a menor PG, sendo as variedades Hélio 863 e Multissol não diferindo entre si.

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância e médias para percentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE)

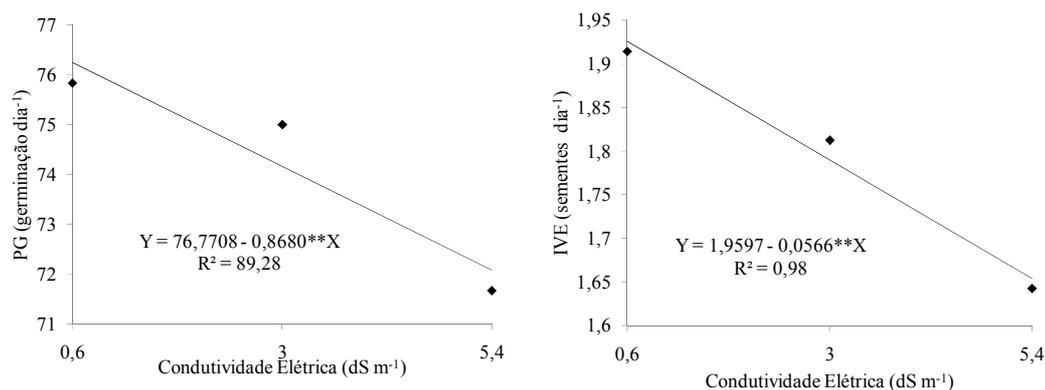
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		PG	IVE
Salinidade (S)	2	58,34 <sup>ns</sup>	0,22**
Variedades (V)	3	4887,55**	3,75**
Interação S x V	6	24,58 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Blocos	22	284,26**	0,03 <sup>ns</sup>
Resíduo	2	55,64	0,05
CV		10,06	12,88
Variedades		%	emergencia dia <sup>-1</sup>
C <sub>1</sub> - Helio 863		84,44b	1,82b
C <sub>2</sub> - Embrapa 122/V2000		41,11c	0,92c
C <sub>3</sub> - Catissol 01		94,81a	2,48a
C <sub>4</sub> - Multissol		76,29b	1,92b

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação aos níveis de salinidade, verificou-se que as variáveis PG e IVE das plântulas de girassol decresceram linearmente com o incremento da CE<sub>a</sub> de irrigação, sendo registrada uma perda relativa no PG e IVE de 1,13 e 2,89% por dS m<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 1). Este fato, é evidenciado pela redução na absorção de água pelas sementes sob condições de estresse salino, o que, provavelmente impediu a embebição das sementes durante o processo inicial de germinação e, com conseqüente redução na velocidade de emergência das plântulas e no índice de germinação. Mohammad et al. (2002) e Turhan & Ayaz (2004) trabalharam com três cultivares diferentes de girassol sob estresse salino na germinação e emergência das plântulas e verificaram atrasos na germinação tanto dentro dos níveis salinos quanto entre as cultivares estudadas.

Para o índice de velocidade de emergência nas salinidades da água S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub> registraram-se decréscimos de 7,05 e 14,10%, respectivamente, quando comparados com a testemunha S<sub>1</sub>. Estes resultado corroboram com Dickmann et al. (2005) que avaliaram o processo germinativo de três variedades de girassol em relação ao potencial osmótico da solução e dois tipos de sais (NaCl e CaCl<sub>2</sub>) e concluíram que aumento do potencial osmótico das soluções salinas produziu um decréscimo na germinação e vigor, da plântulas, podendo esta espécie ser incluída na categoria de glicófilas, ou seja, moderadamente tolerantes a salinidade.

O fato da salinidade da água de irrigação ter influenciado dessa maneira sobre IVE, também pode ser está relacionado ao efeito osmótico da solução do solo, uma vez que a alta concentração relativa de sais solúveis na zona radicular reduz o fluxo de água no sentido solo - planta - atmosfera (Rhoades & Loveday, 1990).



**Figura 1.** Percentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE) em função da condutividade elétrica da água de irrigação

Com relação às variáveis de crescimento AP, DC e NF, houve efeito significativo do fator salinidade da água de irrigação ( $p < 0,01$ ) para todas essas variáveis em todas as épocas de avaliação (Tabela 3). Para o fator variedades (V), também houve efeito significativo para todas as variáveis e épocas de avaliação, exceto para as variáveis AP aos 20 DAP e NF aos 30 DAP; entretanto houve efeito significativo da interação S x V apenas para a variável AP aos 30 DAP (Tabela 3).

