

## COMPONENTES DE PRODUÇÃO E RENDIMENTO DO GIRASSOL SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA<sup>1</sup>

**DOROTEU HONÓRIO GUEDES FILHO<sup>2</sup>; JOÃO BATISTA DOS SANTOS<sup>3</sup>; HANS RAJ GHEYI<sup>4</sup>; LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE<sup>5</sup> E JOSÉ AMILTON SANTOS JUNIOR<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Trabalho financiado com recursos do PNPd/CAPES. <sup>2</sup>Doutor em Engenharia Agrícola/UAEAg/UFCG/Campina Grande, PB, Email: doroteu filho@hotmail.com. <sup>3</sup>Doutor em Engenharia Agrícola/UAEAg/UFCG/Campina Grande, PB, Email: agrosantos@hotmail.com. <sup>4</sup>Núcleo de Engenharia de Água e Solo/UFRB/Cruz das Almas, BA, Professor Visitante, Email: hans@pq.cnpq.br. <sup>5</sup>CCA/UFPB/Campus II, Areia, PB, Pesquisador do INCTSal, Fortaleza – CE, Email: lofeca@cca.ufpb.br. <sup>6</sup>DEAGRI/UFRPE, Campus I, Recife - PE. Email: jose.amilton@pq.cnpq.br

### 1 RESUMO

O uso de água salobra na irrigação e a adubação nitrogenada contribuem para a expansão do cultivo do girassol. Neste sentido avaliaram-se os componentes de produção e rendimento de plantas do girassol (*Helianthus annuus* L.) cv. EMBRAPA 122/V-2000, sob diferentes níveis de salinidade de água (CEa) e doses de nitrogênio, em experimento conduzido no município de Remígio, PB, no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012. Os tratamentos foram distribuídos em blocos com parcelas subdivididas, adotando-se o esquema fatorial 5 x 4, referente aos níveis de salinidade da água de irrigação - CEa de 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> como parcelas e as doses de nitrogênio 40; 60; 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> como subparcelas com três repetições e 30 plantas por parcela. A produtividade em aquênios e o rendimento em óleo decresceram e aumentaram, respectivamente, com a salinidade das águas e doses de nitrogênio. A fitomassa seca do capítulo sem aquênio não respondeu às doses de nitrogênio, mas foi prejudicada pelo aumento da salinidade das águas. O efeito da interação entre a salinidade das águas e doses de nitrogênio foi significativo sobre o diâmetro do capítulo e a fitomassa do capítulo com aquênios; em ambas as variáveis com reduções em função da salinidade e incrementos com adubação nitrogenada.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Salinidade. Nitrogênio. Oleo.

**GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS, J. B. DOS; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS JUNIOR, J. A.**  
**COMPONENTS OF PRODUCTION AND YIELD OF SUNFLOWER UNDER SALINE WATER IRRIGATION AND DIFFERENT DOSES OF NITROGEN FERTILIZATION**

### 2 ABSTRACT

The use of brackish water in irrigation and soil fertilization with nitrogen has contributed to the expansion of sunflower cultivation. In this context, the components of production and yield of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) cv. EMBRAPA 122/v-2000 were evaluated

under different water salinity levels (EC<sub>w</sub>) and Nitrogen doses. The experiment was conducted at the municipality of Remígio, Paraíba from November 2011 to February 2012. Treatments were allocated in randomized blocks in a split-plot and factorial (5 x 4) design. Levels of saline irrigation water – Ec<sub>w</sub> 0.15; 1.5; 2.5; 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup> were the plots and doses of Nitrogen 40; 60; 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup> were the subplots with three replicates and 30 plants per plot. The productivity in achenes, oil yield, dry and fresh biomass of the chapter of sunflower decreased linearly with water salinity and increased linearly with Nitrogen doses. Dry matter of the chapter without achenes suffered no influence from doses of Nitrogen, but it was affected by increasing water salinity levels. A significant effect of interaction between water salinity levels and Nitrogen doses was found on the diameter of the chapter and drymass of chapter with achenes. A negative linear effect of water salinity levels and positive linear effect of doses of Nitrogen fertilization were observed on both variables.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L., salinity Nitrogen, Oil.

### 3 INTRODUÇÃO

Apesar da importância do girassol no contexto atual brasileiro e da sua adaptação aos mais variados tipos de solo e clima, o seu cultivo nas áreas semiáridas, a exemplo de muitas outras culturas, depende da irrigação (OLIVEIRA et al., 2010). Nessas condições, o nível de salinidade da água pode prejudicar o crescimento e a produção de muitos tipos de plantas não alimentícias como mamona - *Ricinus comunis*, nim - *Azadirachta indica* (FREIRE et al., 2010), noni - *Morinda citrifolia* (NIVAS; GOIKWAD e CHAVAN, 2011), pinhão manso - *Jatropha curcas* (CAVALCANTE et al., 2011), inclusive o girassol (SILVA et al., 2009; NOBRE et al., 2010) que conforme Ayers e Westcot (1999) é moderadamente tolerante aos sais.

