



## Influência de diferentes níveis de reposição hídrica, salinidade e adubação nitrogenada no girassol

Alisson Macendo Amaral<sup>1\*</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>2</sup>, Frederico Antonio Loureiro Soares<sup>3</sup>, Maria Ângela Cruz Macêdo dos Santos<sup>4</sup>, Fabiano José de Campos Bastos<sup>5</sup>, Adriana Magalhães Farias<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Doutor, Professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, Brasil. (\*Autor correspondente: alisson.amaral@ifnmg.edu.br)

<sup>2</sup>Doutor, Professor do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Brasil.

<sup>3</sup>Doutor, Professor do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Brasil.

<sup>4</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil.

<sup>5</sup>Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia, Companhia Nacional de Abastecimento, Rio Verde, Brasil.

<sup>6</sup>Graduanda em Engenharia Agrônoma, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 25/07/2020 – Revisado em: 07/08/2020 – Aceito em: 15/08/2020

### RESUMO

O cultivo do girassol com água salina é uma estratégia de aproveitamento de recursos hídricos de qualidade inferior, principalmente devido sua escassez. O objetivo desse estudo foi analisar o crescimento e a produção da cultivar Charrua sobre a influência de diferentes regimes hídricos associados a condutividade elétrica de água de irrigação e adubação nitrogenada. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, analisados em esquema fatorial  $4 \times 2 \times 2$  com três repetições, com 4 níveis de reposição hídrica (RH) iguais a 25, 50, 75 e 100% da capacidade de água disponível no solo (Fator A); 2 níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,6 e 3,0  $\text{dS m}^{-1}$ ) para o Fator B e 2 níveis de adubação nitrogenada (DN) correspondentes a 100 e 200% da dose recomendada pela análise do solo (Fator C). Durante o ciclo foram mensuradas a altura de planta (AP), o diâmetro de caule (DC), o número de folhas (NF), a área foliar (AF), a matéria seca de folha (MSF), a matéria seca de caule (MSC), o diâmetro interno de capítulo (DICAP), a matéria seca de capítulo (MSCAP), a massa de aquênios (MA) e a produção de aquênios (PA) por planta. Verificou-se que em todas as variáveis cujo teste F foi significativo, o aumento da RH promoveu acréscimos lineares, enquanto que aumento nos níveis de CEa e DN favoreceram reduções significativas, caracterizando a sensibilidade da cultivar aos tratamentos. O DICAP não foi influenciado pelos tratamentos na colheita, porém a MA e o NA sofreram reduções de 18,74 e 20,88% respectivamente.

**Palavras-Chaves:** *Helianthus annuus* L., condutividade elétrica, produção de aquênios.

## Influence of different levels of water replacement, salinity and nitrogen fertilization in sunflower

### ABSTRACT

The cultivation of sunflower with saline water is a strategy to take advantage of inferior water resources, mainly due to its scarcity. The aim of this study was to analyze the growth and production of the cultivar Charrua on the influence of different water regimes associated with electrical conductivity of irrigation water and nitrogen fertilization. The design used was that of randomized blocks, analyzed in a factorial scheme  $4 \times 2 \times 2$  with three replications, with 4 levels of water replacement (RH) equal to 25, 50, 75 and 100% of the available water capacity in the soil (Factor A); 2 levels of electrical conductivity of irrigation water (CEa: 0.6 and 3.0  $\text{dS m}^{-1}$ ) for Factor B and 2 levels of nitrogen fertilization (DN) corresponding to 100 and 200% of the dose recommended by soil analysis (Factor C). During the cycle, plant height (AP), stem diameter (DC), number of leaves (NC), leaf area (AF), leaf dry matter (MSF), stem dry matter were measured (MSC), the chapter internal diameter (DICAP), the chapter dry matter (MSCAP), the achene mass (MA) and the achene production (PA) per plant. It was found that in all variables whose F test was significant, the increase in RH promoted linear increases, while an increase in the levels of CEa and DN favored significant reductions, characterizing the sensitivity of the cultivar to the treatments. The DICAP was not influenced by the treatments at harvest, however the MA and NA decreased by 18.74 and 20.88% respectively.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L., electrical conductivity, production of achenes.

