

PRODUÇÃO E PÓS-COLHEITA DE FLORES DE GIRASSÓIS SOB ESTRESSE SALINO EM HIDROPONIA DE BAIXO CUSTO¹

Doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p420-432/2016>

JOSÉ A. SANTOS JÚNIOR², HANS R. GHEYT³, ANTÔNIO R. CAVALCANTE⁴, NILDO DA S. DIAS⁵, SALOMÃO DE S. MEDEIROS⁶

RESUMO: Em face de características relacionadas à infraestrutura, situação edáfica, hídrica e social, peculiares do semiárido brasileiro, é precípua a utilização de sistemas de cultivo alternativos que considerem tais características, inclusive a qualidade da água disponível. Dentro desta lógica, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do estresse salino sobre as variáveis de produção e pós-colheita de flores de girassóis cultivadas em um sistema hidropônico alternativo de baixo custo. Utilizou-se de delineamento experimental inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial 4 x 3, com três repetições; os tratamentos consistiram na utilização de quatro níveis de salinidade da solução nutritiva (1,7 – testemunha; 4,3; 6,0 e 9,0 dS m⁻¹) na produção de três cultivares de girassol (sol noturno, bonito de outono e anão de jardim). Verificou-se que, mesmo sob efeito da salinidade da solução nutritiva até o nível de 9 dS m⁻¹, o número de pétalas e a duração pós-colheita mantiveram-se dentro dos padrões comerciais para as cultivares “Sol-Noturno” e “Anão-de-Jardim”.

PALAVRAS-CHAVE: floricultura, salinidade, agricultura familiar.

PRODUCTION AND POSTHARVEST OF SUNFLOWER GROWN UNDER SALT STRESS IN HIDROPONICS OF LOW COST

ABSTRACT: In view of the specific characteristics regarding infrastructure, soil, climate, hydrology and social conditions of the Brazilian semi-arid, it is of paramount importance the use of alternative cropping systems, which take into account such features, as well as considering local water quality. In this sense, our study aimed to evaluate saline stress effects on sunflower production and post-harvest which are grown in an alternative low-cost hydroponics. Experimental design consisted of completely randomized blocks in 4 x 3 factorial scheme, with three replications. Treatments assessed the effect four salinity levels in hydroponics nutrient solution (1.7 - control, 4.3, 6.0, and 9.0 dSm⁻¹) on crop production of three sunflower cultivars (‘Sol Noturno’, ‘Bonito de Outono’, and ‘Anão de Jardim’). Our results showed that even at a maximum salinity level in nutrient solution (9 dSm⁻¹), number of petals postharvest life remained within commercial standards for both ‘Sol Noturno’ and ‘Anão de Jardim’ cultivars.

KEY WORDS: floriculture, salinity, family farming.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de sistemas de produção agrícola que sejam eficientes do ponto de vista hídrico, principal entrave para a expansão das áreas irrigadas em regiões semiáridas, é uma das alternativas para a expansão da produção no setor. Os sistemas de cultivo hidropônico, dadas as

¹ Artigo extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentado a COPEAG/UFCG.

² Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, DEAGRI/UFRPE, Recife – PE, jose.amilton@pq.cnpq.br

³ Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, NEAS/UFRB, Cruz das Almas – BA, hans@pq.cnpq.br

⁴ Lic. em Ciências Agrárias, Mestrando, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, PGEA/UFRB, Cruz das Almas – BA, antonio_soledade@hotmail.com

⁵ Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, DCAT/UFERSA, Mossoró – RN, nildo@pq.cnpq.br

⁶ Eng^o Agrícola, Pesquisador Doutor, Núcleo de Recursos Hídricos, INSA/MCTI, Campina Grande – PB, salomao.medeiros@insa.gov.br

Recebido pelo Conselho Editorial em: 19/07/2013

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 22/06/2015

características, como elevada eficiência no uso da água, podem subsidiar um processo alternativo de produção, dentro de uma lógica que vem sendo estudada por diversos pesquisadores e aplicada a diferentes culturas (LUZ et al., 2012; SANTOS JÚNIOR et al., 2011; SILVA et al., 2011).

No entanto, os sistemas hidropônicos convencionais possuem algumas desvantagens importantes em relação ao seu uso em comunidades difusas do semiárido brasileiro, tais como o alto custo inicial em razão do nível tecnológico exigido; o expressivo índice de risco de perda da cultura por problemas relacionados à energia elétrica; a necessidade de mão de obra especializada e de acompanhamento permanente em função da solução nutritiva que requer cuidados especiais de manejo, assim como questões de mercado, incompatíveis com a agricultura familiar. Além destes aspectos, o nível de vulnerabilidade e o grau de descapitalização dos agricultores familiares contextualizam o pouco uso desta tecnologia nesta região do Brasil.

No contraste entre este cenário e as condições de infraestrutura disponíveis no semiárido brasileiro (SAB), é evidente a necessidade do desenvolvimento e da validação de sistemas hidropônicos que amenizem as desvantagens supracitadas, especialmente os danos causados pela falta de energia elétrica e que também contemplem o aproveitamento de águas salinas, de ocorrência comum nesta região, no processo produtivo das culturas. O aproveitamento dessas águas no semiárido brasileiro é fundamental para a ampliação da oferta de água visando à produção agrícola, isto porque, embora a disponibilidade superficial seja reduzida, o potencial de exploração de águas subterrâneas nestas regiões é considerável; no entanto, apresentam restrições relacionadas à salinidade, sendo assim impróprias para o consumo humano, animal e irrigação de culturas em condições de solo (MORAIS et al., 2011); restrições estas que podem ser mais bem equacionadas quando se utilizam sistemas hidropônicos na produção das culturas (CAMPOS *et al.*, 2012).

Lastreado por informações relacionadas a questões de mercado no que diz respeito ao potencial de crescimento no setor de produção de flores tropicais (IBRAFLOR, 2012), utilizou-se nesta análise, diferentes cultivares de flores de girassol como parâmetro de comparação, já que esta cultura possui ampla adaptabilidade edafoclimática e é moderadamente tolerante à salinidade (NOBRE et al., 2011; SANTOS JÚNIOR et al., 2013). Deste modo, analisaram-se os componentes de produção e pós-colheita de flores das cultivares de girassol, “Sol-noturno”, “Anão-de-Jardim” e “Bonito-de-Outono”, cultivadas em um módulo hidropônico alternativo de baixo custo, sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido em ambiente protegido, situado na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido – INSA, Unidade de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, em Campina Grande-PB, no período de setembro a novembro de 2012. O clima da região é do tipo Aw’i, segundo a classificação climática de Köppen e é considerado subúmido seco, sendo que o período chuvoso está situado entre os meses de março e julho, e a normal climatológica é cerca de 800 mm (1974-2004). A temperatura máxima média anual é de 28,7 °C e a mínima de 19,8 °C, variando pouco ao longo do ano.