A salinidade provoca efeitos que comprometem a absorção de água e favorecem a toxicidade de íons específicos às plantas. Entretanto, pesquisas têm revelado que o acúmulo dos solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (SILVA et al., 2008). Além dos solutos orgânicos a interação salinidade x fertilidade tem registrado também efeitos positivos da adubação potássica e nitrogenada na redução dos efeitos degenerativos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas de girassol (SANTOS JUNIOR et al., 2011; NOBRE et al., 2011).

A interação da salinidade das águas utilizadas na irrigação com a fertilização nitrogenada tem resultado na mitigação sobre as perdas no crescimento e na produção das plantas (NOBRE et al., 2010). O nitrogênio exerce a função de promover o crescimento das plantas e pode inibir o efeito depressivo da salinidade aos vegetais (FLORES et al., 2001), uma vez que desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais às plantas, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros.

Nos últimos anos, a crise mundial pela demanda energética, visando à substituição dos combustíveis fósseis, tem incrementado a busca por fontes alternativas e limpas de energia, priorizando fontes renováveis que não causem grandes impactos negativos ao meio ambiente (POUSA et al., 2007). Dentre as alternativas, como captação da energia solar e eólica, a bioenergia extraída das plantas oleaginosas possibilita a produção de biocombustíveis cujo impacto ambiental dos gases resultantes da combustão são inferiores quando comparado ao

dos gases produzidos a partir da queima de combustíveis fósseis (SUAREZ et al., 2007).

As culturas oleaginosas apresentam na composição dos seus frutos e/ou sementes altos teores de óleo passíveis de serem extraídos, transformados e utilizados como insumo na cadeia produtiva dos biocombustíveis. Cita-se como exemplo o milho e o trigo para a obtenção de bioetanol e o girassol para produção de biocombustível (RODRIGUES et al., 2010).

O girassol é uma cultura de ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, tendo o rendimento pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo (SOUZA et al., 2010). Em nível de importância, ocupa posição de destaque no cenário nacional na produção de biocombustíveis, em função do elevado teor de óleo nos aquênios, em média variando de 39,9 a 43,5% (SOUZA et al., 2004).

Ao considerar a alternativa da cultura do girassol para a melhoria do desenvolvimento do semiárido nordestino e da necessidade do uso de águas de salinidade elevada na irrigação, bem como da participação do nitrogênio no crescimento das plantas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar componentes de produção e rendimento do girassol, sob irrigação com águas de salinidade crescente e adubação nitrogenada.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Sítio Macaquinhos, durante o período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012, localizado a 8 km ao Sul da zona urbana do município de Remígio, Estado da Paraíba. O município está inserido na microrregião do Curimataú Ocidental situado nas coordenadas geográficas 6°53'00''S e 36°02'00''W, com altitude de 470 m acima do nível médio do mar. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (COELHO; SONCIN, 1982) é do tipo "CSa", semiúmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono e inverno. O solo da área experimental é Neo-solos Quartzarênico Eutrófico e apresenta seguintes características na camada de 0 - 20 cm de profundidade: pH (em H<sub>2</sub>O) = 6,89; P = 5,34 mg dm<sup>-3</sup>; K = 2,17 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+3</sup> = 0,00 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; H+Al<sup>+3</sup> = 0,80 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Ca<sup>+2</sup> = 0,25 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg<sup>+2</sup> = 2,30 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup> = 0,02 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. A caracterização do solo foi realizada utilizando as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 5 x 4, referente aos níveis de salinidade da água de irrigação de 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> e quatro doses de nitrogênio (40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com três repetições tendo 30 plantas por parcela, no espaçamento de 0,40 m entre plantas e de 1,0 m entre linhas. Cada parcela correspondeu às dimensões de 4,0 x 3,0 m, totalizando 12 m<sup>2</sup>. A cultivar de girassol utilizada no experimento foi a EMBRAPA 122/ V-2000.

O preparo da área constou de três gradagens, sendo duas aradoras na profundidade de 30 cm e uma niveladora. Nos sulcos de plantio foram aplicados 15 kg de esterco bovino por parcela (pH em H<sub>2</sub>O) = 8,76; P = 5,47 mg dm<sup>-3</sup>; K = 10,25 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+3</sup> = 0,00 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; H+Al<sup>+3</sup> = 0,00 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Ca<sup>+2</sup> = 8,80 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg<sup>+2</sup> = 13,34 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup> = 2,47 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>), 30 dias antes do plantio. A adubação de fundação foi feita com 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 2 kg ha<sup>-1</sup> de boro oriundos do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada com uréia foi aplicada conforme os tratamentos e a adubação potássica ao nível de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O com cloreto de potássio. Ambas as adubações nitrogenada e potássica

foram realizadas aplicando-se um terço no plantio e restante em cobertura dividido em duas aplicações iguais aos 20 e 40 dias após a emergência das plântulas (DAE).