Amaral, A. M., Teixeira, M. B., Soares, F. A. L. S., Santos, M. A. C. M., Bastos, F. J. C., Farias, A. M. (2020). Influência de diferentes níveis de reposição hídrica, salinidade e adubação nitrogenada no girassol. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.2, n.4, p.18-31.



## 1. Introdução

O cultivo de oleaginosas no Brasil teve aumento expressivo após a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) que previu a partir de 2010 a regularização da adição de 5,0% de biodiesel ao diesel comercializado no país (Borsuk, 2008).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) ganhou notoriedade nesse cenário por possuir características agronômicas capazes de suprir parte da demanda bioenergética atual (Santos Júnior et al., 2011). Dentre essas características cita-se a maior tolerância a seca (Aquino et al., 2013), maior adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas (Santos e Grangeiro, 2013) e excelente qualidade do óleo produzido (Souza et al., 2014). Entretanto, estudos prévios afirmam que o crescimento e o desenvolvimento dessa cultura são influenciados, principalmente, pela variação de água no solo e por sua qualidade, portanto, é de suma importância o conhecimento de suas necessidades hídricas (Dutra et al., 2012; Silva et al., 2014; Sobrinho et al., 2012).

A demanda hídrica de uma cultura está intimamente relacionada à sua taxa de evapotranspiração (Eto), que representa o quanto de água do sistema solo-planta é transferido em forma de vapor para a atmosfera (Allen et al., 2006). São várias as metodologias usadas para a Eto, como os micrometeorológicos (Harter et al., 2014), os de fluxo de seiva (Araújo et al., 2012; Pamponet et al., 2012) e os de lisímetro de pesagem, este considerado o de maior precisão e referência para calibração dos demais (Wegehenkel e Gerke, 2013; Cruz-Blanco, Santos e Lorite, 2014; Liu e Luo, 2010). A demanda hídrica dos cultivos em quantidade e momento corretos podem ser supridas via irrigação, desde que o recurso hídrico explorado possua volume, disponibilidade e qualidade suficientes (Mantovani et al., 2009).

A escassez atual de recursos hídricos faz das águas salinas uma alternativa para uso nos cultivos, contudo, esse uso pode resultar em efeitos deletérios nas propriedades físico-químicas dos solos e, posteriormente, reduzir a disponibilidade hídrica para as culturas (Freitas et al., 2014; Harter et al., 2014). Sendo assim, é importante a adoção de técnicas de manejo que visem amenizar os efeitos negativos da salinidade no desenvolvimento das plantas (Campos et al., 2010), como por exemplo, a adubação nitrogenada.

Diversos estudos consideram a adubação nitrogenada como uma forma de reduzir o estresse causado pela escassez hídrica ou salinidade nas culturas (Zhang et al., 2012; Dong, 2012). O nitrogênio promove o acúmulo de solutos orgânicos derivados desse elemento e elevam a capacidade de ajustamento osmótico das plantas frente aos efeitos da salinidade, aumentando assim a sua tolerância, além disso, existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto na zona radicular de modo que o aumento na concentração do nitrato pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta (Oliveira et al., 2010; Nobre et al., 2013).

Considerando o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e a produção da cultura do girassol quando submetida a regimes hídricos diversos com água de diferentes condutividades elétricas associadas a níveis de adubação nitrogenada.