A área experimental localiza-se sob as coordenadas geográficas 7°16’41” S e 35°57’59” O, com altitude média de 470 m, e situa-se na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro em uma zona de transição climática e peculiar dentro do município de Campina Grande-PB.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial 4 x 3, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais; cada repetição foi constituída de 10 plantas “úteis”, sendo estudadas 30 plantas por tratamento, os quais consistiram no uso de quatro níveis de salinidade da solução nutritiva no cultivo de três cultivares de girassol ornamental: “Sol-Noturno”, “Anão-de-Jardim” e “Bonito-de-Outono”.

A solução nutritiva usada foi proposta por FURLANI et al. (1999), e os quantitativos dos fertilizantes utilizados estão descritos na Tabela 1.

TABELA 1. Composição da solução nutritiva padrão utilizada (FURLANI et al. 1999).
Composition of the standard nutrient solution used, based on Furlani et al. (1999).

Sal ou fertilizante	g 1.000 L⁻¹
Nitrato de cálcio hydro especial	750,0
Nitrato de potássio	500,0
Fosfato monoamônico (MAP)	150,0
Sulfato de magnésio	400,0
Sulfato de cobre	0,15
Sulfato de zinco	50,0
Sulfato de manganês	1,50
Ácido bórico	1,50
Molibdato de sódio (Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O)	0,15
Molibdato de amônio	0,15
Tenso-Fe (FeEDDHMA-6% Fe,)	30,0

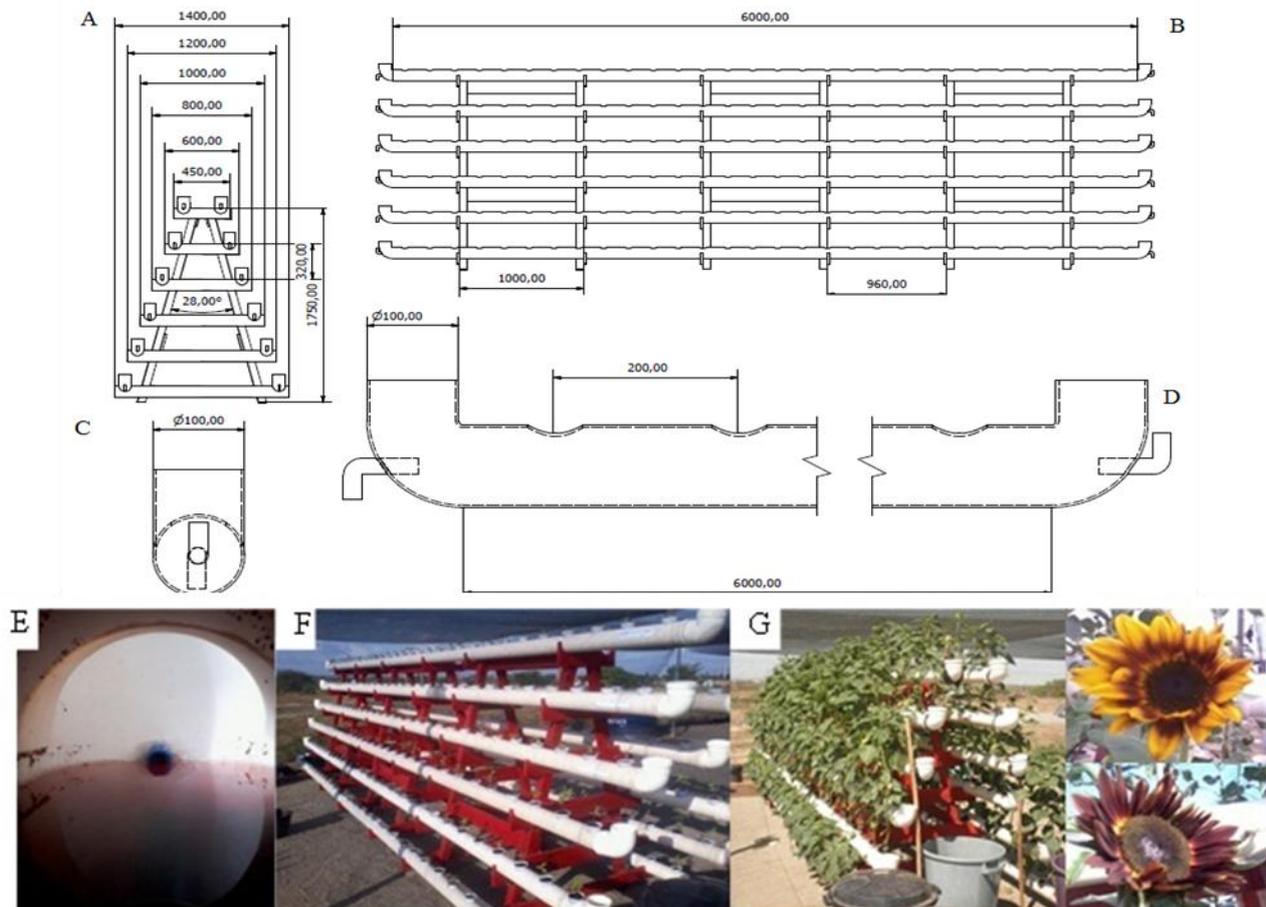
Após a adição dos fertilizantes, a condutividade elétrica da solução original foi de 3,4 dS m⁻¹, então, esta solução foi diluída equitativamente em água de abastecimento (Tabela 2), resultando em uma condutividade da solução nutritiva de 1,7 dS m⁻¹. Para a obtenção dos tratamentos salinos, adicionaram-se quantidades crescentes de NaCl na solução diluída, e obtiveram-se os seguintes níveis crescentes da condutividade elétrica inicial da solução nutritiva, a saber: 1,7 (Testemunha); 4,3; 6,0 e 9,0 dSm⁻¹.

TABELA 2. Caracterização da água de abastecimento utilizada no preparo da solução.
Characterization of the water used in the nutrient solution.

pH	CEa dS m ⁻¹					RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}
		K	Na	Ca	Mg	
mg L ⁻¹						
7,5	0,38	5,47	35,65	20,00	15,8	1,45

As unidades experimentais consistiram no módulo hidropônico de baixo custo (Figura 1).