O preparo das águas de irrigação no valor da salinidade de cada tratamento foi feito conforme relação entre CEa e concentração de sais ( $\text{mg L}^{-1}$ ) apresentada por Rhoades, Kandiah e Mashali (2000), em recipientes com capacidade para 3000 L adicionando cloreto de sódio sem iodo com pureza de 96% em água não salina (CEa  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$ ) de um manancial de superfície, usando um condutivímetro para medição da condutividade elétrica referente a cada tratamento. A irrigação foi feita a cada dois dias usando irrigação localizada com fita gotejadora com emissores distribuídos a cada 20 cm com vazão de  $6,0 \text{ L h}^{-1}$ . A lâmina de água de irrigação foi calculada com base na ETo estimada utilizando dados da estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada a 8 km em linha reta da área experimental e no coeficiente de cultura Kc ao longo do ciclo cultural (DOORENBOS; KASSAM, 1994).

A semeadura foi realizada manualmente semeando-se oito sementes por cova. Aos 10 dias após a emergência (DAE) realizou-se o primeiro desbaste deixando as três plantas mais vigorosas por cova e aos 15 DAE efetuou-se um novo desbaste mantendo-se apenas a mais vigorosa por cova. Aos 30 DAE foi realizada uma capina manual para controlar as plantas daninhas e uma pulverização com inseticida (Provado 200 Sc) na dosagem de  $0,35 \text{ L ha}^{-1}$  (diluído em 100 L de água), para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

A colheita foi realizada aos 90 DAE e foram registrados o número total de aquênios (NTA) pela contagem manual de todos os aquênios do capítulo, número de aquênios viáveis (NAV) para o cálculo da porcentagem de aquênios viáveis (%AV) pela relação entre o NAV/NTA, a fitomassa total dos aquênios (FTA) para a porcentagem da fitomassa dos aquênios viáveis (%FAV) feita a partir da relação de FAV/FTA, o diâmetro do capítulo foi medido com uma régua milimétrica, a fitomassa seca do capítulo sem aquênios (FSCAP) e a fitomassa do capítulo com aquênios (FCAP), fitomassa de mil aquênios viáveis (F1000A), a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi calculada com base na produção das 24 plantas centrais de cada parcela, com teor de umidade dos aquênios de 13%, o teor de óleo foi determinado na Embrapa Algodão com base em metodologias de Paz (1996) e o rendimento do óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi calculado pela equação:

$$R = P \times \text{TO}/100$$

R = rendimento em óleo -  $\text{kg ha}^{-1}$ ; P = produtividade -  $\text{kg ha}^{-1}$ ; TO = teor de óleo - %

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade e nos casos de efeitos significativos, realizou-se análise de regressão polinomial utilizando o software estatístico SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2011). Diante da heterogeneidade dos dados percebidos através dos valores de coeficiente de variação, foi necessário realizar análise exploratória dos dados, com transformação de dados em  $\sqrt{x}$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os níveis de salinidade da água e as doses de nitrogênio e os efeitos isolados de cada fonte de variação, exceto sobre o diâmetro do capítulo-DCAP ( $p < 0,05$ ), não interferiram sobre o NTA, %AV, %FAV e nem sobre a F1000A, como indicado na Tabela 1. Essa situação indica que distintos órgãos de uma mesma planta podem responder diferenciadamente aos efeitos negativos da salinidade da água ou do solo. Nesse contexto, Nobre et al. (2010) e Nivas, Goikwad e Chavan (2011) concluíram que a salinidade da água

de irrigação prejudicou mais a área foliar de girassol e de noni do que a produção de biomassa da parte aérea das respectivas plantas.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância e regressão para o número total de aquênios (NTA), porcentagem de aquênios viáveis (%AV), porcentagem da fitomassa de aquênios viáveis (%FAV), fitomassa de 1000 aquênios viáveis (F1000A) e diâmetro do capítulo (DCAP) ao final do ciclo do girassol cv Embrapa 122 V-2000 cultivado em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

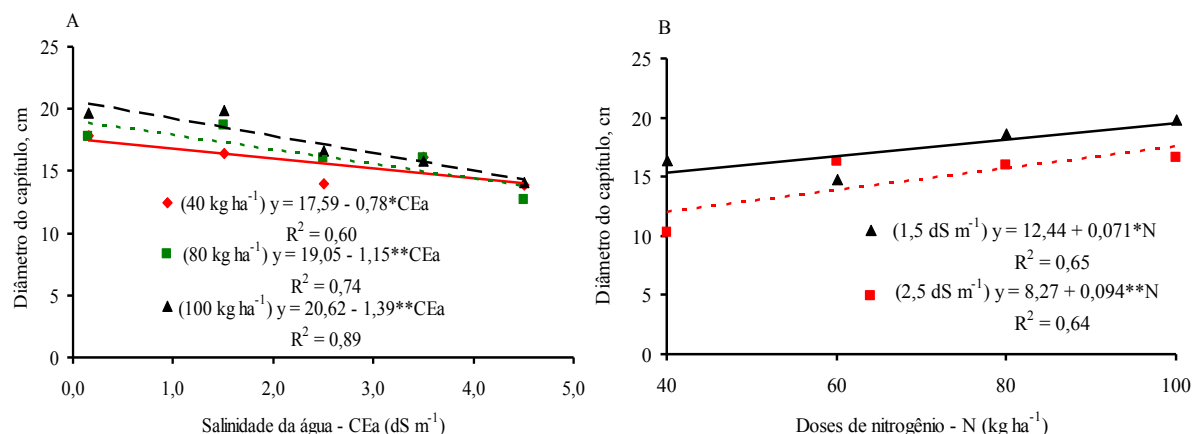
Fonte de Variação	Quadrados Médios				
	#NTA	% AV	%FAV	F1000A	DCAP
Salinidade (S)	204136,20 <sup>ns</sup>	20,82 <sup>ns</sup>	28,29 <sup>ns</sup>	52,58 <sup>ns</sup>	35,03**
Reg. Linear	-	-	-	-	111,09**
Blocos	2881,40 <sup>ns</sup>	53,71 <sup>ns</sup>	18,16 <sup>ns</sup>	159,83 <sup>ns</sup>	5,82 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	57989,48	30,20	49,67	165,97	4,79
Nitrogênio (N)	71677,97 <sup>ns</sup>	32,71 <sup>ns</sup>	26,63 <sup>ns</sup>	673,83 <sup>ns</sup>	13,08 <sup>ns</sup>
Interação S x N	61574,13 <sup>ns</sup>	16,40 <sup>ns</sup>	40,49 <sup>ns</sup>	408,53 <sup>ns</sup>	9,70*
Resíduo 2	30863,73	19,31	37,09	244,03	4,55
CV <sub>1</sub> (%)	11,90	6,02	7,21	14,75	13,55
CV <sub>2</sub> (%)	8,63	4,81	6,23	17,88	13,22

GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; \*\* significativo a 0,01 de probabilidade; \* significativo a 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo, # Dados transformados por X<sup>0,5</sup>

A ausência de efeito significativo, exceto sobre o diâmetro do capítulo (DCAP), para as variáveis avaliadas (Tabela 1), pode ser resposta das adequadas condições físicas do solo para a dinâmica da água, nutrientes e crescimento radicular das plantas, uma vez que é de textura arenosa e, por isso, exerce baixa retenção de água e adsorção de sais no ambiente radicular das plantas (PIZARRO, 1978). Santos Júnior et al. (2011) estudando o cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade encontraram efeito significativo da salinidade para as variáveis NAV, DCAP e F1000A e Guedes Filho et al. (2011) estudando a produção de girassol e biomassa dependendo da água disponível no solo e dos teores de nitrogênio encontraram significância das doses de nitrogênio para as variáveis DCAP, NA e %AV, não encontrando efeitos significativos para F1000A. Já Lobo, Grassi Filho e Coelho (2012) estudando o efeito da adubação nitrogenada na cultura do girassol encontraram efeito positivo para o DCAP e F1000A.

O desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro do fator salinidade da água de irrigação para o diâmetro do capítulo mostrou resultados significativos para as doses 40, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de forma linear decrescente em 4,43; 6,04 e 6,74%, respectivamente, por aumento unitário da CEa (Figura 1A) e não significativo para a dose 60 kg ha<sup>-1</sup>. O fator salinidade da água de irrigação dentro do fator doses de nitrogênio mostrando que os níveis da CEa de 1,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup> aumentou à taxa de 0,57 e 1,14%, respectivamente, por aumento unitário das doses de nitrogênio (Figura 1B) e que, para as outras doses de nitrogênio testadas, o DCAP não sofre efeito significativo, independente da água aplicada, apresentando médias estimadas entre 14 e 18 cm.

**Figura 1.** Desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro dos níveis de salinidade (A) e do fator níveis de salinidade dentro do nitrogênio (B), correspondente à variável diâmetro do capítulo do girassol cv Embrapa 122/V-2000 cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água e adubação nitrogenada



Observou-se que o diâmetro do capítulo quando a planta foi adubada com o aumento das doses de 40, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio mostrou-se crescimento na maior dose 100 kg ha<sup>-1</sup> superior em todos os intervalos estudados da condutividade elétrica da água de irrigação, mostrando que o nitrogênio pode atenuar o efeito da salinidade no solo. Tal efeito pode ser atribuído às funções do elemento nitrogênio nas plantas, uma vez que desempenha incubência estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para as plantas (SILVA et al., 2008). Efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o diâmetro do capítulo do girassol também foi registrado por Abdel-Motagally e Osman (2010) e Oyinlola, Ogunwole e Amapu (2010).

Ivanoff et al. (2010) afirmam que um manejo adequado da adubação nitrogenada pode proporcionar incrementos da ordem de 16% no diâmetro médio dos capítulo do girassol. Tendência crescente foi observada no estudo com a cultura do girassol irrigada com água residuária, por Nobre et al. (2010) onde relataram aumento do diâmetro externo e interno do capítulo pela reposição hídrica em virtude dos nutrientes existentes na água. Lobo e Grassi Filho (2007) constataram que o N influenciou de forma positiva no diâmetro do capítulo do girassol; onde não foi aplicado o nutriente a média de diâmetro foi de 19,9 cm e onde foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de N obtiveram uma média de 22,4 cm influenciando desta maneira na produtividade do girassol.

