



Componentes de produção do girassol Embrapa 122-V2000 sob salinidade da água e adubação nitrogenada¹

Cruz R. M. Centeno², João B. dos Santos³, Diego A. Xavier⁴, Carlos A. V. de Azevedo⁵ & Hans R. Gheyri⁶

¹ Trabalho selecionado do II INOVAGRI International Meeting, realizado de 13 a 16 de abril de 2014, Fortaleza - CE, Brasil

² UAEA/UFCEG, Campina Grande, PB.

³ PNP/CAPE/UAEG/UFCEG, Campina Grande, PB. E-mail: agrosantos@hotmail.com (Autor correspondente)

⁴ UAEA/UFCEG, Campina Grande, PB. E-mail: dax_man89@hotmail.com

⁵ UAEA/CTR/UFCEG, Campina Grande, PB. E-mail: cazevedo@deag.ufcg.edu.br

⁶ UFRB, Cruz das Almas, BA. E-mail: hans@pq.cnpq.br

Palavras-chave:

produtividade
Helianthus annuus L.
água de qualidade inferior

RESUMO

O trabalho foi realizado com objetivo de avaliar os componentes de produção da cultura do girassol, submetida à irrigação com águas salinizadas e adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido em ambiente protegido pertencente a Universidade Federal de Campina Grande, durante o período de abril a julho de 2012, em delineamento inteiramente casualizado usando o arranjo fatorial 5 x 5, referente aos níveis de salinidade da água de irrigação, expressas pelas condutividades elétricas: 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m⁻¹ (25 °C) e as doses de nitrogênio: 50; 75; 100; 125 e 150 mg kg⁻¹, com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. Avaliou-se o número total de aquênios, produção de aquênios, porcentagem de aquênios viáveis, porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis, fitomassa do capítulo, fitomassa de 1000 aquênios, fitomassa seca da parte aérea e da raiz. A salinidade da água de irrigação afetou a produção de aquênios, número total de aquênios, porcentagem de número de aquênios viáveis, porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis, fitomassa do capítulo, fitomassa de 1000 aquênios, fitomassa seca da parte aérea e da raiz, independentemente da dose de nitrogênio utilizada. As plantas de girassol cv. EMBRAPA 122-V2000 foram afetadas de forma distinta, tanto pela salinidade da água de irrigação, quanto pela adubação nitrogenada, embora não tenha ocorrido efeito significativo da interação entre os fatores. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento linear na produção de aquênios, número total de aquênios, fitomassa do capítulo e fitomassa seca da raiz.

Key words:

productivity
Helianthus annuus L.
marginal water

Components of production of sunflower Embrapa 122-V2000 under water salinity and nitrogen fertilization

ABSTRACT

The study was conducted to assess the variables of sunflower production, subjected to irrigation with saline water and nitrogen fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande, from April to July 2012 in a completely randomized design using the 5 x 5 factorial scheme, related to salinity levels of irrigation water expressed by electrical conductivity of 0.7, 1.7, 2.7, 3.7 and 4.7 dS m⁻¹ at 25° C and nitrogen levels: 50, 75, 100, 125 and 150 mg kg⁻¹, with three replications, totaling 75 experimental units. The total number of achenes, production of achene, percentage of viable achenes, percentage of biomass of viable achenes, the chapter biomass, dry weight of 1000 seeds, dry weight of shoot and root were evaluated. The salinity of water affected the production of achenes, the total number of achenes, percentage of number of viable achenes, percentage of biomass of viable achenes, the biomass of chapter, biomass of 1000 seeds, dry weight of shoot and root, regardless of the dose of nitrogen used. The sunflower cv. EMBRAPA 122-V2000 was affected by salinity of water, as well as by nitrogen fertilization, though there was no significant effect of their interaction. The increasing rates of nitrogen caused a linear increase in achene production, total number of achenes, the biomass and dry biomass of chapter and root.

INTRODUÇÃO

O aumento no crescimento populacional no mundo ocasiona, naturalmente, o aumento da procura de alimentos pela população, trazendo consigo a necessidade de se produzir mais alimentos para atender a demanda da humanidade. Esta demanda vem sendo atendida pelo agricultor através da utilização de sistemas de irrigação nas regiões áridas e

semiáridas, o que vêm proporcionando a ampliação das áreas agricultáveis em todo o planeta (Machado et al., 2007).

Dentre as culturas de importância econômica e alimentar, o girassol merece destaque no contexto atual brasileiro, principalmente por sua adaptação aos mais variados tipos de solo e clima, mas o sucesso do seu cultivo nas áreas semiáridas, a exemplo de muitas outras culturas, esta condicionada ao uso da tecnologia da irrigação (Oliveira et al., 2010).

O desenvolvimento do cultivo do girassol nos últimos anos vem demonstrando que a cultura é uma alternativa para os diferentes segmentos do agronegócio, tornando-se, assim, um mercado sólido e uma grande opção para composição de sistemas de produção nas diversas regiões produtoras do Brasil (Vieira, 2005). Entre os fatores decisivos para o fortalecimento do cultivo do girassol, está a demanda cada vez maior por óleo comestível e biocombustíveis, além da possibilidade do uso do farelo na alimentação animal (Ferrari, 2004).