A estrutura foi composta de um suporte de madeira impermeabilizada com tinta a óleo, com dimensões de 6 x 1,40 m, projetado com capacidade de suporte para 12 tubos de PVC de 6 m de comprimento e 100 mm de diâmetro. Nestes tubos, perfuraram-se “células” circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas de forma equidistantes a cada 0,2 m, considerando-se o eixo central de cada célula. Acoplou-se aos tubos, joelhos de mesma bitola, e a estes, uma torneira para saída de água, num sistema “tipo vertedouro” para induzir a existência de um nível constante de 0,4 m de líquido dentro do tubo, em toda a sua extensão, disponibilizando equitativamente a solução para todas as plantas. Na saída dos joelhos, colocou-se uma “luva hidráulica” perfurada para viabilizar a troca gasosa por ocasião da queda de água de um tubo para o outro.



Dimensões em milímetros (mm).

FIGURA 1. (A) Vista frontal e (B) vista lateral do protótipo hidropônico de baixo custo utilizado; (C) vista frontal e (D) vista lateral da composição dos tubos de PVC; (E) Vista interna do tubo em funcionamento; (F) Vista lateral do sistema; (G) Sistema hidropônico em funcionamento. (A) **Front view and (B) side view of the used low-cost hydroponic prototype;** (C) **front view and (D) side view of the PVC pipelines;** (E) **Operating pipe inside view;** (F) **System side view;** (G) **Hydroponic system operating.** **Dimensions in millimeters.**

O semeio ocorreu em copos plásticos descartáveis de 200 mL, perfurados nas laterais e no fundo, os quais foram preenchidos com substrato fibra de coco; as mudas foram irrigadas diariamente, pela manhã e à tarde, com água de abastecimento até os 20 dias após o semeio (DAS), data do transplante. Aos 21 DAS, os copos de germinação, com mudas + substrato, foram inseridos nos tubos, conforme tratamentos previamente estabelecidos.

No manejo da solução nutritiva, fez-se a reciclagem de água e de nutrientes, ou seja, preparou-se um volume inicial de 80 L de solução nutritiva por tratamento, em reservatório específico; às 8h adicionavam-se manualmente 20 L de solução por tubo, e às 16h este volume era retirado, despejado no reservatório e, após a homogeneização, coletavam-se novamente 20 L e aplicavam-se ao tubo. A mensuração do consumo hídrico era feita no reservatório principal, com intervalo de tempo semanal.

As variáveis foram analisadas por ocasião da colheita, pós-colheita e descarte das flores, a saber: o início do florescimento (IF) - o número de dias do semeio até as plantas atingirem o estágio fenológico R₄ (BORGES et al., 2013), ou seja, começo da abertura da inflorescência.

Imediatamente após a colheita, mensurou-se o comprimento da haste (CH) - do colo da planta à gema apical; o diâmetro da haste (DH) - mensurado sempre aos cinco centímetros acima do colo da planta; o número de folhas (NF) - contabilizadas em unidades com nervura central superior a

três centímetros e foto sinteticamente ativas; a área foliar (AF) - calculada com auxílio do modelo proposto por MALDANER et al. (2009), em que $AF = \sum 0,1328 C^{2,5569}$, em que C é o comprimento da nervura central da folha; e a fitomassa fresca da flor – massa da parte aérea sem folhas - (FFC), obtida em balança de precisão a 0,001 g.

O período de pós-colheita ocorreu em uma sala climatizada, com temperatura fixa de $\pm 20^{\circ}\text{C}$; as flores foram acondicionadas em uma bancada e dispostas na posição vertical, sendo os 0,2 m da porção inferior do caule, imersos em solução de sacarose (2%), conforme SOUZA *et al.* (2010).

Quando as flores atingiram o estágio R₅ (inflorescência completamente aberta), mensuraram-se o diâmetro externo (DCe) e o diâmetro interno (DCi) do capítulo, através da média aritmética das medidas, no sentido horizontal e vertical; também nesta data contou-se o número de pétalas (NP).

A fase do descarte teve início à medida que se iniciou a queda das pétalas; mensurou-se então a fitomassa da flor no momento do descarte (FFD) e, então, calculou-se a perda de água da flor da colheita ao descarte (PAF) – diferença entre a FFC e a FFD; e a duração da pós-colheita (DPC) – número de dias da colheita até o início do caimento das pétalas.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão os níveis de salinidade da solução nutritiva (fatores quantitativos), e por meio de teste de médias (Tukey) analisaram-se as distintas cultivares de girassol, ao nível de 0,05 de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio de um software estatístico (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância, as variáveis IF, CH, DH, DCe, DCi e NP foram influenciadas significativamente pelos níveis de salinidade e pelas cultivares. A interação entre os fatores influenciou significativamente o comportamento do IF, CH e do DCe (Tabela 3). Outro aspecto a ser ressaltado é o coeficiente de variação, cujo intervalo representa o comportamento uniforme das variáveis analisadas e que, apesar de haverem sido dispostas 30 plantas em fileira, o módulo hidropônico de baixo custo disponibilizou água e nutrientes uniformemente.

TABELA 3. Resumo da ANOVA para o início médio do florescimento (IF), comprimento (CH) e diâmetro (DH) médio da haste, diâmetro médio externo da flor - capítulo (DCe), diâmetro médio interno da flor - capítulo (DCi) e número médio de pétalas (NP) de cultivares de girassol cultivadas em hidroponia de baixo custo sob estresse salino. **Summary of the ANOVA for averages of blooming begin (IF), stem length (H) and diameter (DH), flower outer diameter (DCE) and inner diameter (DCi) - capitulum type, and average number of petals (NP) for sunflower cultivars grown in hydroponics of low cost under saline stress.**

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio					
		IF	CH	DH	DCe	DCi ¹	NP
Nível de Salinidade (S)	3	197,66**	3000,93**	32,403**	12,144**	0,312**	108,27**
Reg. Linear	1	433,75**	8979,56**	89,146**	32,737**	0,84**	274,71**
Cultivar (C)	2	321,48**	10957,46**	4,026**	3,564**	0,199**	104,29**
Interação S x C	6	36,761**	288,828**	0,230 ^{ns}	1,802**	0,065 ^{ns}	10,445 ^{ns}
Resíduo	24	6,88	32,955	0,367	0,197	0,045	6,692
CV	(%)	3,79	8,93	8,03	5,26	11,16	8,80

*,** significativo a 5% e 1%, respectivamente, e ^{ns} não significativo, pelo teste F. GL: Grau de liberdade e CV: coeficiente de variação. ¹Valores transformados pela equação $(X + 0,5)^{0,5}$.