Em relação aos níveis de água salina, observam-se aumento do diâmetro do capítulo, ocorrido em função da redução dos níveis de salinidade, ou seja, de 2,5 para 1,5 dS m<sup>-1</sup>, mostrando que a salinidade da água de irrigação prejudica o crescimento do diâmetro do capítulo. Santos Júnior et al. (2011) estudando o cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade em ambiente protegido verificaram decréscimo do diâmetro interno do capítulo de 6,6% por incremento unitário da condutividade elétrica da água. Flowers (2004) ressalta que 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 iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos, em função da acumulação em excesso de determinados íons nos tecidos vegetais.

Os níveis de salinidade da água de irrigação e a variação das doses de adubação nitrogenadas isoladas não exerceram efeitos significativos sobre o teor de óleo nos aquênios. A salinidade da água de irrigação afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) na produtividade em

aquênios (PRO) e no rendimento em óleo (RO) e significativamente ( $p < 0,05$ ) para produção da fitomassa seca do capítulo sem aquênios (FSCAP) e fitomassa do capítulo com aquênios (FCAP) e o fator doses de adubação nitrogenada interferiu significativamente ( $p < 0,01$ ) para fitomassa do capítulo com aquênios (FCAP), na produtividade (P) e no rendimento em óleo (RO) (Tabela 2). Observa-se também que não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) pelo teste F na interação salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada, com exceção para fitomassa do capítulo com aquênios (FCAP) obtendo efeito significativo ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância e regressão para produtividade de aquênios (PRO), teor de óleo (TO), rendimento em óleo (RO), fitomassa seca do capítulo sem aquênios (FSCAP) e fitomassa seca do capítulo com aquênios (FCAP) ao final do ciclo da cultura do girassol cv Embrapa 122/V-2000 cultivado em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de variação	Quadrados médios				
	PRO	TO	RO	#FSCAP	#FCAP
Salinidade (S)	180701,43**	8,58 <sup>ns</sup>	33396,01**	532,81*	3624,58*
Reg. Linear	592635,44**	-	113937,26**	1746,55**	10220,60**
Blocos	158374,05**	12,93 <sup>ns</sup>	4426,65 <sup>ns</sup>	194,91 <sup>ns</sup>	498,06 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	6241,75	3,41	3140,19	84,32	714,06
Nitrogênio (N)	748362,55**	25,02 <sup>ns</sup>	91610,80**	276,06 <sup>ns</sup>	2455,04**
Reg. Linear	2121674,80**	-	239085,51**	-	6415,06**
Interação S x N	59844,63 <sup>ns</sup>	5,62 <sup>ns</sup>	17069,85 <sup>ns</sup>	121,54 <sup>ns</sup>	1283,71*
Resíduo 2	46570,81	15,29	16634,63	102,76	387,93
CV <sub>1</sub> (%)	3,52	4,43	5,97	17,59	12,12
CV <sub>2</sub> (%)	9,63	9,37	13,74	16,63	8,60

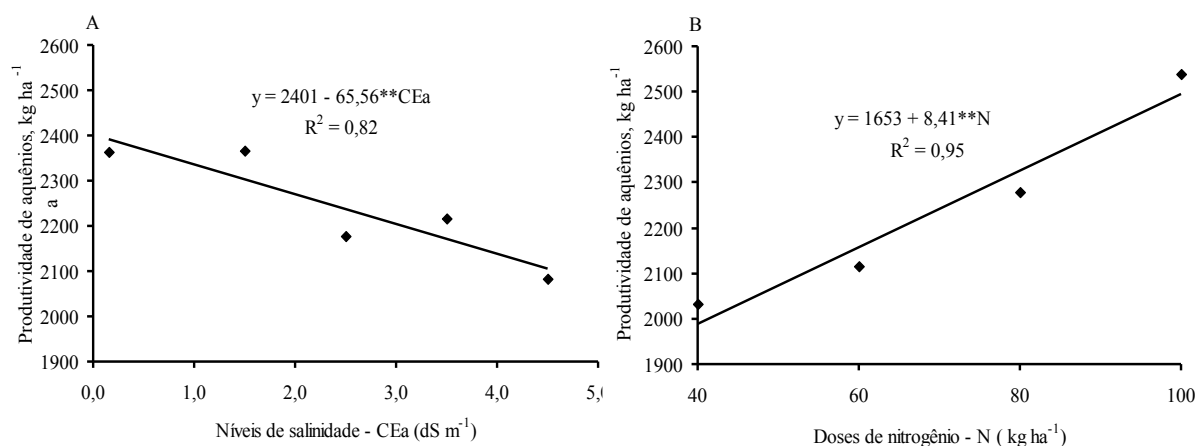
GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; \*\* significativo ao nível de 0,01 de probabilidade; \* significativo ao nível 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; # Dados transformados por  $X^{0,5}$

Os níveis de salinidade da água de irrigação e a variação das doses de adubação nitrogenadas isoladas não exerceram efeitos significativos sobre o teor de óleo nos aquênios (Tabela 2). Carvalho e Pissaia (2002) avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio (0 a 125 kg de N ha<sup>-1</sup>) em cobertura no cultivo do girassol em sistema plantio direto na palha não constataram efeito significativo da adubação sobre o teor de óleo nos aquênios de girassol. Talvez a quantidade de N foi insuficiente para afetar a variável analisada ou a salinidade da água de irrigação pode ter comprometido a absorção de N devido a competição iônica nos sítios de adsorção. Segundo Bosco et al. (2009) plantas cultivadas sob salinidade tendem a absorver menos nitrogênio enquanto que os níveis de Cl<sup>-</sup> absorvidos e acumulados são acrescidos.