Porém a falta de drenagem natural ou artificial, a qualidade da água e o manejo inadequado da irrigação para atender às necessidades hídricas das culturas nas regiões semiáridas, têm reduzido a capacidade produtiva dos solos, ocasionada pela salinização e/ou sodificação, originando, com isto, problemas agroecômicos (Leite et al., 2010). Estes problemas são observados na região semiárida do Nordeste brasileiro, na qual aproximadamente 30% dos perímetros irrigados se encontram com problemas de solos afetados por sais, principalmente pela baixa precipitação pluviométrica e a alta taxa de evaporação, uma vez que os sais não são lixiviados, acumulando-se em grandes quantidades no solo e dificultando o desenvolvimento das plantas cultivadas (Lopes et al., 2008).

O excesso de salinidade no solo tende a comprometer a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas, pois afeta o potencial osmótico da solução do solo; enquanto que o alto nível de sódio trocável ocasiona degradação da estrutura do solo, dispersão da argila e toxidez nas plantas podendo, até, impedir a germinação das sementes e o desenvolvimento das raízes (Smith et al., 2009).

É muito importante levar em consideração que ao se explorar comercialmente qualquer cultura, o conhecimento dos efeitos dos sais sobre esta e sobre o solo, assim como os fenômenos envolvidos, são extremamente importantes, pois isto pode levar a um manejo adequado da irrigação e do cultivo, afim do aproveitamento da água salina (Dias & Blanco, 2010). A cultura do girassol vem ganhando destaque nas pesquisas com águas de qualidade inferior (Nobre et al., 2010; Travassos et al., 2011), principalmente por sua relevância para a produção de óleo comestível, biodiesel e material ornamental.

Dentro deste contexto e sabendo-se da importância de se conhecer os componentes produtivos do girassol EMBRAPA 122-V2000, objetivou-se, com este trabalho, avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água e da adubação nitrogenada na cultura de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em instalações pertencentes à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), localizada na zona Centro Oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, sob condições de ambiente protegido, durante o período de abril a julho de 2012, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 07° 13' 11" S, longitude 35° 53' 31" W e altitude média 550 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil é do tipo

“Csa”, que representa um clima mesotérmico semiúmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono a inverno.

Foram testados 25 tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, analisados em esquema fatorial 5 x 5 com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação dos fatores: condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), nos níveis de 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m⁻¹, preparado mediante adição de NaCl à água do sistema de abastecimento local; e doses de nitrogênio correspondentes a: 50, 75, 100, 125 e 150 mg kg⁻¹. O semeio foi realizado a uma profundidade de 2 cm, utilizando-se dez sementes por vaso (adaptado como lisímetro de drenagem). A emergência das plântulas se iniciou no quarto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia, sendo que, aos 15 DAS, efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas três plantas de melhor vigor por vaso.

Coletaram-se amostras do solo para determinação das características químicas; fertilidade e salinidade do solo (Tabela 1) conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997); as amostras do solo foram coletadas na profundidade de 0 - 0,20 m, antes da aplicação dos tratamentos.

Todos os vasos foram irrigados manualmente e mantidos em nível próximo a capacidade do campo antes do início das irrigações. O manejo das irrigações foi realizado através de balanço hídrico, obedecendo a um turno de rega de dois dias, assim a lâmina foi calculada em função do volume de água aplicado e volume de água drenado na irrigação anterior somada a uma lâmina de lixiviação de 10%.

Antes do semeio, foi realizada uma adubação potássica e fosfatada conforme necessidade nutricional da planta seguindo recomendações de Novais et al. (1991), para experimentos conduzidos em ambiente protegido. A adubação de fundação foi realizada com 300 mg de P₂O₅ e 4 mg de boro kg⁻¹ do solo, oriundos do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada, na forma de uréia, foi aplicada conforme os tratamentos. A adubação potássica ao nível de 150 mg de K₂O kg⁻¹ do solo foi proveniente de cloreto de potássio. Ambas adubações, nitrogenada e potássica, foram

Tabela 1. Características químicas do solo de 0 - 20 cm de profundidade coletado no interior dos vasos antes do início do experimento

Fertilidade	Valores	Salinidade	Valores
pH (H ₂ O)	6,17	pH	5,97
MO (g kg ⁻¹)	19,10	CEes (dS m ⁻¹)	2,03
P (mg dm ⁻³)	56,20	Cloreto (mmol _c L ⁻¹)	12,50
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	3,88	Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹)	5,00
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2,86	Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	10,37
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,30	Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	9,63
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,47	Potássio (mmol _c L ⁻¹)	0,38
Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0	Sódio (mmol _c L ⁻¹)	4,86
H ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,62	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	1,54
SB (cmol _c kg ⁻¹)	7,51	PST (%)	5,15
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	9,13	Salinidade	Ligeira
V (%)	82,25	Classificação do solo	Normal

MO - Matéria orgânica; CTC - Capacidade de troca catiônica - [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; SB - Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); V - Saturação por bases = (SB/CTC) x 100; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; PST - Porcentagem de sódio trocável (Na⁺ x 100/CTC)

realizadas aplicando-se um terço no semeio e dois terços em cobertura em parcelas iguais aos 20 e 40 DAS.