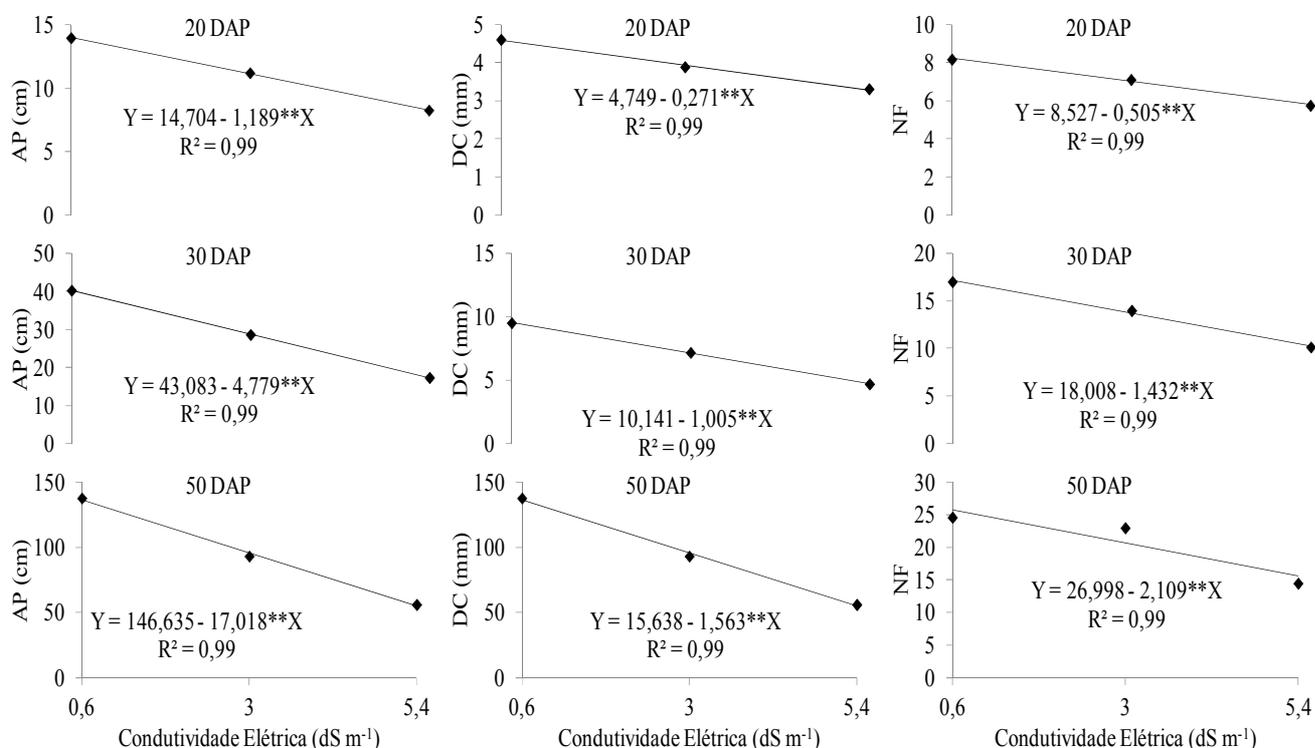
**Tabela 3.** Resumo das análises de variância e médias para altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas aos 20, 30 e 50 dias após plantio (DAP)