## 2. Material e Métodos

O estudo foi conduzido em vasos com capacidade de 60 litros situados no interior de ambiente protegido. Este é localizado em área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, cujo clima é considerado do tipo Aw segundo classificação de Koppen, com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média anual entre 20 e 25 °C e média pluviométrica anual acima de 1500 mm.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) analisado em esquema fatorial 4 x 2 x 2 com 3 repetições, considerando 4 níveis de reposição hídrica (RH) iguais a 25, 50, 75 e 100% da capacidade de água disponível no solo (fator A); 2 condutividades elétricas da água de irrigação (CEa) referentes a 0,6 e 3,0 dS m<sup>-1</sup> (fator B) e 2 níveis de adubação nitrogenada correspondentes a 100 e 200% da dose recomendada (fator C). Os níveis de RH foram impostos por meio de 4 lisímetros de pesagem eletrônica

com volumes representativos dos vasos. Cada lisímetro possui 3 células de carga do tipo “I” dispostas equidistantes sob suportes articulados de aço carbono modelo SAMEL-2CF (Alfa Instrumentos®). O sistema de aquisição de dados foi composto de um *datalogger* modelo CR1000 da Campbell Scientific® em que, mediante instrução de programação, os dados de variação de massa decorrentes do processo de evapotranspiração foram armazenados em intervalo de 15, 30 e 60 min que também eram monitorados em módulo indicador de pesagens 3101C da Alfa Instrumentos®.

Para suprir a irrigação foi usado um sistema de gotejamento superficial dotado de emissores autocompensantes modelo Click Tif-PC da fabricante Naan Dan Jain Irrigation® com vazão média de 2,0 L h<sup>-1</sup>, estes dispostos em mangueira de polietileno de baixa densidade de 16 mm e pressurizados por conjunto motor-bomba. O recalque perfazia 2 linhas principais onde a primeira conduzia água de CEa igual a 0,6 dS m<sup>-1</sup> e a outra de 3,0 dS m<sup>-1</sup>, com reservatórios individuais. As irrigações com água de 0,6 dS m<sup>-1</sup> eram realizadas primeiramente, e após, as irrigações com água de maior CEa (3,0 dS m<sup>-1</sup>). Após as irrigações com maior CEa, procedia-se com a retro lavagem do sistema através da saída de filtro de disco localizado subsequente ao conjunto motor-bomba. Uma visão geral do bloco 1 do experimento com a cultura em desenvolvimento e pormenores dos lisímetros são apresentadas na Figura 1.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores

As águas de irrigação com os níveis de CEa correspondentes aos tratamentos foram obtidas a partir da adição de cloreto de sódio (NaCl) à água de irrigação até alcançar a condutividade elétrica esperada. Essa quantidade era determinada por meio da equação 1 proposta por Richards (1954). Um condutímetro digital portátil foi usado para monitorar a condutividade atual e desejada durante o experimento.

$$Q_{NaCl} = 640x(CE_{ad} - CE_{ai}) \quad (1)$$

Onde:  $Q_{NaCl}$  é a quantidade de NaCl exigida para elevar a condutividade elétrica da água de irrigação até aquela desejada (mg L<sup>-1</sup>), a  $CE_{ad}$  é a condutividade elétrica almejada nos tratamentos (dS m<sup>-1</sup>) e a  $CE_{ai}$  expressa a condutividade elétrica inicial da água antes da adição de NaCl (dS m<sup>-1</sup>).

Para os níveis de adubação nitrogenada (DN) utilizou-se como fonte a ureia (45% de N) parcelada em 3 aplicações, com a primeira na fase vegetativa (V-E), a segunda na fase de floração inicial (R4) e a última na fase de desenvolvimento de aquênios (R7). O solo usado no estudo era um Latossolo Vermelho Distroférico (LVD) e antes da semeadura foram incorporados 2,0% de matéria orgânica oriunda de esterco bovino, fosfato

monoamônico (MAP) com teores de 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10% de N e ácido bórico (99,9% de Bo) mediante análise química do solo e as recomendações propostas por Novais, Neves e Barros (1991) para cultivo em vasos.