A partir do momento em que as plantas atingiram o estágio de maturação fisiológica dos aquênios, isto é, quando estes se apresentavam com massa dura, referente ao estágio fenológico "R9" (Silva et al., 2007), fez-se a suspensão da irrigação, nesse estágio o capítulo se encontra inclinado para baixo, com dorso e brácteas de cor entre amarelo e castanho. Nesse período, as plantas tinham atingido os 75 dias após a semeadura (DAS), ou seja, estavam no final do ciclo, época em que se iniciou as avaliações das variáveis das partes reprodutivas de girassol cultivar EMBRAPA 122-V2000, a haste de cada planta foi cortada rente ao solo e, em seguida, foram separadas as distintas partes (caule, folha, capítulo e raiz) e acondicionadas em sacos de papel do tipo kraft, os quais foram posteriormente conduzidos à estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, até obtenção de massa constante, para determinação das seguintes variáveis:

Produção de aquênios (PROD); número total de aquênios (NTA); porcentagem de número de aquênios viáveis (%NAV); porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis (%FAV); fitomassa do capítulo (FCAP); fitomassa de 1000 aquênios (F1000A); fitomassa seca parte aérea (FSPA) e fitomassa seca da raiz (FSR). As raízes das plantas foram coletadas, lavadas para retirar o solo e, assim como as demais partes da planta, foram postas para secar em estufa. Os aquênios de cada capítulo foram debulhados manualmente antes da condução dos capítulos à estufa e, posteriormente, separados em aquênios viáveis e não viáveis. Consideraram-se aquênios não viáveis aqueles que não se desenvolveram ou chochos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, por se tratar de fatores quantitativos, para determinar a regressão por polinômios ortogonais foi usado o software SISVAR-ESAL (Ferreira, 2003). Nas características em que se constatou significância, foram calculados os coeficientes da regressão e estabelecidos às equações correspondentes ao comportamento dos fenômenos estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados do teste F (Tabela 2), constata-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$), para salinidade da água

de irrigação nas seguintes variáveis: Produção de aquênios (PROD); número total de aquênios (NTA); porcentagem de número de aquênios viáveis (%NAV); porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis (%FAV); fitomassa do capítulo (FCAP); fitomassa de 1000 aquênios (F1000A); fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca das raízes (FSR). Quanto a adubação nitrogenada, ocorreu efeito significativo para NTA, FCAP, PROD e FSR. Não houve efeito significativo da interação salinidade da água de irrigação x dose de nitrogênio.

Conforme equação de regressão, verifica-se que a produção de aquênios (Figura 1A) se ajustou a um modelo linear decrescente, sendo que para a salinidade da água de 0,7 dS m^{-1} a produção de aquênios foi de 106 g $planta^{-1}$, enquanto na salinidade da água de 4,7 dS m^{-1} obteve-se uma produção de 41 g $planta^{-1}$, este resultado indica um decréscimo na ordem de 61,3%, ou que houve uma redução na ordem de 13,83% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Nobre et al. (2010) verificaram, ao trabalhar as variáveis de produção do girassol, que a partir de 0,5 dS m^{-1} a produção decresceu na ordem de 14,5% por elevação unitária da condutividade elétrica da água de irrigação, estes resultados são semelhantes aos do presente estudo. Travassos et al. (2011), trabalhando com girassol em casa de vegetação irrigado com águas de condutividades elétricas de 0,5 a 5,0 dS m^{-1} , também verificaram que a produção de aquênios decresceu em 10,6% por incremento unitário da CE da água de irrigação.

Em relação à adubação nitrogenada, o efeito sobre a produção de aquênios foi linear crescente (Figura 1B), ocorrendo de 68,09 g $planta^{-1}$ na dose de 50 mg kg^{-1} , para 80,09 g $planta^{-1}$ na dose de 150 mg kg^{-1} , o que equivale a 4,83% por aumento por cada aumento de 25 mg kg^{-1} na concentração de N. De acordo com Khalil et al. (2008) e Babaiy et al. (2009), níveis crescentes de nitrogênio para diversas plantas, como por exemplo, o girassol, aumentaram, significativamente, as características produtivas da cultura como a produção de aquênios e de óleo.

Na equação de regressão do número total de aquênios (Figura 1C), observa-se ajuste dos dados ao modelo linear decrescente, observando-se na salinidade da água de 0,7 dS m^{-1} 1275 aquênios, enquanto que na salinidade da água de 4,7 dS m^{-1} obteve-se 810 aquênios, ou seja, uma redução de 36%, isto equivale a um

Tabela 2. Resultado do teste F e regressão para produção de aquênios (PROD), número total de aquênios (NTA), porcentagem do número de aquênios viáveis (%NAV), porcentagem da fitomassa de aquênios viáveis (%FAV), fitomassa do capítulo (FCAP), fitomassa de 1000 aquênios (F1000A), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca da raiz (FSR) de plantas de girassol, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada, avaliadas aos 75 dias após semeadura

Fontes de variação	Teste F							
	PROD	NTA	%NAV	%FAV	FCAP	F1000A	FSPA	FSR
Salinidade (S)	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	**	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	*	*	ns	*	**	**	ns	ns
Nitrogênio (N)	*	**	ns	ns	**	ns	ns	**
Reg. Linear	**	**	ns	ns	**	ns	ns	*
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (S x N)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15,21	15,46	6,66	3,55	13,31	8,75	23,05	30,61