No desdobramento do fator cultivares de girassol dentro do fator salinidade da solução nutritiva (CE_{sn}) para o IF (Figura 2A), observou-se que sob 6 dS m⁻¹ de CE_{sn} as plantas de girassol

da cultivar “Sol-Noturno” floresceram aos 64 dias após o semeio (DAS), ou seja, esta cultivar foi, em média, 10,8% mais precoce que a cultivar “Bonito-de-Outono”, cujo início do florescimento se deu 78 DAS; em contrapartida, o IF da cultivar “Anão-de-Jardim” iniciou-se aos 71 DAS. ANDRADE et al. (2012), estudando a qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com águas residuária e de abastecimento, observaram que a cultivar “Sol-Noturno” floresceu aos 57 DAS, ou seja, 7 dias mais precoce em relação aos dados observados no presente trabalho, defasagem esta atribuída ao estresse salino ao qual as plantas foram submetidas.

Em relação ao CH das flores, verificou-se significância no desdobramento do fator cultivar de girassol dentro do fator salinidade da solução nutritiva (Figura 2B). Sob $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ de CE_{sn} , a cultivar “Anão-de-Jardim” apresentou média de 41 cm, enquanto as cultivares “Sol-Noturno” e “Bonito-de-Outono” apresentaram média de 105 cm de CH. Quando sob $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ de CE_{sn} , o CH médio da cultivar “Anão-de-Jardim” foi de apenas 32 cm; entretanto, para o níveis de 6 e 9 dS m^{-1} de CE_{sn} , observaram-se hastes com até 70 cm de comprimento. Este fato indicou que, em condições de hidroponia, o CH da cultivar “Anão-de-Jardim” não foi comprometido significativamente quando submetido aos níveis de CE_{sn} estudados, inclusive com tamanho de hastes compatíveis com o padrão de qualidade proposto pela IBRAFLOR (2012). Esta tolerância está relacionada às características genéticas da cultivar em si e ao fato de que os sais podem ter sido regulados por sinalização proveniente da raiz, sobretudo pelo ácido abscísico (ABA); em outra análise, estes resultados podem indicar maior capacidade da planta de compartimentalizar íons no vacúolo (ARAÚJO et al., 2014). Sob CE_{sn} de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$, as cultivares “Sol-Noturno” e “Bonito-de-Outono” apresentaram CH médio de 92 cm.

O DH decresceu linearmente à taxa de $0,59 \text{ mm}$ por incremento unitário da CE_{sn} , sendo verificadas perdas de até 44,7% quando se comparou o DH das plantas sob 9 dS m^{-1} em relação às plantas sob $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ de CE_{sn} (Figura 2C). MACIEL et al. (2012), estudando a produção de flores de girassol da cultivar “Sol-Vermelho” sob estresse salino, no intervalo entre $0,47$ e $6,19 \text{ dS m}^{-1}$, em sistema hidropônico NFT, observaram redução linear do DH à taxa de 3,2% por incremento unitário da CE_{sn} .

Em relação às médias de DH, verificaram-se valores na ordem de 7,7; 6,9 e 8 mm para as cultivares “Sol-Noturno”, “Anão-de-Jardim” e “Bonito-de-Outono”, respectivamente (Figura 2D). Segundo CURTI et al. (2012), é desejável que o diâmetro da haste seja resistente para possibilitar a sustentação da inflorescência do girassol, que geralmente tem maior massa se considerar outras espécies de flor de corte, como a rosa, a gerbera, entre outras.

A interação entre os fatores afetou significativamente o DCE das flores de girassol. A padronização do girassol ornamental é caracterizada pelo tamanho do diâmetro externo dos capítulos, de modo que SATO et al. (2010), estudando formas de retardo da senescência da cultivar “Sunflower F1 Sumbrite Supreme”, observaram diâmetros externos do capítulo variando entre 8,93 e 13,11 cm e classificaram-nos como médios e grandes, respectivamente. É evidente, no entanto, que a colheita deve seguir recomendações regionais atendendo padrões de qualidade definidos especificamente para cada material vegetal específico.