A salinidade da água de irrigação inibiu a produtividade dos aquênios e conforme equação de regressão (Figura 2A) verificou-se que o modelo aos quais os dados melhor se ajustaram foi o linear, ocorrendo decréscimos na produtividade de 11,92% (2.391 para 2.106 kg ha<sup>-1</sup>) nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>. O fator doses de nitrogênio aumentou a produtividade dos aquênios de forma linear (Figura 2B), ocorrendo acréscimo de 25,39% (1.989 para 2.494 kg ha<sup>-1</sup>) com aumento da dose de 40 para 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Lobo, Grassi Filho e Coelho (2012) estudando o efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol cv Hélio 251, encontraram com a melhor dose (100 kg ha<sup>-1</sup>) de N uma produtividade de 3.802 kg ha<sup>-1</sup>. Biscaro et al. (2008) observaram resultados parecidos ao estudarem a aplicação parcelada de nitrogênio em cobertura (até 80 kg ha<sup>-1</sup> de N) sobre a cultura do

girassol em condição de campo, onde obtiveram produtividade de aquênios de 2.101 kg ha<sup>-1</sup>, alcançando com a dose de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N obtendo a máxima eficiência para produção.

**Figura 2.** Produtividade de aquênios de girassol Embrapa 122/V-2000 cultivado sob ferentes níveis de salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

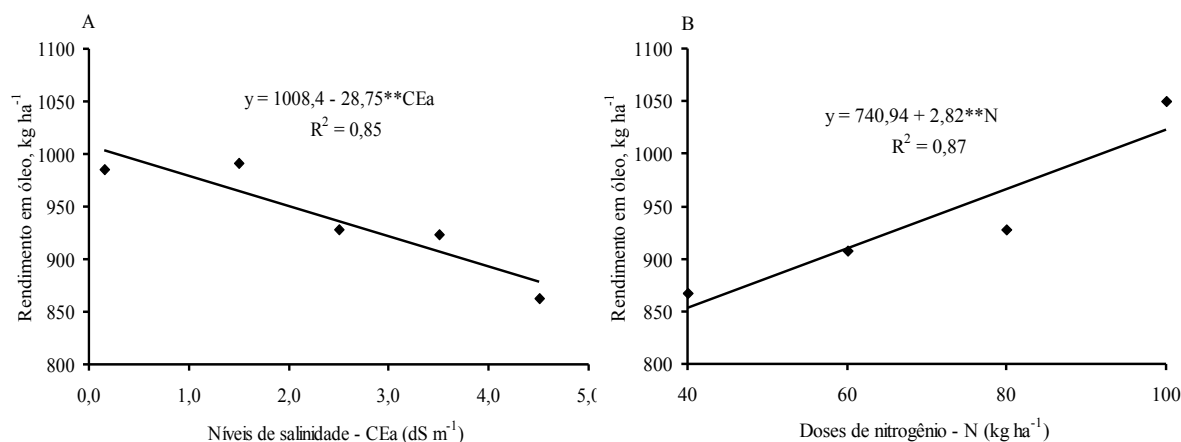


A salinidade da água de irrigação reduziu o rendimento em óleo (RO) dos aquênios e conforme equação de regressão (Figura 3A) verifica-se que o modelo aos quais os dados melhor se ajustaram foi o linear, ocorrendo decréscimos de 12,5% (1.004 para 879 kg ha<sup>-1</sup>) nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>. O fator doses de nitrogênio aumentou o rendimento em óleo os aquênios de forma linear (Figura 3B), ocorrendo acréscimo de 19,8% (854 para 1.023 kg ha<sup>-1</sup>) com aumento das doses de 40 para 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Resultados semelhantes foram encontrados por Lobo, Grassi Filho e Coelho (2012) em relação à produtividade de óleo, que com o aumento da dose de N aumentou a produtividade até a dosagem de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, acima desta dosagem houve diminuição no rendimento em óleo.

Foi observado neste trabalho que o teor de óleo não foi afetado pela dose de N e o seu rendimento em óleo obteve aumento com o incremento da dose de nitrogênio devido a aumento da produtividade. Os autores Smiderle, Gianluppi e Gianluppi (2002) observaram que com o aumento das doses de N no girassol, houve redução do teor de óleo, e Lobo, Grassi Filho e Coelho (2012) estudando o efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol cv Hélio 251, observaram que com o aumento da dose de N acima de 70 kg ha<sup>-1</sup> diminuiu o teor de óleo.