CV coeficiente de variação; **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo

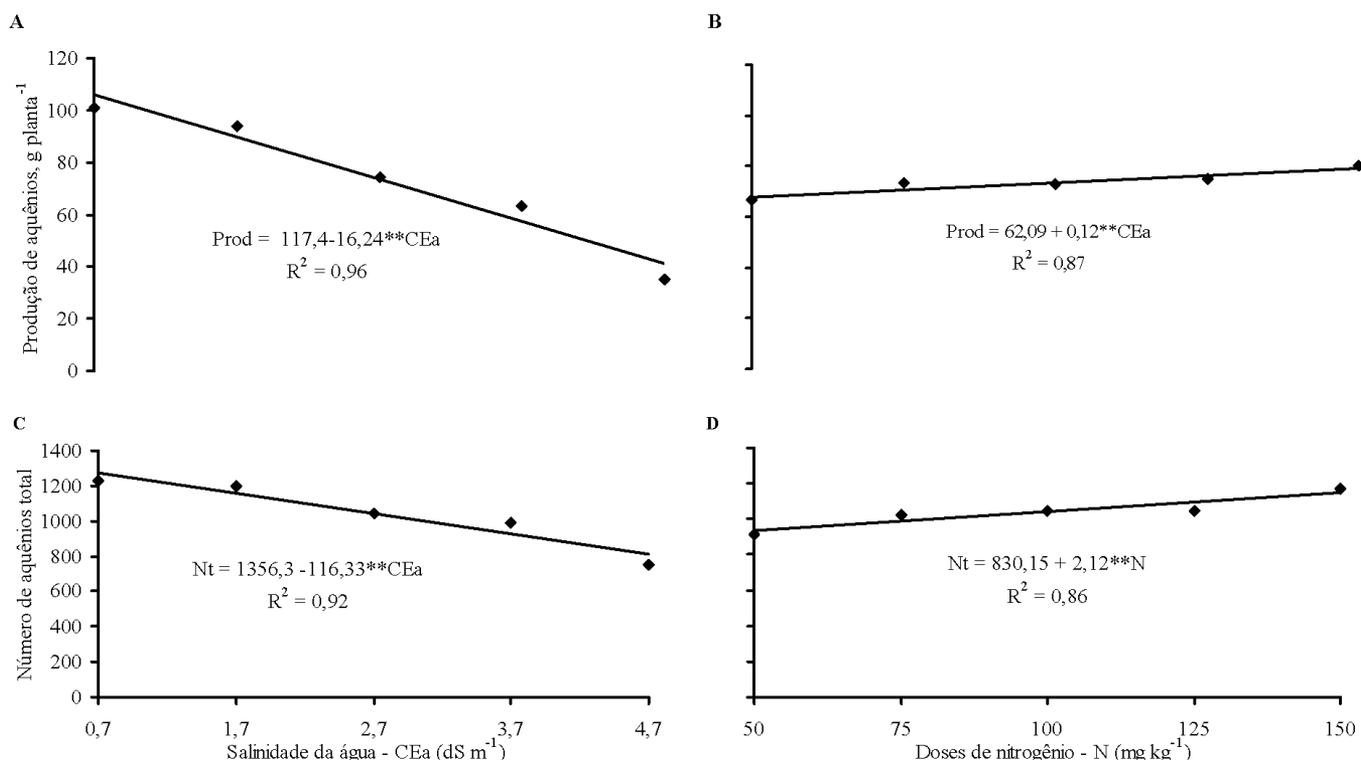


Figura 1. Produção e número total de aquênios de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada aos 75 dias após semeadura

decréscimo de 8,57% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Carneiro et al. (2011), avaliando o estresse hídrico e salino em plântulas de girassol, observaram que o estresse salino foi mais severo sob potencial de -0,8 MPa reduzindo o crescimento e a capacidade antioxidante das plântulas e consequentemente afetando sua produção, o que confere menor tolerância ao estresse salino. Nobre et al. (2010) trabalhando com girassol também encontraram redução nos componentes produtivos de forma linear e negativa a partir da salinidade da água de irrigação de 0,5 dS m⁻¹.

Em relação à adubação nitrogenada o efeito sobre o número total de aquênios foi linear crescente (Figura 1D), o incremento que ocorreu foi de 936 aquênios, na dose de 50 mg kg⁻¹, para 1148 aquênios na dose de 150 mg kg⁻¹, ou seja, 22,64% de aumento entre estes níveis ou 6,38% de aumento para cada 25 mg na dose de N. Pesquisas feitas por Freitas et al. (2012) e Oliveira et al. (2012) com girassol, concluem que o crescimento e os componentes de produção da planta respondem positivamente aos fertilizantes nitrogenados. Abbadi et al. (2008), em trabalho com efeitos do fornecimento de nitrogênio no crescimento, rendimento e componentes do rendimento de cártamo e girassol, concluíram aumento no número de aquênios por capítulos do girassol e que para o cártamo, os efeitos diretos dos aquênios são pequenos.