Fonte de Variação	G	Quadrados Médios									
		Altura de plantas (AP)			Diâmetro do caule (DC)			Número de folhas (NF)			
		20D	30DAP	50 DAP	20D	30D	50	20D	30	50	
L	AP	30DAP	50 DAP	AP	AP	DAP	AP	DAP	DAP		
Salinidade (S)	2	97,79**	1579,06**	20072,00**	5,09*	69,86**	168,56**	17,73**	142,92**	355,04**	
Variedades (V)	3	3,20 <sup>ns</sup>	68,85*	791,64*	1,08*	0,93*	3,27**	2,49*	0,81 <sup>ns</sup>	19,12*	
Interação S x V	6	4,59 <sup>ns</sup>	22,43*	98,95 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>n</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>	
Blocos	22	0,86 <sup>ns</sup>	34,11*	444,64*	0,24 <sup>n</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	4,29**	0,61 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	*	
Resíduo	2	2,03	4,33	44,41	0,29	0,17	0,78	0,41	0,70	3,94	
CV		12,80	7,24	6,97	13,62	5,75	8,08	9,18	6,11	9,60	
		Médias									
Variedades		cm -----			mm -----						
C <sub>1</sub> - Helio 863		10,30	a	24,74b	82,91c	4,37a	7,60a	11,60a	6,92b	13,30a	22,40a
C <sub>2</sub> - Embrapa 122/V2000		11,13	a	31,11a	105,50a	3,62b	6,98b	b	6,56b	13,68a	18,83b
C <sub>3</sub> - Catissol 01		11,64	a	29,48a	96,20b	4,07a	7,03b	10,33b	7,77a	13,93a	b
C <sub>4</sub> - Multissol		11,47	a	29,65a	97,72ab	3,69a	6,89b	10,56a	6,80b	13,93a	b

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De acordo com as médias apresentadas na Tabela 3, as variedades que obtiveram melhor desenvolvimento em termos de AP aos 30 DAP foram as C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> que não diferiram entre si. Por outro lado a AP da variedade Hélio 863 foi estatisticamente inferior em 20,47, 16,08 e 16,55% em relação às variedades C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>, respectivamente. Além disso, aos 50 DAP, a AP das variedades C<sub>2</sub> e C<sub>4</sub> não diferiram estatisticamente, igualmente as variedades C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> foram estatisticamente semelhantes e a variedade C<sub>1</sub> diferiu estatisticamente de todas as outras variedades, sendo ela a que novamente obteve menor crescimento em AP.

Pode-se verificar na Figura 2 que houve decréscimos relativos da altura de planta por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CE<sub>a</sub>) aos 20, 30 e 50 DAP de 8,09, 11,09 e 11,61%, respectivamente, mostrando que esta variável, nas 2 últimas avaliações, obteve comportamento semelhante quanto aos efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento do girassol. Estes decréscimos concordam com Maas & Hoffman (1977), ao relatarem que com o aumento da concentração salina da solução do solo acima do limite tolerável pelas culturas diminui progressivamente o seu percentual de crescimento. Travassos et al., (2011) estudando o comportamento da variedade Embrapa 122/V-2000 em níveis crescentes de salinidade da água obtiveram uma altura máxima de planta na ordem de 141,29 cm quando irrigadas com CE<sub>a</sub> de 0,5 dS m<sup>-1</sup> aos 38 dias após transplante e, uma altura mínima de 90,37 cm para as irrigadas com CE<sub>a</sub> de 5 dS m<sup>-1</sup> aos 37 DAT; estes valores são maiores do que os encontrados nesse experimento.



**Figura 2.** Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) aos 20, 30 e 50 dias após plantio (DAP) em função da condutividade elétrica da água de irrigação

Observou-se oposto ao efeito da altura de planta sob estresse com relação ao diâmetro do caule, em que a variedade C<sub>1</sub> apresentou-se maior média de DC em todas as avaliações, sendo aos 20 DAP, o DC das variedades C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> foram estatisticamente igual, assim como o DC das variedades C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> foram semelhantes aos 30 DAP e apenas a variedade C<sub>1</sub> diferiu das demais e aos 50 DAP as variedades C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> e C<sub>4</sub> não diferiram entre elas.

A salinidade da água de irrigação afetou linearmente o DC aos 20, 30 e 50 DAP, havendo decréscimo relativo de 5,71, 9,91 e 9,99%, por incremento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação, respectivamente (Figura 2). Pode-se constatar a influência negativa da salinidade da água de irrigação sobre o decréscimo relativo do diâmetro do caule, com leve aumento ao longo do ciclo (época de coletas). Esta variável é uma característica importante para o girassol, pois dar sustentação a planta e permite que ocorra menos tombamento da cultura facilitando seu manejo, tratos culturais e colheita.

Para a variável número de folhas, verificou-se aos 20 DAP média para a cultivar C<sub>3</sub> de 7,77 folhas por planta, sendo superior em 10,94, 15,58 e 12,48% o NF das variedades C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> e C<sub>4</sub>, respectivamente. Já aos 50 DAP observou-se diferença significativa apenas entre a variedade C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, com a C<sub>1</sub> superando em NF da variedade C<sub>2</sub> (Tabela 3).