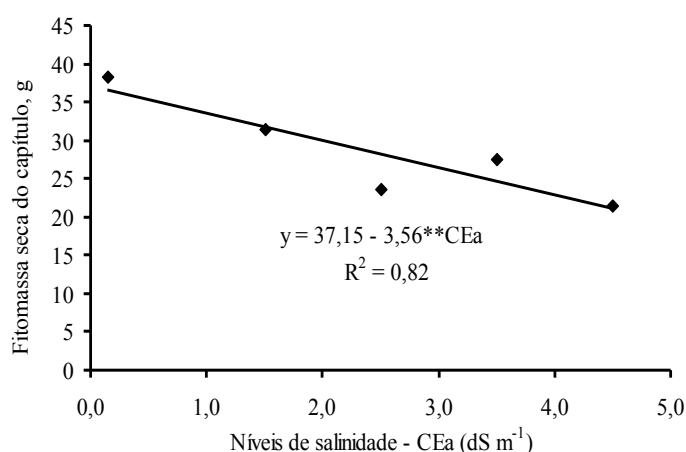


**Figura 3.** Rendimento em óleo de girassol Embrapa 122/V-2000 cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



O aumento da salinidade da água de irrigação afetou significativamente ( $p < 0,05$ ) a produção de fitomassa seca do capítulo (FSCAP) e conforme equação de regressão (Figura 4) verificou-se que o modelo aos quais os dados melhor se ajustaram foi o linear, ocorrendo diminuição de 42,3% (36,6 para 21,1 g planta<sup>-1</sup>) com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,15 para 4,5 dS m<sup>-1</sup>. Apesar do girassol ser moderadamente tolerante aos efeitos dos sais (AYERS e WESTCOT, 1999) o aumento do teor salino das águas nos níveis adotados comprometeu a produção de biomassa pela cultura. Segundo Hasegawa e Bressan (2000), a maioria das plantas cultivadas sob estresse salino, absorvem menos água devido terem menor capacidade de ajustamento osmótico e, como consequência, tem seu crescimento e desenvolvimento prejudicado.

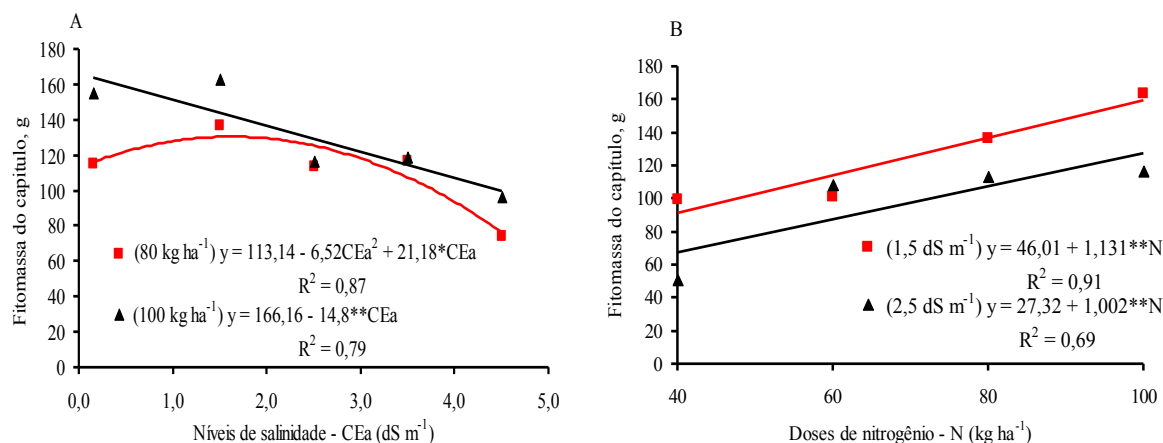
**Figura 4.** Fitomassa seca do capítulo de girassol Embrapa 122/V-2000 sem aquênios sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação



O desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro do fator salinidade da água de irrigação para a variável fitomassa do capítulo, mostrou resultados significativos para as doses 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de forma linear decrescente com valores de 39,3% para a primeira e de forma quadrática e com 33,7% para segunda, nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 5A) e não significativo ( $p > 0,05$ ) para as doses 40 e 60 kg ha<sup>-1</sup>. O fator salinidade da água de irrigação

dentro do fator doses de nitrogênio (Figura 5B), mostrou que as doses de N nos níveis de salinidade da água de irrigação - CEa de 1,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup> apresentaram resultados significativos ( $p < 0,05$ ) para fitomassa do capítulo de forma linear crescente entre doses de 40 e 100 kg ha<sup>-1</sup> com valores de 74,3 e 89,2%, respectivamente e efeito não significativo ( $p > 0,05$ ) para os níveis de salinidade da água de irrigação com CE 0,15; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

**Figura 5.** Desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro da salinidade (A) e do fator níveis da salinidade dentro de nitrogênio (B), correspondente à variável fitomassa do capítulo do girassol cv Embrapa 122 V/2000 cultivado sob níveis de salinidade da água e adubação nitrogenada



Observou-se que a fitomassa do capítulo quando a planta foi adubada com a maior dose de nitrogênio (100 kg ha<sup>-1</sup>) mostrou-se superior em relação a dose de 80 kg de N ha<sup>-1</sup> em todos os níveis de salinidade da água de irrigação de forma decrescente. Resultados de adubação nitrogenada no crescimento da fitomassa estão em consonância com os obtidos por Munir, Malik e Saleem (2007).