Conforme equação de regressão da porcentagem de aquênios viáveis (Figura 2A), observa-se que o modelo que melhor se ajustou foi o linear decrescente, e que, para a salinidade da água de 0,7 dS m⁻¹, a porcentagem de aquênios viáveis foi de 87,86% enquanto na salinidade da água de 4,7 dS m⁻¹ foi de 75,94%, o que indica que houve uma redução de 13,57%. Com respeito às doses de nitrogênio, não houve efeito significativo. Travassos et

al. (2011), avaliando os componentes de produção e a produção de aquênios do girassol sob irrigação com diferentes níveis de salinidade (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m⁻¹) da água em ambiente protegido, concluíram que o número de aquênios decresceu em 9,64% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Chen et al. (2009), trabalhando com girassol num sistema de irrigação por gotejamento com água salina com condutividades elétricas variando de 1,6 a 10,9 dS m⁻¹ reportaram diminuição linear de 5,5% nos aquênios do girassol para cada acréscimo unitário da salinidade da água de irrigação.

Na Figura 2B observa-se que a fitomassa de aquênios viáveis se ajustou a um modelo linear decrescente. Verifica-se que para a salinidade da água de 0,7 dS m⁻¹ a fitomassa de aquênios viáveis foi de 93,89% e para a salinidade da água de 4,7 dS m⁻¹ foi de 82,41%, ou seja, ocorreu uma redução de 12,23% ou um decréscimo de 2,99% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação. Com relação às doses de nitrogênio não ocorreu efeito significativo. Santos Júnior et al. (2011), ao estudarem a variedade de girassol EMBRAPA 122 V-2000 em hidroponia, usando fibra de coco como substrato e irrigando com águas salobras com condutividades elétricas variando de 1,7 a 11,5 dS m⁻¹, obtiveram níveis de decréscimo de 11,3% para a fitomassa fresca dos aquênios, por incremento unitário da salinidade da solução nutritiva. Estudos realizados por Escalante & Rodríguez (2010), trabalhando com fitomassa e rendimento do girassol no México, verificaram que os aquênios foram afetados pela salinidade.

Com relação à fitomassa do capítulo (Figura 2C), observa-se que a equação de regressão se adequou a um modelo linear decrescente, sendo que para a salinidade da água de 0,7 dS m⁻¹ a fitomassa do capítulo foi de 130,24 g, enquanto que para a