Quanto ao efeito da salinidade da água de irrigação pode se observar que o número de folhas apresentou um decréscimo relativo de 5,92, 7,95 e 7,81%, por incremento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação, aos 20, 30 e 50 DAP, respectivamente (Figura 2). Travassos et al., (2009) estudando o crescimento inicial de girassol cv. Embrapa 122/V-2000 sob CE<sub>a</sub> variando de 1 a 5 dS m<sup>-1</sup>, constataram aos 28 DAS, decréscimo linear do NF com o aumento da salinidade da água fato esta ocorrido neste experimento.

O acúmulo de sais no solo pela irrigação com CE<sub>a</sub> elevada (concentração de NaCl) contribuiu negativamente sobre a absorção de água pelas plantas, o que foi determinante para a redução dos processos fotossintéticos e metabólicos da cultura, de forma a provocar redução da AP, DC e NF à medida em que CE<sub>a</sub> foi acrescida.

Em relação aos efeitos da salinidade sob as variáveis fitomassas fresca e seca da parte aérea para as variedades de girassol estudadas, verificou-se que os níveis de salinidade da água de irrigação (CE<sub>a</sub>) influenciaram significativamente ( $p < 0,01$ ) a FFPA e a FSPA em todas as épocas de avaliação; além disso, houve efeito significativo das variedades estudadas sob a FFPA e FSPA das plantas de girassóis em todas as épocas de avaliação ( $p < 0,01$ ), exceto para a FFPA 70 DAP e FSPA aos 50 e 70 DAP. Entretanto não foi observado efeito significativo da interação salinidade x variedades, exceto para a FFPA aos 110 DAP (Tabela 4).

Observa-se, na Figura 3 que a medida em que se aumentou a salinidade da água de irrigação houve um decréscimo linear da FFPA e da FSPA em todas as épocas de avaliação. As perdas relativas de fitomassa por incremento unitário da CE<sub>a</sub> ao longo do cultivo de girassol foram de 16,60, 31,79, 41,22, 45,88 e 42,18% para a FFPA e de 12,31, 30,44, 38,48, 46,41 e 47,20% para a FSPA aos 20, 30, 50, 70 e 110 DAP, respectivamente (Figura 3), constatando-se que os efeitos deletérios da salinidade sob o desenvolvimento das plantas de girassóis foram mais severos no final do ciclo de crescimento, ou seja, aos 70 e 110 DAP. Um das explicações mais aceitas na literatura para as perdas de fitomassa por incremento de CE<sub>a</sub> é o fato, do acúmulo de sais na zona radicular após sucessivas irrigações, causar estresse salino às planta e inibir o seu crescimento em decorrência do desvio de energia do crescimento das plantas para a adaptação ao estresse salino, isto é, a redução na matéria seca, refletindo o custo metabólico de energia, associado à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono (Ayers & Westcot 1999; Azevedo Neto & Tabosa, 2000).

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância e médias para fitomassa fresca e seca da parte aérea (FFPA e FSPA) aos 20, 30, 50, 70 e 110 dias após plantio (DAP)