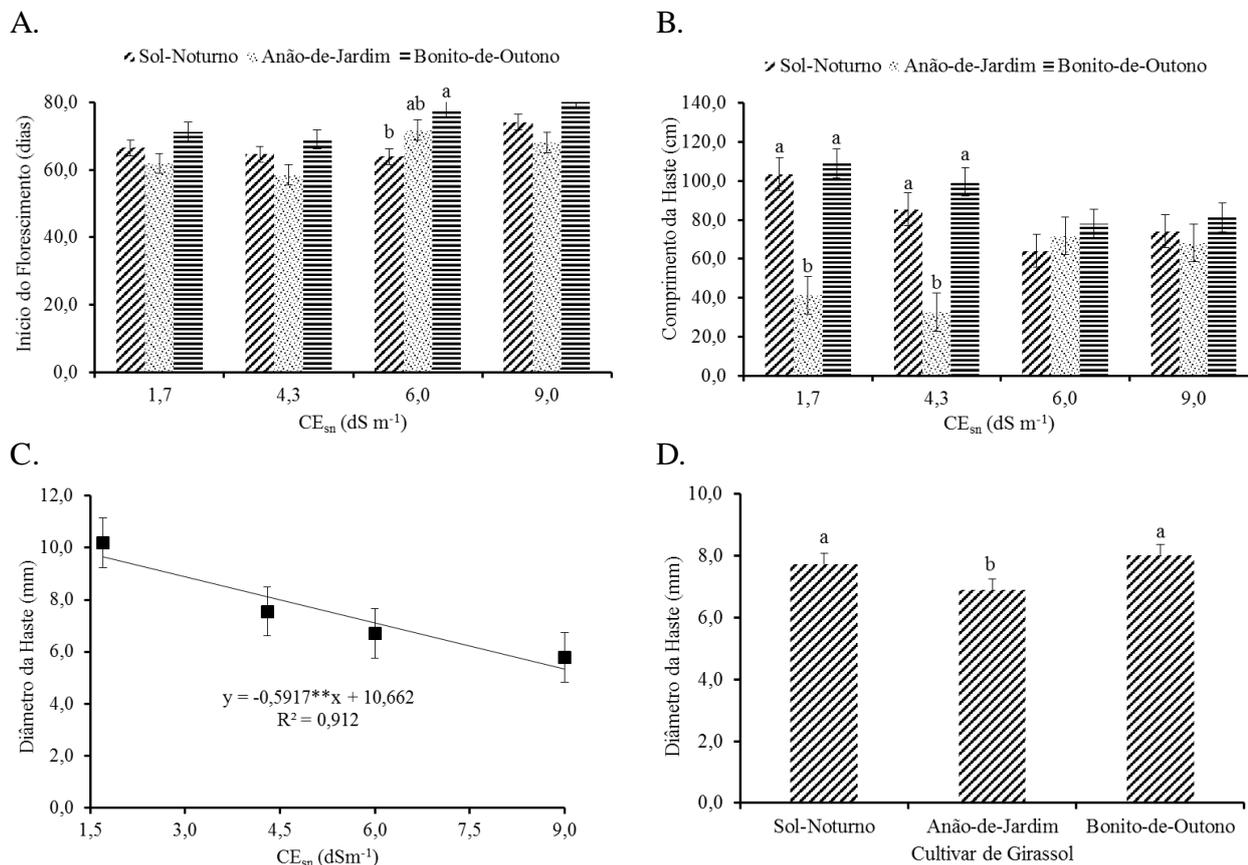


FIGURA 2. Resultados para cultivares de girassol em hidroponia de baixo custo sob estresse salino. (A) Desdobramento da interação entre os fatores para o início médio do florescimento e para o (B) comprimento médio da haste. (C) Diâmetro médio da haste em função da salinidade da solução nutritiva e das (D) diferentes cultivares de girassol. **Results for sunflower cultivars in hydroponics of low cost under saline stress. (A) Statistical breakdown of interactions among factors for blooming begin and for (B) average stem length. (C) Stem average diameter as function of nutrient solution salinity and (D) sunflower cultivar.**

No desdobramento do fator salinidade da solução nutritiva dentro do fator cultivar para o DCE do girassol (Figura 3A), notou-se que a cultivar “Anão-de-Jardim” apresentou maior sensibilidade à variação da CE_{sn}, sendo observada uma defasagem de até 30,2% no DCE das plantas sob 9 dS m⁻¹ em relação às plantas sob 1,7 dS m⁻¹ de CE_{sn}. No desdobramento do fator cultivar de girassol dentro do fator salinidade da solução nutritiva (Figura 3B), verificou-se maior intensidade do efeito deletério da CE_{sn} sobre o comportamento do DCE da cultivar “Anão-de-Jardim” em relação às demais cultivares testadas. Travassos et al. (2011), analisando a cultivar EMBRAPA 122-V2000, em condições de solo, não verificaram efeito significativo da água de irrigação até 5 dS m⁻¹ sobre o diâmetro externo do capítulo, assim como se verificou no presente trabalho para as cultivares “Sol-Noturno” e “Bonito-de-Outono”.

O DCi das flores também foi reduzido com o aumento da salinidade da solução nutritiva. Estimou-se, com base na equação de regressão (Figura 3C) um decréscimo de 0,24 cm por incremento unitário da CE_{sn}. As cultivares “Sol-Noturno” e “Bonito-de-Outono” apresentaram DCi médio de 3,6 cm, e as plantas da cultivar “Anão-de-Jardim” apresentaram média de 2,65 cm (Figura 3D).

O NP das flores diminuiu 23,6% quando se compararam as plantas sob 9 dS m⁻¹ em relação às plantas sob 1,7 dS m⁻¹ de CE_{sn}, conforme é possível estimar mediante equação de regressão. Observou-se a redução linear de 1,073 pétala por aumento unitário da CE_{sn} em função dos níveis de CE_{sn} (Figura 3E). O número médio de pétalas verificado para a cultivar “Sol-Noturno” e “Anão-de-

Jardim” foi de 27 pétalas, já a cv. “Bonito-de-Outono” produziu, em média, 32,8 pétalas (Figura 3F).