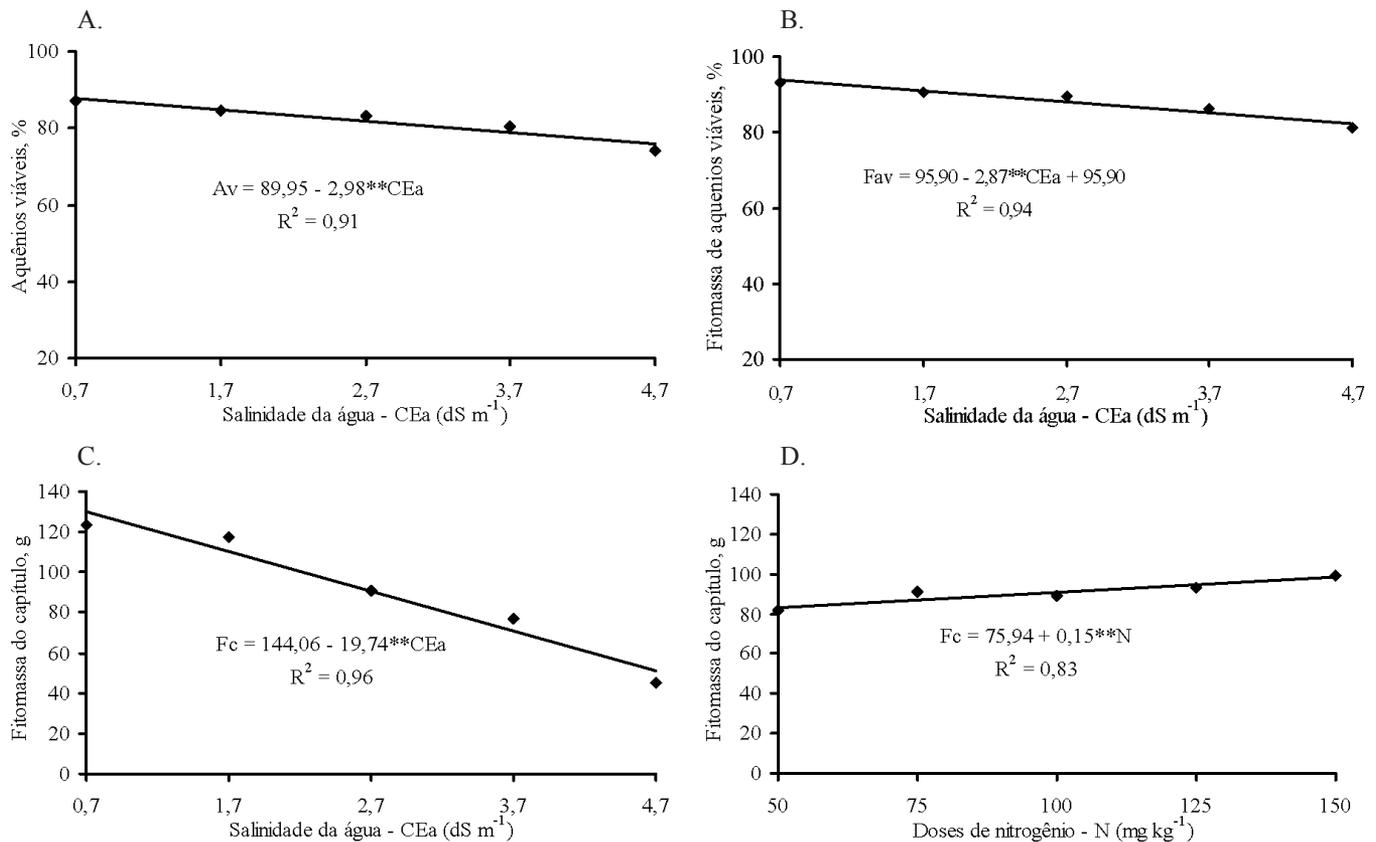


Figura 2. Número de aquênios viáveis (A), fitomassa de aquênios viáveis (B) e fitomassa do capítulo (C) de girassol em função da salinidade da água de irrigação e fitomassa do capítulo das plantas de girassol, aos 75 dias após semeadura, em função da adubação nitrogenada (D)

salinidade da água de 4,7 dS m⁻¹ a fitomassa baixou para 51,28 g, o que indica que houve uma diminuição de 60,63%, ou seja, ocorreu um decréscimo de 13,70% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), esta redução pode estar intimamente ligada aos efeitos da salinização sobre as plantas que implicam em perda de produtividade e de qualidade, ou perda total da produção, causados pela concentração de sais solúveis ou salinidade que é fator limitante ao desenvolvimento da maioria das culturas. Cechin et al. (2010), constataram nos seus resultados que após submeterem as plantas de girassol ao estresse oxidativo, as variáveis fisiológicas e produtivas de girassol foram reduzidas em função do estresse imposto.

Em relação à adubação nitrogenada, o efeito sobre a fitomassa do capítulo ajustou-se ao modelo linear crescente (Figura 2D), com valor de 83,44 g, na dose de 50 mg kg⁻¹, passando para 98,44 g na dose de 150 mg kg⁻¹, isto representa aumento de 17,97% entre estas doses de nitrogênio ou 4,94% de aumento para cada aumento de 25 mg de N kg⁻¹ do solo. Segundo Biscaro et al. (2008), o nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, sendo o nutriente que mais limita a produção, enquanto seu excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo, e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos.

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente a fitomassa de 1000 aquênios, conforme equação de regressão (Figura 3A), ocorrendo decréscimos de 39,6% nos

intervalos de 0,7 a 4,7 dS m⁻¹ ou 9,26% de redução por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). O efeito negativo da salinidade das águas de irrigação sobre a fitomassa de 1000 aquênios foi expressivo, mostrando que a produção é prejudicada com a presença de sais na água. Nobre et al. (2010) em estudo com girassol irrigado com água salina concluíram que a massa de 1000 aquênios reduziu 10,70% por aumento unitário da condutividade elétrica, o que equivale a uma redução de 2,74 g quando as plantas foram submetidas a CEa de 4,9 dS m⁻¹.

Na Figura 3B observa-se a equação de regressão da fitomassa seca da parte aérea, a qual se ajustou a uma relação linear decrescente, sendo que para a salinidade da água de 0,7 dS m⁻¹ a fitomassa seca da parte aérea foi de 120,71 g, enquanto que para a salinidade da água de 4,7 dS m⁻¹ foi de 38,31 g, isto indica um decréscimo de 68,26% na fitomassa seca da parte aérea, ou seja que ocorreu uma redução de 15,24% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Este comportamento da fitomassa seca da parte aérea pode ser entendido como um possível mecanismo de ajustamento da planta para diminuir os efeitos da salinidade, isto porque as plantas podem sofrer modificações morfológicas ou fisiológicas como redução na biomassa, quando submetidas ao estresse salino (Taiz & Zeiger, 2006). Silva et al. (2009), trabalhando com girassol em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação, concluíram que o aumento da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva reduz, significativamente, o acúmulo de massa seca total das