Foi observado tendências crescentes em 19,8% ocorridas em função da redução dos níveis de salinidade da água de irrigação, ou seja, de 2,5 para 1,5 dS m<sup>-1</sup>, mostrando que a salinidade da água de irrigação prejudica crescimento da fitomassa do capítulo. Santos Júnior et al. (2011) estudando a mesma cultivar, encontraram valores decrescente de 50,14% em relação a testemunha com o aumento da CEa de 4,3 dS m<sup>-1</sup>.

## 6 CONCLUSÕES

A produtividade em aquênios, o rendimento em óleo, o diâmetro do capítulo e a fitomassa seca do capítulo são inibidos pelo aumento da salinidade da água. O N atenua o efeito degenerativo da salinidade da água de irrigação no girassol.

A dose mais eficiente de N para a produtividade em aquênios e rendimento em óleo do girassol foi 100 kg ha<sup>-1</sup>.

O teor de óleo nos aquênios não foi afetado pela salinidade da água de irrigação e nem pela adubação nitrogenada.

## 7 AGRADECIMENTOS

Ao PNPd/CAPES pelo apoio financeiro para realização do estudo.

## 8 REFERÊNCIAS

ABDEL-MOTAGALLY, F. M. F.; OSMAN, E. A. Effect of nitrogen and potassium fertilization combinations on productivity of two sunflower cultivars under East of El-ewinate conditions. **American-Eurasian Journal Agricultural and Enviromental Sciences**, Dubai, v.8, n.4, p.397-401, 2010.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 218 p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 29).

BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L.A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.

BOSCO, M. R. de O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. de F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza - CE, v.40, n.2, p.157-164, 2009.

CARVALHO, D. B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: I - Rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.3, n.1-2, p.41-45, 2002.

CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; SENA, G. S. A.; NUNES, J. C. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino na formação de mudas de pinhão-manso. **Irriga**, Botucatu, v.16, n.3, p.288-300, 2011.

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

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 35, p.1039-1042. 2011.

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, n.10, p.1561-1573, 2001.

- FREIRE, A. L. O.; SOUSA FILHO, G. M.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, P. C. S.; ARAÚJO, L. V. C. Crescimento e nutrição mineral do nim (*Azadirachta Indica* A. Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* linn.) submetidos à salinidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.2, p.207-215, 2010.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- GUEDES FILHO, D. H.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JUNIOR, J. A.; OLIVEIRA, J. de T. Biomass and production of sunflower depending in available soil water and nitrogen levels. **Iranica Journal of Energy and Environment**, Dubai, v.2, n.4, p.313-319, 2011.
- HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.51, p.463-499, 2000.
- IVANOFF, M. E. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J.; SEDIYAMA, T. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na savana de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza - CE, v.41, n.3, p.319-325, 2010.
- LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v.7, n.3, p.16-25, 2007.
- LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; COELHO, H. A. Efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.59-68, 2012.
- MUNIR, M. A.; MALIK, M. A.; SALEEM, M. F. Impact of integration of crop manuring and nitrogen application on growth, yield and quality of spring planted sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Pakistan Journal Botany**, Karachi, v.39, n.2, p.441-449, 2007.
- NIVAS, D.; GOIKWAD, D. K.; CHAVAN, P. D. Physiological responses of two *Morinda* species under saline conditions. **American Journal of Plant Physiology**, New York, v.6, n.3, p.157-161, 2011.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.35, n.1, p.929-937, 2011.
- 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**, Fortaleza - CE, v.41, n.3, p.358-365, 2010.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.4, p.479-484, 2010.

- OYINLOLA, E. Y.; OGUNWOLE, J. O.; AMAPU, I. Y. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen application in a savanna alfisol. **Helia**, Berlin, v.33, n.52, p.115-126, 2010.
- PAZ, L. M. Ressonância magnética nuclear (RMN), princípios e aplicações. **Óleos & Grãos**, São Caetano do Sul, v.7, n.33, p.32-33, 1996.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelo salinos**. Madrid: Agrícola Española, 1978. 521 p.
- POUSA, G.; SANTOS, A. L. F.; SUAREZ, P. A. Z. History and policy of biodiesel in Brazil. **Energy Policy**, London, v.35, p.5393-5398, 2007.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48 revisado).
- RODRIGUES, G. C.; CARVALHO, S.; PAREDES, P.; SILVA, F. G.; PEREIRA, L. S. Relating energy performance and water productivity of sprinkler irrigated maize, wheat and sunflower under limited water availability. **Biosystems Engineering**, London, v.106, p.195-204, 2010.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza-CE, v.42, n.4, p.842-849, 2011.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAUJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.
- SILVA, T. G. F.; 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**, Viçosa, MG, v. 56, n.5, p.602-610, 2009.
- SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: EMBRAPA SOJA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja-2001**: girassol e trigo. Londrina, 2002. p.33-39. (Documentos, 218).
- SOUZA, A.; OLIVEIRA, M.F.; CASTIGLIONI, V. B. R. O boro na cultura do girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.25, n.1, p.27-34, 2004.
- SOUZA, R. M. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.2, p.125-133, 2010.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; WOLF, C. R.  
Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos:  
algumas aplicações da catálise na oleoquímica. **Química Nova**, São Paulo, v.30, p.667-676,  
2007.