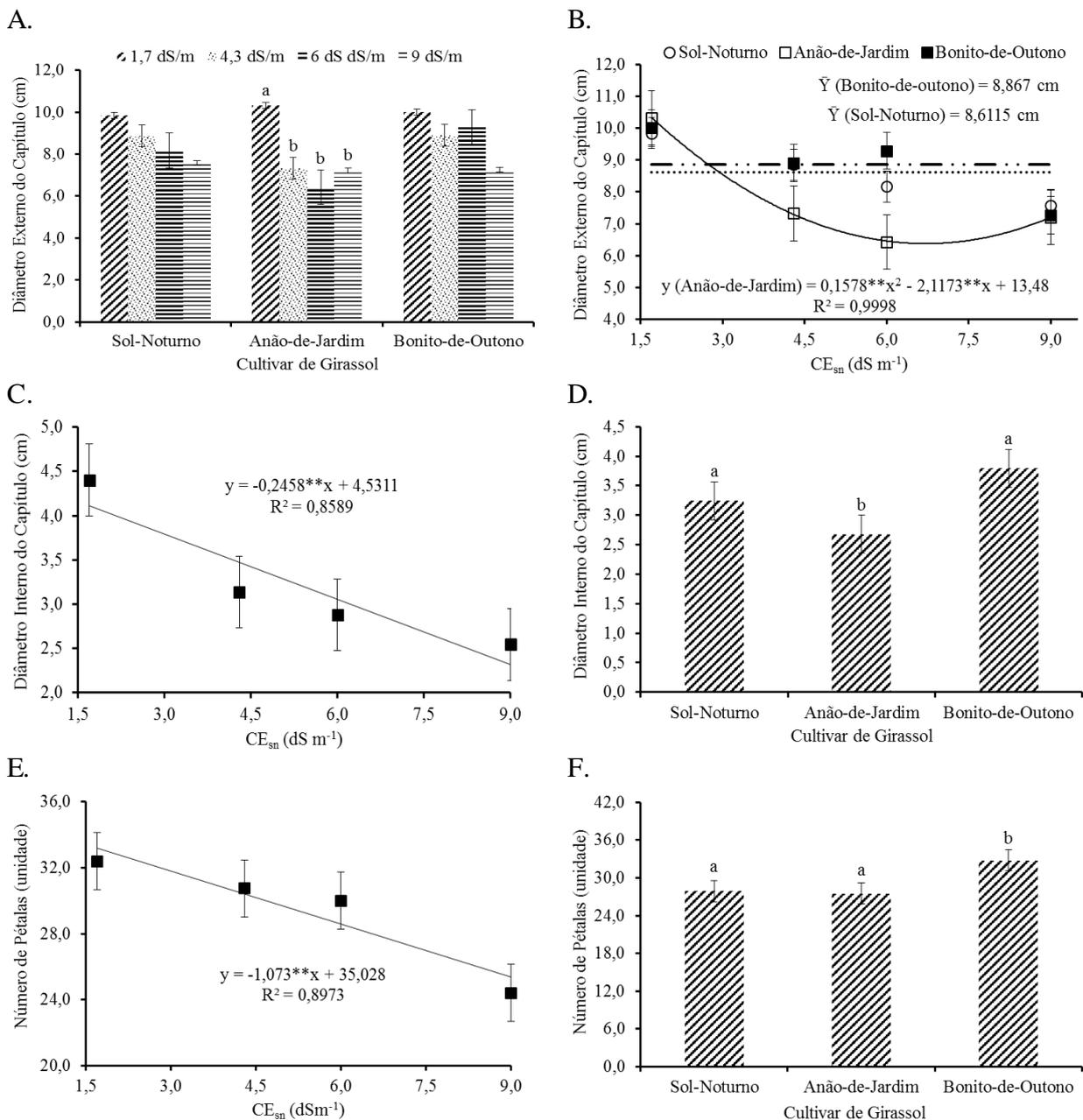


FIGURA 3. Resultados para cultivares de girassol em hidroponia de baixo custo sob estresse salino. (A) Desdobramento do fator salinidade da solução nutritiva dentro do fator cultivar do girassol para diâmetro externo do capítulo e (B) do fator cultivar de girassol dentro do fator salinidade solução nutritiva para o diâmetro externo do capítulo. (C) Diâmetro interno do capítulo em função da salinidade da solução nutritiva e (D) das diferentes cultivares de girassóis. (E) Número de pétalas em função da salinidade da solução nutritiva e (F) das diferentes cultivares de girassóis. **Results for sunflower cultivars in hydroponics of low cost under saline stress. (A) Statistical breakdown of nutrient solution salinity and sunflower cultivar for capitulum outer diameter and (B) sunflower cultivar and nutrient solution salinity for capitulum outer diameter. (C) Capitulum inner diameter as function of solution salinity and (D) sunflower cultivar. (E) Variation of number of petals regarding solution salinity and (F) cultivar.**

Na Tabela 4, é possível notar que todas as variáveis (NF, DPC, FFC, FFD e PAF) foram influenciadas pelos tratamentos testados isoladamente e que a interação entre estes afetou apenas o NF e a DPC. Em relação ao módulo hidropônico de baixo custo, verificou-se, também para as variáveis de pós-colheita, um coeficiente de variação cujo intervalo redundava à uniformidade das variáveis observadas durante o período experimental.

TABELA 4. Resumo da ANOVA para número médio de folhas (NF), duração média pós-colheita (DPC), fitomassa fresca média da flor na colheita (FFC) e no descarte (FFD) e perda média de água da flor da colheita ao descarte (PAF) do girassol cultivado em hidroponia de baixo custo sob estresse salino. **Summary of the ANOVA for averages of leaf number (NF), postharvest life (DPC), flower fresh weight at harvest (FFC) and at disposal (FFD), flower water loss from harvest to disposal (PAF) for sunflower grown in hydroponics of low cost under saline stress.**

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio				
		NF	DPC	FFC ¹	FFD ¹	PAF ¹
Nível de Salinidade (S)	3	52,343**	20,302**	24,740**	11,269**	3,009**
Reg. Linear	1	153,317**	55,497**	70,471**	31,833**	8,708**
Cultivar (C)	2	7,469**	5,215**	22,117**	24,882**	3,647**
Interação S x G	6	7,418**	5,486**	0,429 ^{ns}	0,321 ^{ns}	0,096 ^{ns}
Resíduo	24	1,466	1,225	0,425	0,349	0,053 ^{ns}
CV	(%)	6,95	8,33	10,26	11,34	9,92

*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, e ^{ns} não significativo, pelo teste F. GL: Grau de liberdade e CV: coeficiente de variação. ¹Valores transformados pela equação $(X + 0,5)^{0,5}$.

Observou-se efeito significativo no desdobramento do fator salinidade da solução nutritiva dentro do fator cultivar do girassol para o NF (Figura 4A); verificou-se, ainda, que a cultivar “Anão-de-Jardim” apresentou um quantitativo de folhas variável em função do incremento da CE_{sn} , sendo constatada, inclusive, maior sensibilidade à salinidade quando se compara ao NF das outras cultivares testadas. Os estresses provocados pelo excesso de íons, em geral, diminuem a assimilação de CO_2 , a condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese das plantas (SILVA et al., 2013; TABAGIBA et al., 2014), e, por conseguinte, acabam por prejudicar a produção e a produtividade das culturas, o que, no presente trabalho, constata-se em relação ao NF, DPC e FFC.

Em relação à DPC, verificou-se efeito significativo no desdobramento do fator salinidade da solução nutritiva dentro do fator cultivar do girassol (Figura 4B). Notou-se, ainda, que as flores da cultivar “Bonito-de-Outono” apresentaram uma DPC de 14 dias, quando cultivadas sob 1,7; 4,3 e 6 dSm^{-1} de CE_{sn} ; no entanto, nas plantas com 9 dSm^{-1} de CE_{sn} , observou-se um decréscimo acentuado nesta variável, com média de 9 dias de DPC. As flores das outras cultivares testadas não sofreram efeito significativo dos níveis de CE_{sn} em relação à DPC.

Entretanto, durante as atividades experimentais, percebeu-se visualmente maior sensibilidade das plantas da cultivar “Bonito-de-Outono” a níveis de salinidade superiores a 6 dSm^{-1} , evidenciada pelo elevado índice de mortalidade das plantas desta cultivar, sob os níveis salinos mencionados. A média de DPC observada no presente trabalho para a cultivar “Sol-Noturno” foi de 14 dias, ou seja, as flores desta cultivar apresentaram 5 dias a mais de duração pós-colheita que a observada por ANDRADE et al. (2012) para esta mesma cultivar, irrigada com água residuária, em condições de solo.