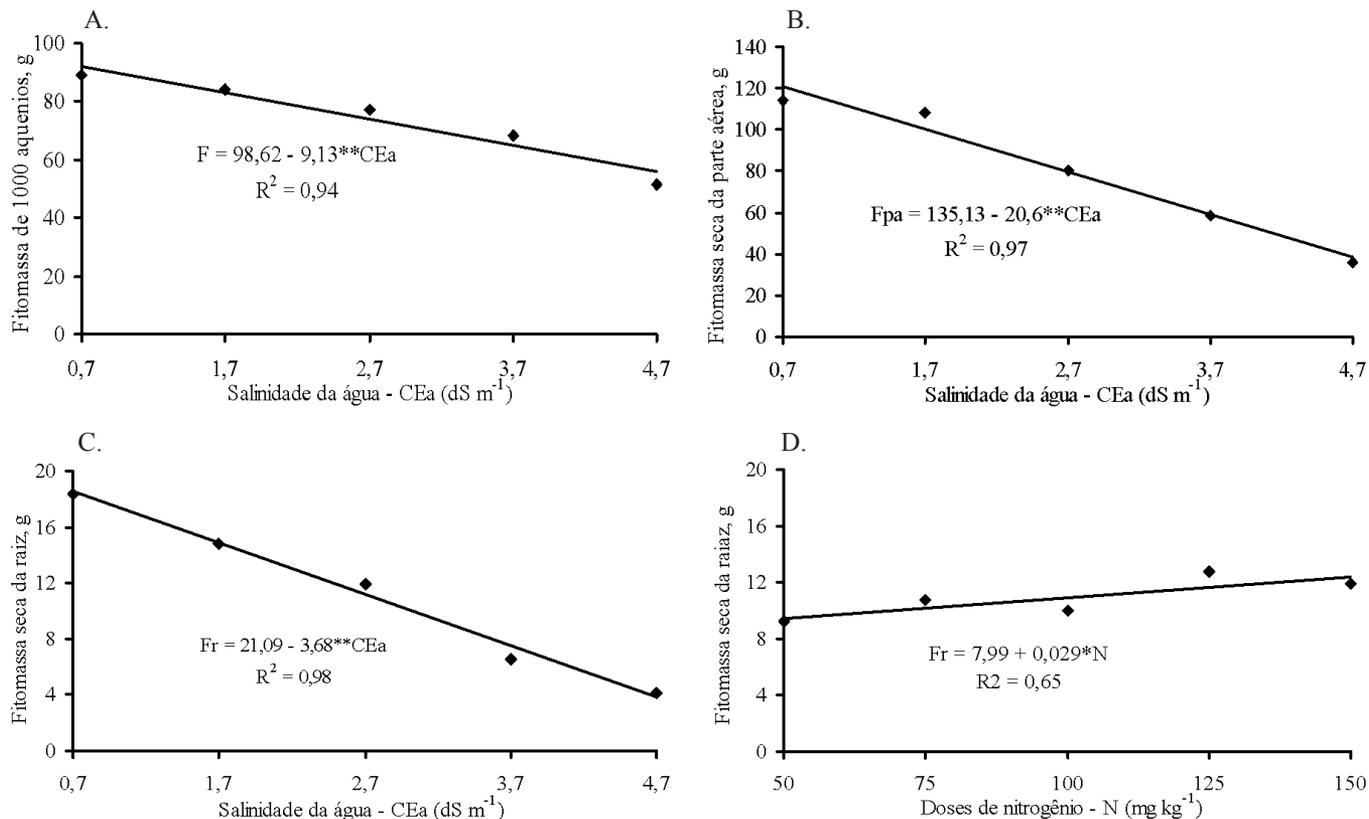


Figura 3. Fitomassa seca de 1000 aquênios (A), fitomassa seca da parte aérea (B) e da raiz (C) de girassol em função da salinidade da água de irrigação e fitomassa seca da raiz em função da adubação nitrogenada (D), aos 75 dias após semeadura

plantas entre as condutividades elétricas de 3,5 e 6,5 dS m⁻¹ dos 42 a 70 DAS. Travassos et al. (2011), em pesquisa com girassol, obtiveram, na variável fitomassa seca da parte aérea, decréscimos de 13,56% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

Conforme equação de regressão verifica-se, que a fitomassa seca da raiz (Figura 3C) se ajustou a uma relação linear decrescente, sendo que para a salinidade da água de 0,7 dS m⁻¹ a fitomassa seca da raiz foi de 18,51 g, enquanto que para a salinidade da água de 4,7 dS m⁻¹ foi de 3,79 g, este resultado indica uma redução de 79,52% na fitomassa seca da raiz, ou que houve uma redução de 17,45% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Travassos et al. (2011), ao trabalhar com girassol irrigado com água salobra de 0,5 a 5,0 dS m⁻¹, concluíram que a fitomassa seca da raiz teve uma redução de 18% por aumento unitário da CEa. Esta redução da fitomassa seca da raiz foi observada também por Nobre et al. (2010).

Em relação à adubação nitrogenada, o efeito sobre a fitomassa seca da raiz foi linear e crescente (Figura 3D), ocorrendo valor de 9,44 g, na dose de 50 mg kg⁻¹, e 12,34 g, na dose de 150 mg kg⁻¹ o que equivale a 30,72% de aumento das dose de nitrogênio na fitomassa seca da raiz no intervalo de 50 para 150 mg kg⁻¹ ou 9,07% de aumento na fitomassa seca da raiz para cada aumento de 25 mg de N. Silva et al. (2010), ao estudarem os efeitos dos íons amônio e nitrato (NH₄⁺; NO₃⁻) no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva nas proporções 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 e 0:100, com uma concentração única (210 mg L⁻¹ de N), chegaram à conclusão que a massa seca da raiz (MSR) foi

afetada, significativamente, pelos tratamentos aplicados e que a aplicação de N somente na forma do íon NH₄⁺ proporciona menores produções de massa seca da planta.

CONCLUSÕES

1. A salinidade reduz a produção de aquênios, o número total de aquênios, a porcentagem de número de aquênios viáveis, a porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis, a fitomassa do capítulo, a fitomassa de 1000 aquênios, a fitomassa seca da parte aérea e a fitomassa seca da raiz, independentemente da dose de nitrogênio utilizada.

2. A interação salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio não exerceu efeito significativo para as variáveis estudadas.

3. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento linear na produção de aquênios, número de aquênios total, fitomassa do capítulo e fitomassa seca da raiz.

4. As variáveis mais afetadas pela salinidade da água de irrigação foram: produção de aquênios, número total de aquênios, fitomassa do capítulo, fitomassa seca parte aérea e fitomassa seca da raiz.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao PNPd/CAPES pelo apoio financeiro para realização deste trabalho

LITERATURA CITADA

- Abadi, A.; Gerendás, J.; Sattelmacher, B. Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. *Plant and Soil*, v.306, p.167-180, 2008.
- Babaiy, J.; Abdi, M.; Saifzadeh, S.; Khiavi, M. The effect of nitrogen fertilizer and bush density on seed yield and yield components of Azargol sunflower cultivar in Takestan region, Iran. *Journal of New Agricultural Science*, v.4, p.1-12, 2009.
- Biscaro, G. A.; Machado, J. R.; Tosta, M. Da S.; Mendonça, V.; Soratto, R. P.; Carvalho, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia - MS. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1366-1373, 2008.
- Carneiro, M. M. L. C.; Deuner, S.; Oliveira, P. V.; Teixeira, S. B.; Sousa, C. P.; Bacarin, M. A.; Moraes, D. M. Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, p.752-761, 2011.
- Cechin, I.; Corniani, N.; Fumis, T. F. De.; Cataneo, A. C. Differential responses between mature and young leaves of sunflower plants to oxidative stress caused by water deficit. *Revista Ciência Rural*, v.40, p.1290-1294, 2010.
- Chen, M.; Kang, Y.; Wan, S.; Liu, S. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agricultural Water Management*, v.96, p.1766-1772, 2009.
- Dias, N. S. da.; Blanco, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S. da.; Lacerda, C. F. 1.ed. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade-INCTSal, 2010. 472p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- Escalante-Estrada, J. A. Y.; Rodríguez-González, M. T. Sunflower biomass distribution and seed yield in saline soil of Mexico highlands. *Helia*, v.33, p.127-134, 2010.
- Ferrari, R. V. O girassol está invadindo. *Bunge no Campo*, v.1, p.2-3, 2004.
- Ferreira, D. F. Sisvar 4.6 sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. 32p.
- Freitas, C. A. S.; Silva, A. R. A. da.; Bezerra, F. M. L.; Andrade, R. R. de.; Mota, F. S. B.; Aquino, B. F. de. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1031-1039, 2012.
- Khalil, H. E.; Ibrahim H. M.; Nawar, A. I. Defoliation time, plant density and N-level for sunflower as a forage and oil crop. *Journal Advances of Agricultural Research*, v.13, p.748-763, 2008.
- Leite, E. M.; Diniz, A. A.; Cavalcante, L. F.; Gheyi, H. R.; Campos, V. B. Redução da sodicidade em solo sendo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. *Revista Caatinga*, v.23, p.110-116, 2010.
- Lopes, J. F. B.; Andrade, E. de.; Chaves, L. C. G. Impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na bacia do Acaraú, Ceará, Brasil. *Engenharia Agrícola*, v.28, p.34- 43, 2008.
- Machado, R.; Netto, A. de O. A.; Campeche, L. F. de S. M.; Barros, A. C. Efeito da salinidade em características físico-hídricas em solos salino-sodilizados no Perímetro Irrigados Jabiberi-SE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.1, p.15-19, 2007.
- Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Correia, K. G.; Soares, F. A. L.; Andrade, L. O. de. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.358-365, 2010.
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L. E.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. 1.ed. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. p.189-253.
- Oliveira, de F. de A.; Oliveira, F. R. de A.; Campos, de M. S.; Oliveira, M. K. de T.; Medeiros, de J. F.; Silva, O. da M. dos P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*. v.5, p.479-484, 2010.
- Oliveira, J. T. de L.; Chaves, L. H. G.; Campos, V. B.; Santos Júnior, J. A.; Guedes Filho, D. H. Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.6, p.23-32, 2012.
- 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*, v.42, p.842-849. 2011.
- Silva, M. L. O. E.; Farias, M. A.; Moraes, A. R.; Andrade, G. P. E.; Lima, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v11, p.482-488, 2007.
- Silva, P. C. C.; Couto, J. L. do; Santos, A. F. dos. Absorção dos íons amônio e nitrato e seus efeitos no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.10, p.97-104, 2010.
- Silva, T. G. F. da; Zolnier, S.; Grossi, J. A. S.; Barbosa, J. G.; Moura C. R. W.; Muniz, M. A. Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação. *Revista Ceres*, v.56, p.602-610, 2009.
- Smith, A. P.; Chen, D.; Chalk, P. M. N₂ fixation by faba bean (*Vicia faba* L.) in a gypsum-amended sodic soil. *Biology and Fertility of Soils*, v.45, p.329-333, 2009.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed, Porto Alegre: Artmed. 2006, 722p.
- Travassos, K. D.; Soares, F. A. L.; Gheyi, H. R.; Silva, D. R. S.; Nascimento, A. K. S. do; Dias, N. S. da. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.15, p.371-376, 2011.
- Vieira, O. V. Características da cultura do girassol e sua inserção em sistemas de cultivo no Brasil. *Revista do Plantio Direto*, v.14, p.18-26, 2005.