Inicialmente os vasos e os lisímetros tiveram suas umidades elevadas até a capacidade de campo, momento onde foram cultivadas 10 sementes por vaso/lisímetro de girassol cv Charrua, que consiste em um híbrido triplo com ciclo semiprecoce de aproximadamente 90 dias. Os tratamentos de RH e CEa foram impostos aos 12 dias após semeadura (DAS), momento onde fora contabilizado 80% de germinação. Aos 20 e 30 DAS houve desbaste manual com permanência de 3 e 1 planta por vaso/lisímetro, respectivamente. A colheita ocorreu aos 90 DAS.

Durante o ciclo da cultura (10, 20, 30, 50 e 70 DAS) foram mensurados a altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) com auxílio de trena e paquímetro respectivamente; o número de folhas (NF) e área foliar (AF) por meio de contagem visual e medida com régua graduada do comprimento de todas as folhas iguais e superiores a 4 cm; a matéria seca de folha (MSF) e de caule (MSC) aos 20, 30 e 90 DAS; o diâmetro interno de capítulo (DICAP) aos 70 e 90 DAS; a massa seca de capítulo (MSC), a produção de aquênios por planta (PA) e o número de aquênios (NA) aos 90 DAS. O DICAP foi determinado pela média de duas medições em sentido perpendicular na área de existência de aquênios em desenvolvimento e a AF foi calculada indiretamente por meio da equação 2, conforme estudos prévios conduzidos por Maldaner et al. (2009).

$$AF = (1,7582xL)^{1,7067}$$

Onde: AF é a área foliar (cm<sup>2</sup>) e L é o comprimento longitudinal da folha (cm).

Para a determinação da MSF e MSC após o desbaste das plantas, estas foram divididas em folha+pecíolo e caule, posteriormente foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados com as amostras e submetidas a secagem em estufa por ventilação forçada de ar a 65° C durante 72 horas. Em seguida as massas secas foram mensuradas em balança analítica de precisão com resolução de 0,001 g. A PA também foi determinada por meio de pesagem e o NA através de contagem visual após debulhamento dos capítulos.

Os resultados das medições foram analisados por meio do software SISVAR (Ferreira, 2014) e quando significativas, as médias referentes aos tratamentos de CEa e DN foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e a RH por meio de regressão múltipla.

### 3. Resultados e Discussão

Pelo resumo da análise de variância mostrado na Tabela 1 verifica-se os efeitos isolados do tratamento de RH, CEa e DC nas variáveis AP e DC aos 30, 50 e 70 DAS e DN apenas no DC aos 50 DAS.

**Tabela 1** – Resumo da análise de variância das características altura de planta e diâmetro de caule da cultura do girassol