Fonte de Variação	G L	Quadrados Médios									
		Fitomassa fresca parte aérea					Fitomassa seca parte aérea				
		20D AP	30D AP	50DA P	70DAP	110D AP	20D AP	30D AP	50D AP	70DA P	110D AP
Salinidade (S)	2	6,74 **	183,1 5**	17067, 39**	510608 ,28**	3193, 01**	0,01 5**	1,59 **	198,1 1**	16471, 64**	4950, 25**
Variedades (V)	3	32,9 8**	12,26 **	166,30 **	479,02 ns	1473, 92**	0,16 **	0,15 **	1,42 <sup>n</sup> s	28,11 ns	58,36 **
Interação S x V	6	0,93 ns	3,07 ns	9,58 <sup>ns</sup>	2445,0 6 <sup>ns</sup>	1655, 30**	0,00 2 <sup>ns</sup>	0,03 ns	0,62 <sup>n</sup> s	86,54 <sup>ns</sup>	30,42 ns
Blocos	2	1,31 **	0,42 ns	92,07 ns	8365,6 7**	228,3 0 <sup>ns</sup>	0,00 07 <sup>ns</sup>	0,01 ns	0,85 <sup>n</sup> s	203,99 ns	0,95 <sup>ns</sup>
Resíduo	2	0,33	2,23	42,24	1437,6 3	358,1 7	0,00 1	0,03	0,64	56,47	11,44
CV	6	15,4	17,95	12,11	15,59	27,11	16,8 5	21,6 0	12,40	17,74	15,32
Médias											
Variedades											
C <sub>1</sub> - Helio 863		4,79 c	9,47a	57,98a	245,37 a	84,25 a	0,37 a	0,92 a	6,96a	41,75a	25,70 a
C <sub>2</sub> - Embrapa 122/V2000		1,48 d	6,92b	48,93b	239,19 a	74,97 ab	0,09 c	0,66 b	6,03a	42,32a	21,77 ab
C <sub>3</sub> - Catissol 01		5,75 a	9,09a	56,52a b	235,96 a	65,65 ab	0,36 a	0,95 a	6,54a	40,60a	19,81 b
C <sub>4</sub> - Multissol		2,88 c	7,85a b	51,15a b	252,50 a	54,36 b	0,19 b	0,79 ab	6,27a	44,79a	21,02 b

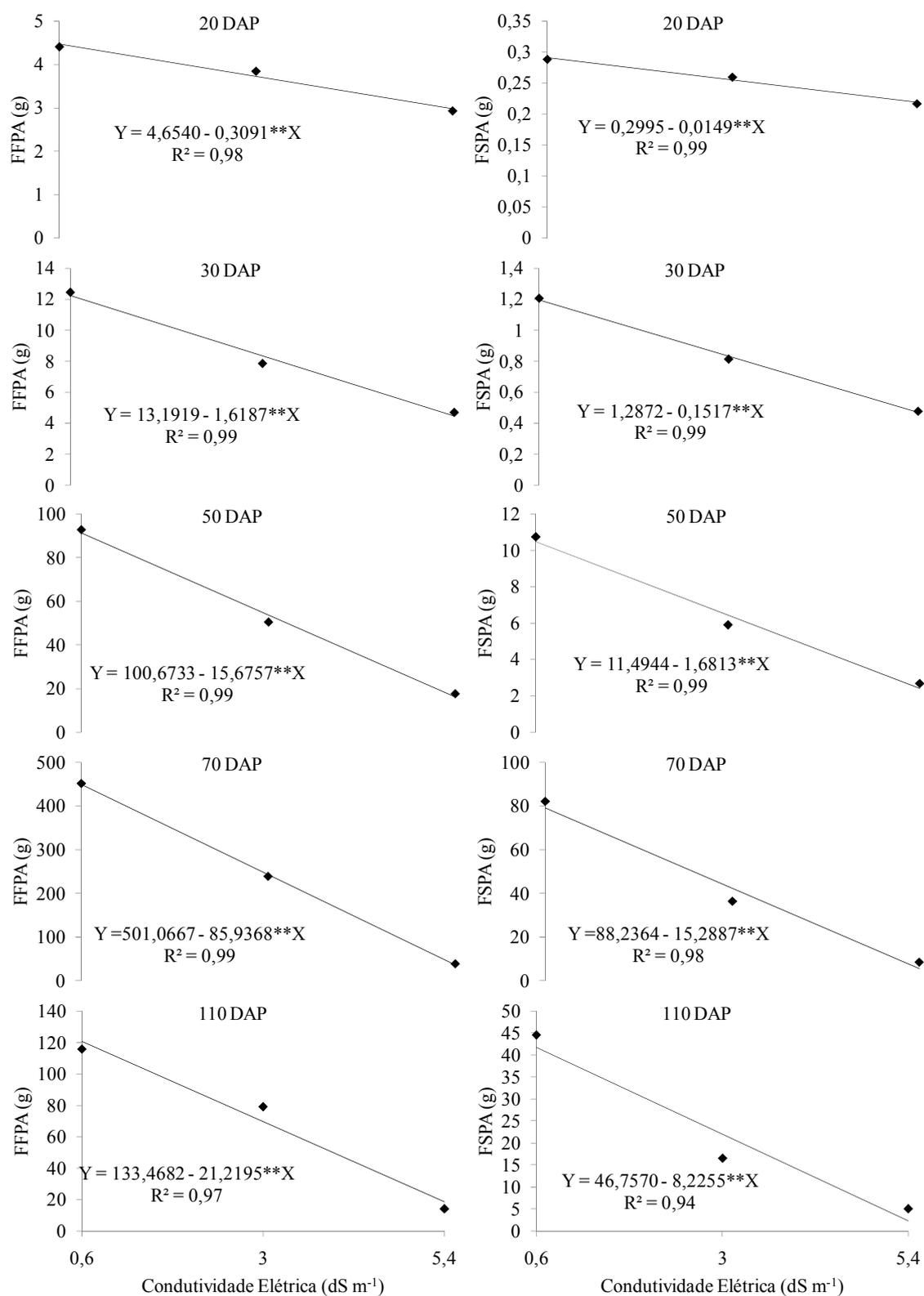
\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação aos efeitos das variedades de girassóis sob o desenvolvimento das plantas, verificou-se que, em geral, a maior média de FFPA e FSPA foi registrada para as variedades C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>. Por exemplo, observou-se no estágio final de crescimento (aos 110 DAP) médias máximas de FFPA e FSPA, respectivamente, iguais a 84,25 e 25,70 g para as cultivar C<sub>1</sub>, embora não diferindo estatisticamente da C<sub>2</sub>; enquanto que as variedades C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>, foram as que apresentaram menores médias para a FFPA e FSPA. Conforme Flowers (2004) a inibição do crescimento de plantas sob estresse salino pode ser explicada pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo, além da possibilidade de ocorrência de toxicidade de íons