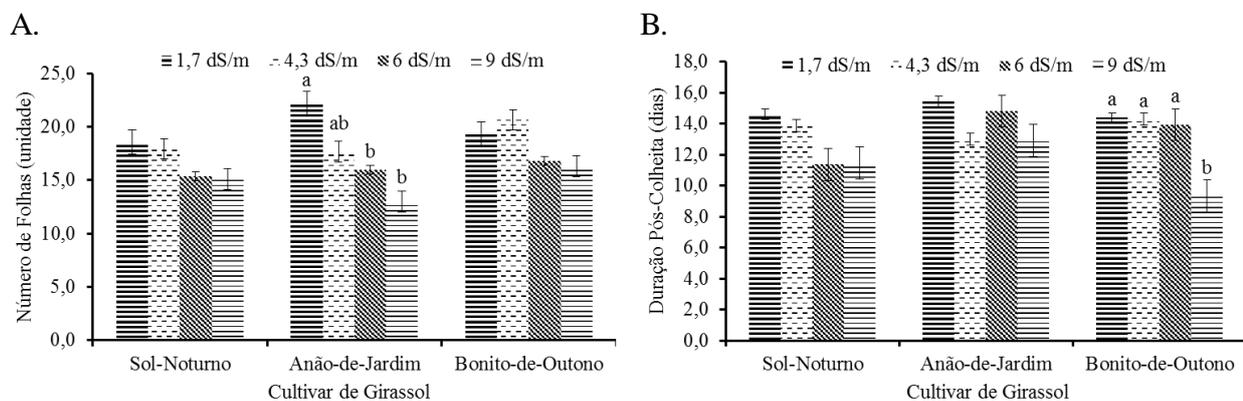
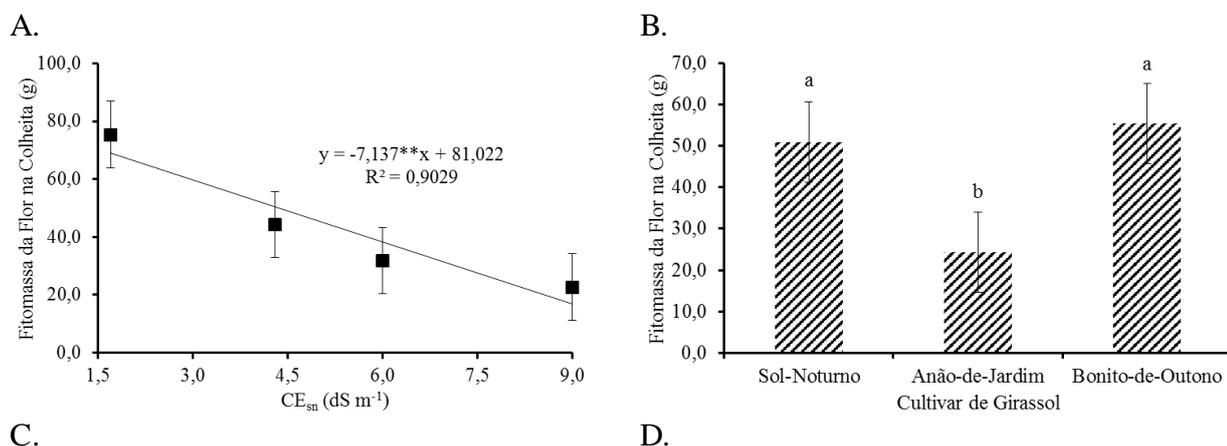


FIGURA 4. Resultados para cultivares de girassol cultivadas em hidroponia de baixo custo sob estresse salino. (A) Desdobramento do fator salinidade da solução nutritiva dentro do fator cultivar de girassol para o número de folhas e para a (B) duração pós-colheita. **Results for sunflower cultivars grown in hydroponics of low cost under saline stress. (A) Statistical breakdown of solution salinity and cultivar for leaf number and (B) postharvest life.**

A FFC foi significativamente ($p > 0,01$) afetada pela CE_{sn} , sendo estimada perda real de 75% quando se compararam as plantas sob $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ em relação às plantas sob 9 dS m^{-1} de CE_{sn} . Estimou-se ainda, com base na equação de regressão, uma redução de $7,13 \text{ g}$ na FFC por incremento unitário da CE_{sn} (Figura 5A). Observaram-se, no entanto, médias de 51 ; 24 e 55 g de FFC para as cultivares “Sol-Noturno”, “Anão-de-Jardim” e “Bonito-de-Outono” (Figura 5B); esta superioridade média de 54% das outras cultivares, em relação a “Anão-de-Jardim”, em termos de FFC, está relacionada à composição genética desta cultivar, que possui naturalmente um porte reduzido.

Em relação à FFD, observou-se comportamento similar ao da FFC. Estimou-se uma redução linear à taxa de $4,02 \text{ g}$ por incremento unitário da CE_{sn} , e uma variação entre os níveis $1,7$ e 9 dS m^{-1} de CE_{sn} , na ordem de 67,4% (Figura 5C). Em termos médios, as flores da cultivar “Sol-Noturno” apresentaram 38 g de FFD enquanto as cultivares “Anão-de-Jardim” e “Bonito-de-Outono” apresentaram, em média, 12 e 36 g , respectivamente (Figura 5D).

Embora tenha se observado que houve redução na PAF à taxa de $0,965 \text{ g}$ por incremento unitário da CE_{sn} (Figura 5E), as plantas perderam, em média, $7,41$; $2,95$ e $7,61 \text{ g}$ de água nas cultivares “Sol-Noturno”, “Anão-de-Jardim” e “Bonito-de-Outono”, respectivamente (Figura 5F). As plantas cultivadas sob níveis elevados de salinidade perderam menos água da colheita ao descarte porque seu teor de água na colheita já era menor, fato este que também comprometeu a DPC; este resultado é elucidado quando se compara a taxa de $1,91 \text{ g dia}^{-1}$ de água perdida pelas flores que foram cultivadas sob $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ de CE_{sn} , à taxa de $0,43 \text{ g dia}^{-1}$ de água perdida pelas flores sob 9 dS m^{-1} de CE_{sn} e também compara-se a diferença entre os índices de DPC.