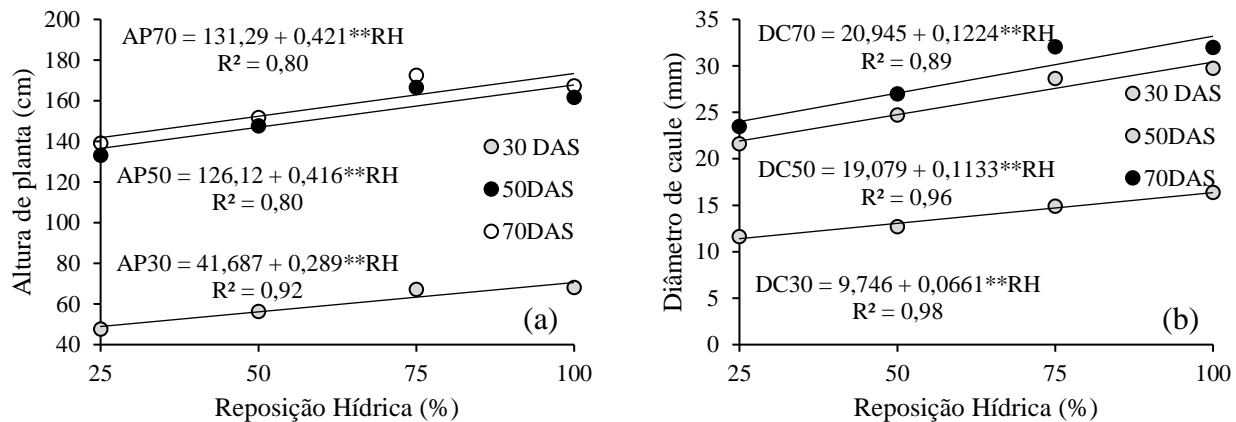
FV	GL	Quadrados Médio				
		Dias após semeadura				
		10	20	30	50	70
<b>Altura de planta (AP)</b>						
RH	3	3,99 ns	19,56 ns	1128,78 **	2701,40 **	2762,90 **
CEa	1	0,06 ns	0,33 ns	275,52 ns	513,52 ns	776,02 ns
DN	1	1,23 ns	5,33 ns	0,18 ns	136,68 ns	275,52 ns
RH*CEa	3	2,23 ns	3,84 ns	22,75 ns	126,46 ns	299,40 ns
RH*DN	3	5,81 ns	8,84 ns	14,20 ns	146,4 ns	73,68 ns
CEa*DN	1	3,15 ns	1,02 ns	93,52 ns	638,02 ns	1312,52 ns

RH*CEa*DN	3	6,98 <sup>ns</sup>	4,00 <sup>ns</sup>	16,45 <sup>ns</sup>	19,18 <sup>ns</sup>	48,02 <sup>ns</sup>
Bloco	2	3,21 <sup>ns</sup>	23,22 <sup>ns</sup>	515,69 <sup>*</sup>	1723,58 <sup>*</sup>	1522,39 <sup>*</sup>
Resíduo	30	54,15	7,76	77,89	319	324,08
CV (%)		23,7	13,29	14,78	11,74	11,42
<b>Diâmetro de caule (DC)</b>						
RH	3	0,41 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	55,49 <sup>**</sup>	167,15 <sup>**</sup>	208,98 <sup>**</sup>
CEa	1	0,04 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	82,66 <sup>**</sup>	149,17 <sup>*</sup>	162,32 <sup>*</sup>
DN	1	0,6 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	2,43 <sup>ns</sup>	98,67 <sup>*</sup>	75,22 <sup>ns</sup>
RH*CEa	3	0,05 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	7,40 <sup>ns</sup>	15,01 <sup>ns</sup>	14,59 <sup>ns</sup>
RH*DN	3	0,14 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	6,55 <sup>ns</sup>	3,10 <sup>ns</sup>	7,34 <sup>ns</sup>
CEa*DN	1	1,02 <sup>ns</sup>	5,34 <sup>ns</sup>	23,25 <sup>ns</sup>	62,56 <sup>ns</sup>	90,33 <sup>ns</sup>
RH*CEa*DN	3	0,46 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	5,72 <sup>ns</sup>	4,86 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,38 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	8,53 <sup>ns</sup>	55,04 <sup>ns</sup>	51,9 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	0,32	1,07	9,88	22,23	24,41
CV (%)		21,75	12,85	22,65	18,03	17,28

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo; FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; RH - Reposição Hídrica; CEa - Condutividade elétrica da água de irrigação; DN - Nível de adubação nitrogenada; CV - Coeficiente de variação

O modelo matemático que melhor se ajustou pela regressão foi o linear nas variáveis cujo teste F foi significativo para o tratamento de RH. Na AP houveram incrementos unitários de 0,69; 0,33 e 0,32% aos 30, 50 e 70 DAS respectivamente (Figura 2).