específicos e/ou desequilíbrio nutricional. Entretanto, como não houve efeito interativo da salinidade x variedades, provavelmente, a diferença entre os valores de FFPA e FSPA encontradas está relacionada com a característica genotípica das variedades estudadas e não devido o efeito da salinidade, ou seja, não há variação entre as variedades de girassol estudadas quanto à tolerância à salinidade, divergindo de alguns trabalhos encontrados na literatura com outras espécies, em que se conclui que as tolerâncias das culturas variam tanto entre espécies como entre cultivares de uma mesma espécie (Dias et al., 2011; Sousa Neto et al., 2011 e Dantas et al., 2010).

Por outro lado, comprovam-se, no presente estudo, os efeitos deletérios da salinidade sob o crescimento e desenvolvimento das plantas que, de acordo com Leonardo et al. (2007), com pesquisa em condições salinas, ocorre a redução da disponibilidade de água às plantas com a redução do potencial total da água no solo, a salinidade provoca um maior gasto de energia para a absorção da mesma.

Bonacin (2002), observou que para girassol (*Helianthus annuus* L. cv. Embrapa 122/V2000), houve decréscimo do número de folhas verdes, durante as avaliações, caracterizando a fase final da maturação com a senescência e a perda de folhas, e a consequente redução da fitomassa fresca e seca das folhas.



**Figura 3.** Fitomassa fresca (FFPA) e seca (FSPA) em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

## 6 CONCLUSÕES

As variáveis de crescimento altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas foram reduzidos com o incremento da salinidade da água de irrigação, sendo o efeito mais drástico ocorrido na altura das plantas.

Os resultados mostraram bom desempenho das variedades testadas destacando-se a variedade Helio 863 com maior IVE.

Não houve diferença entre as cultivares no que se refere aos parâmetros de tolerância à salinidade.

A FFPA e FSPA foi mais afetada pela salinidade da água de irrigação na variedade Embrapa 122/V2000.

## 7 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. C. de F. E; MORO, FABÍOLA V., FAGIOLI, MARCELO e RIBEIRO, MIRIAM C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n.1, p.1-8, 2001.

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of Soilless Grown Bell Pepper Cultivars to Salinity. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.807, p.227-232, 2009.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 29).

AZEVEDO NETO, A. D. de; TABOSA A. D. DE; J. N. Estresse salino em plântulas de milho. Parte I: análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4, n.2, p.159-164, 2000.

BONACIN, G. A. **Crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol em função de doses de boro**. 2002. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CARUSO, G. VILLARI, G. Effect of EC-level and plant shading on the NFT-grown "Friariello Pepper". *Acta Horticulturae*, Leuven, v.659, p.576-585, 2004.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. A cultura do girassol. Londrina: EMBRAPA- CNPSo, 1996. 38p. (Circular Técnica, 13).