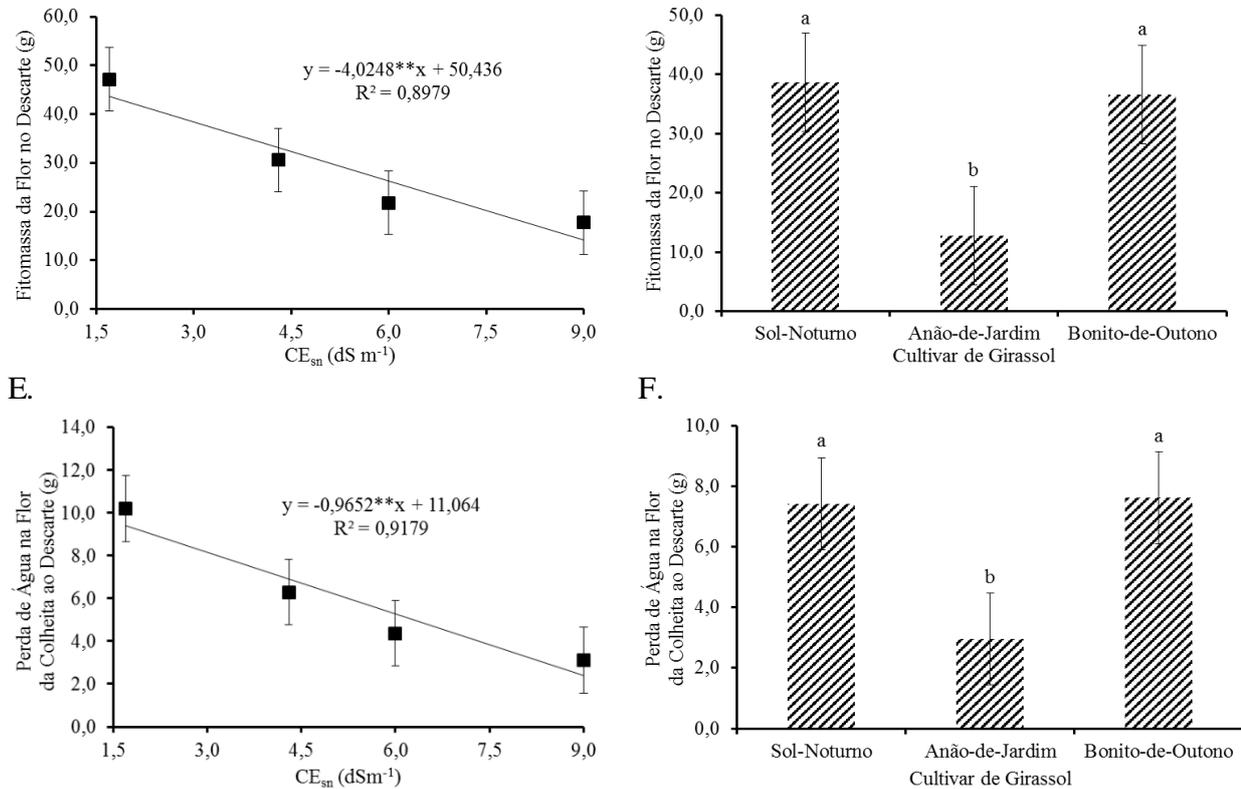


FIGURA 5. Resultados para cultivares de girassol cultivadas em hidroponia de baixo custo sob estresse salino. (A) Fitomassa fresca da flor na colheita, em função da salinidade da solução nutritiva e (B) das diferentes variedades de girassol. (C) Fitomassa fresca da flor no descarte, em função da salinidade da solução nutritiva e (D) das diferentes cultivares de girassol. (E) Perda de água da flor da colheita ao descarte, em função da salinidade da solução nutritiva e (F) das diferentes cultivares de girassol. **Results for sunflower cultivars grown in hydroponics of low cost under saline stress. (A) Flower fresh weight at harvest as function of salinity levels and (B) of cultivars. (C) Flower fresh weight at disposal as function of salinity levels and (D) of cultivars. (E) Flower water loss from harvest to disposal as function of salinity levels and (F) of cultivars.**

CONCLUSÕES

1. A interação entre a salinidade da solução nutritiva e as cultivares de girassol afetou o início do florescimento, o comprimento da haste, o diâmetro externo do capítulo, o número de folhas e a duração pós-colheita.
2. O número de pétalas e a duração pós-colheita das cultivares “Sol-Noturno” e “Anão-de-Jardim” não foram afetados pela salinidade da solução nutritiva até o nível de 9 dS m⁻¹.
3. Não é viável a produção de flores de girassol da cultivar “Bonito-de-Outono” em condições de hidroponia de baixo custo, sob níveis de salinidade da solução nutritiva superiores a 6 dS m⁻¹.
4. O módulo hidropônico de baixo custo utilizou uniformemente água e nutrientes às plantas, as quais produziram flores uniformes e com características similares de pós-colheita.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L.O. DE; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.G.; DIAS, N. DA S.; NASCIMENTO, E.C.S. Qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com águas residuária e de abastecimento, Arica, v.30, n.2, p.19-27, ago. 2012. Disponível em: Idesia<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292012000200003>. Acesso em: 20 jun. 2015. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000200003>>.
- ARAÚJO, L. F. de; LIMA, R. E.; COSTA, L. de O.; SILVEIRA, E. M. de C.; BEZERRA, M. A. Alocação de íons e crescimento de plantas de cajueiro anão-precoce irrigadas com água salina no campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, p. S34–S38, 2014. Suplemento. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v18ns/v18nsa06.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2015.
- BORGES, B. M. M. N.; LUCAS, F. T.; PAES, J. M. V. Avaliação fenológica de cultivares de girassol (*Helianthus annuus*, L.) em Uberaba/MG – Safra 2009. **Revista Nucleus**, Ituverava, v.10, n.2, 2013. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/859/1197>> Acesso em: 20 jun. 2015. <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.859>>
- CAMPOS, P. J.; SANTOS, T. M. ; SCAFINI, L. ; OLIVEIRA, C. A. ; SANTOS, T. S. Hidroponia: Processo de produção alternativo, frente às demandas de mercado. **Gestão Universitária**, Florianópolis, v. 1, p. 1, 2012.
- CURTI, G. L.; MARTIN, T. N.; FERRONATO, M. de L.; BENIN, G. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 35, n. 23, p. 240-250, jan. - jun. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/pdf/rca/v35n1/v35n1a23.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov. - dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6>>. Acesso em 20 jun. 2015.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180).
- IBRAFLOR – Instituto Brasileiro de Floricultura. **Números do setor**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=183>>. Acesso em: dez. 2012.
- LUZ, J. M. Q.; ANDRADE, L. V. de; DIAS, F. F.; SILVA, M. A. D.; HABER, L. L.; OLIVEIRA, R. C. de. Produção hidropônica de coentro e salsa crespa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, p. 589-597, jul. - ago. 2012. Disponível em: <www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/.../9749>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.2, p.165–172, 2012. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v16n02/v16n02a06.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Métodos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1356-1361, ago. 2009. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/cr/v39n5/a221cr1343.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2015.

- MORAIS, F. A. de; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T. de; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, abr. - jun. 2011. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1738>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.35, n.1, p.929-937, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1802/180219357027.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. da S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 842-849, outubro-dezembro, 2011. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1755>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. da S.; SOARES, F. A. L. Efficiency of water use for sunflower grown in hydroponic system under salt stress. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, jul. -ago. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162013000400011&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 jun.2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162013000400011>>.
- SATO, O.; CASTRO, A. M. C. e; CHIMBO JÚNIOR, A.; CARVALHO, F. K.; SILVA, D. P. da; SANTOS, K. H. dos. Resíduos orgânicos como fonte de nitrogênio no retardo da senescência em girassol ornamental. **Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v. 1, n. 2, p. 21-31, ago. 2010. Disponível em: <e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/.../3498>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- SILVA, A. O. da; SILVA, D. J. R. da; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. de F. e; SANTOS, A.N. dos; ROLIM, M.M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido - PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 147-155, jan. -mar. 2011. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/237023259_Produo_de_rcula_em_sistema_hidropnico_NFT_utilizando_gua_salina_do_Semirido_-_PE_e_rejeito_de_dessalinizador>.
- SILVA, S. S da; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SILVA, A. O. da. Manejo de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira em área do semiárido Paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 110-117, abr. - jun. 2013. Disponível em: <<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA/article/view/410/pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- SOUZA, R. M. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 125-133, abr. - jun. 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2371/237116915016.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- TABAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. de F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 138-149, mar. - abr. 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/article/viewFile/488/310>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- 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. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/viewFile/77/pdf_66>. Acesso em: 20 jun. 2015.