**Figura 2** – Altura de planta (a) e diâmetro de caule (b) em função da reposição hídrica



Percebe-se que os incrementos unitários aos 50 e 70 DAS possuem valores aproximados e se deve ao fato de que, aos 50 DAS a cultura encontrava-se em estágio correspondente a floração e realocando maior partição de fotoassimilados para tal processo, o que justifica um menor incremento em crescimento longitudinal. Não foi observada influência da CEa na AP, corroborando com resultados reportados por Moraes et al. (2011) que verificaram que água usada na irrigação com CEa de até 3,43 dS m<sup>-1</sup> não influenciou no crescimento de híbrido de girassol, independentemente da fase de desenvolvimento.

Já Travassos et al. (2012) avaliando a influência de 3 níveis de salinidade correspondentes a 0,6; 3,0 e 5,4 dS m<sup>-1</sup> em quatro cultivares de girassol, observaram influência negativa da CEa na AP apenas aos 30 DAE e atribuíram esse comportamento a adaptação do cultivar ao estresse imposto ao longo do desenvolvimento. Situação semelhante ocorre no DC cujos incrementos unitários foram de 0,68; 0,59 e 0,58% com a elevação da RH, ou seja, incrementos correspondentes aos 50 e 70 DAS foram superiores àqueles encontrados para a AP (Figura 2b). Para Curti (2010) é desejável que o diâmetro de caule seja resistente para possibilitar a sustentação da inflorescência do girassol que é superior a outras espécies, dessa forma, a partir dos 50 DAS o girassol se desenvolveu mais em sustentação (DC) do que em comprimento médio (AP). Os maiores valores de AP e DC foram observados aos 70 DAS com 173,4 cm e 33,2 mm, respectivamente.

A elevação da CEa resultou em decréscimos no DC na ordem de 17,0; 12,0 e 12,0% aos 30, 50 e 70 DAS, respectivamente (Tabela 2). Na mesma tabela observa-se que aos 50 DAS a maior DN aplicada resultou em um decréscimo de 10,4% no DC, possivelmente pelo aumento do potencial osmótico da água no solo oriundo do tempo de exposição do girassol à maior CEa associado ao DN de 200%. Nobre et al. (2010) verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou decréscimos lineares no DC de girassol aos 26 DAS e mais pronunciadamente aos 50 DAS, correspondentes a 2,7 e 5,0% por aumento unitário da CEa, respectivamente. Pelos valores observados por esses autores presume-se que a cultivar Charrua utilizada no presente trabalho mostrou-se mais sensível ao aumento da CEa.

**Tabela 2** – Valores médios de diâmetro de caule de girassol (mm) aos 30, 50 e 70 DAS para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e adubação nitrogenada

Níveis	Dias após a sementeira		
	30	50	70
Condutividade Elétrica (dS m <sup>-1</sup> )			
0,6	15,19a	27,92a	30,43a
3,0	12,56b	24,39b	26,75b
Adubação nitrogenada (%)			
100	14,10a	27,59a	29,84a
200	13,65a	24,72b	27,34a

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey

Não houve interação entre os fatores quando analisadas as variáveis NF e AF, passando-se a discutir os fatores de forma isolada (Tabela 3). Houve diferença estatística significativa no NF com a aplicação de RH apenas aos 30 DAS, enquanto que na AF houve influência de RH em todas as épocas de avaliação a partir dos 30 DAS.

**Tabela 3** – Resumo da análise de variância das características número de folha e área foliar do girassol aos 20, 30, 50 e 70 dias após sementeira

FV	GL	Quadrados médio			
		Dias após sementeira			
		20	30	50	70
Número de folha (unidade)					
RH	3	0,38 ns	44,52 **	0,72 ns	9,4 ns
CEa	1	2,08 ns	36,75 *	33,33 *	50,02 *
DN	1	1,33 ns	0,00 ns	4,08 ns	0,02 ns
RH*CEa	3	0,91 ns	1,63 ns	2,72 ns	1,24 ns
RH*DN	3	0,50 ns	1,88 ns	10,58 ns	7,46 ns