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna. 1982. 368p.

CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; ÚNGARO, M. R.; BERNARDI, J. A.; STORINO, M. Desenpenho de motor diesel com mistura de biodiesel de óleo de girassol. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 923-928, 2008.

DALLAGNOL, A. VIEIRA, O. V.; LEITE, M. R. V. B. Origem e histórico do girassol. In: **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. v.1, p.1-12.

DANTAS, D.C; SANTOS, R.S.S.; NOGUEIRA, F.P.; DIAS, N.S.; FERREIRA NETO, M. Utilização de águas salobras no cultivo hidropônico da alface. **Irriga**, Botucatu, v.15, p.111-118, 2010.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O.N.; GONZAGA, M.I.S.; QUEIROZ, I. S. R. Q.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, p.407-410, 2011.

DICKMANN, L.; CARVALHO, M.A.C.; BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P. Comportamento de sementes de girassol (*helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.3, p.64-75, 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual e métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997, 247p.

FERREIRA, D. F. Programa Sisvar versão 5.1. – programa de análises estatísticas. Lavras: DEX/UFLA, 2008.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.

HAYWARD, H.E.; WADLEIGH, C. H. Plant growth on saline and alkali soils. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.1.p 1-38, 1949.

LEONARDO, M.; BROETTO, F. BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARCHESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Revista Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, 2007.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current Assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division of ASCE**, New York, v.103, n 2, p.115-134, 1977.

MITTOVA, V.; TAL, M.; VOLOKITA, M.; GUY, M. Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species but not in the cultivated species. **Physiologia Plantarum**, Helsinki, v.115, n.3, p.393-400, 2002.

MOHAMMAD, EL M.; BENBELLA, M.; TALOUIZETE, A. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination. **Helia**, Novi Sad v.37, p. 51-58, 2002.

MORGADO, L. N.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTANA, M.P. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras, MG. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.6, p.1167-1177, 2002.

MUNNS, R.; JAMES, R.A. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. **Plant Soil**, Dordrecht, v.253, n.2, p.201–218, 2003.

NEVES, M. B.; BUZETYTI, S.; CASTILHO, R.M.M. de.; BOARO, C.S.F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.2, p. 127-133, 2005.

ORTEGA, E. ; WATANABE, M. ; CAVALETT, O. A produção de etanol em micro e minidestilarias. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. S.; GOMEZ E. O. (Org.). 736 p. **Biomassapara Energia**. Campinas: Editora Unicamp, p. 475-489, 2008.

RICHARDSON, N. S. G.; MCCREE, K. J. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. **Plant Physiology**, Palo Alto, v.79, p.1015-1020, 1985.

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.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA. p 1089 – 1142, 1990. (Agronomy, 30).

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000p. 117. Estudos FAO Irrigação e Drenagem 48.

RUBIO, J. S.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; RUBIO, F.; MARTÍNEZ, V. YIELD, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> fertilization. **Scientia Horticulturae**, Gainsville, v.119, n.2, p.79-87, 2009.

SILVA JÚNIOR, L.G.A.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F. de. Composição química de águas do cristalino do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.11-17, 1999.

SOUSA NETO, O.N.; DIAS, N.S.; FERREIRA NETO, M.; LIRA, R.B.; REBOUCAS, J.R. Utilização do rejeito da dessalinização da água na produção de mudas de espécies da caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, p.123-129, 2011.

TRAVASSOS, K. D. SILVA, D. R. S.; NASCIMENTO, A. K. S. DO; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R. Crescimento inicial do girassol sob estresse salino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro-BA/Petrolina- PE. Anais. Juazeiro-BA/Petrolina-PE: SBEA, 2009. 4 p.

TRAVASSOS K. D.; SOARES F. A. L.; GHEYI H. R.; DIAS N. DA S.; NOBRE R. G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.5, n.2, p.123–133, 2011.

---

TURHAN, H.; AYAZ, C. Effect of Salinity on Seedling Emergence and Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars. **International Journal of Agriculture & Biology**, Pakistan, v.6, n.1, p.149-152, 2004.

Yoshida, K. Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance. **Journal Bioscience Bioengineering**, Osaka, v.94, n.4, p.585–590, 2002.