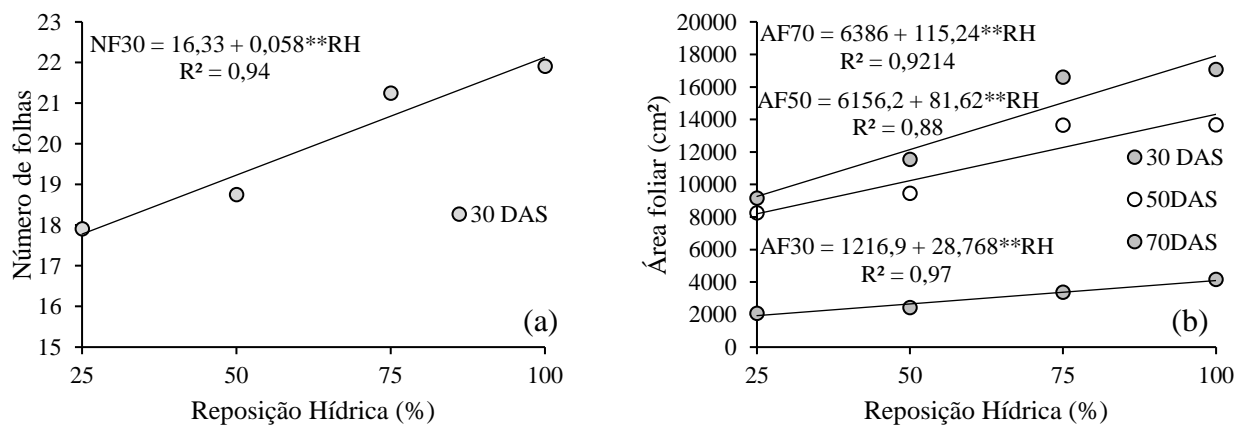
CEa*DN	1	0,08 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	13,02 <sup>ns</sup>
RH*CEa*DN	3	1,58 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	2,8 <sup>ns</sup>	5,79 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,77 <sup>ns</sup>	6,08 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	62,27 <sup>*</sup>
Resíduo	30	0,81	6,77	7,11	7,47
CV (%)		8,53	13,04	8,65	9,23

		Área foliar (cm <sup>2</sup> )			
		20	30 <sup>1</sup>	50	70 <sup>1</sup>
RH	3	4169,34 <sup>ns</sup>	889,85 <sup>**</sup>	94979564,14 <sup>**</sup>	3529,72 <sup>**</sup>
CEa	1	8723,44 <sup>ns</sup>	606,72 <sup>*</sup>	73684073,41 <sup>*</sup>	2865,14 <sup>**</sup>
DN	1	745,21 <sup>ns</sup>	53,15 <sup>ns</sup>	20561850,54 <sup>ns</sup>	306,64 <sup>ns</sup>
RH*CEa	3	7775,46 <sup>ns</sup>	13,76 <sup>ns</sup>	12759129,5 <sup>ns</sup>	253,01 <sup>ns</sup>
RH*DN	3	3560,04 <sup>ns</sup>	7,31 <sup>ns</sup>	11773445,92 <sup>ns</sup>	48,83 <sup>ns</sup>
CEa*DN	1	41050,03 <sup>ns</sup>	217,31 <sup>ns</sup>	16701272,44 <sup>ns</sup>	660,52 <sup>ns</sup>
RH*CEa*DN	3	25256,34 <sup>ns</sup>	4,44 <sup>ns</sup>	713054,52 <sup>ns</sup>	108,08 <sup>ns</sup>
Bloco	2	24989,43 <sup>ns</sup>	65,36 <sup>ns</sup>	15575208,49 <sup>ns</sup>	1003,15 <sup>*</sup>
Resíduo	30	13587,62	96,90	8731886,62	252,22
CV (%)		18,89	18,36	26,25	13,90

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - Não significativo; FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; RH - Reposição Hídrica; CEa - Condutividade elétrica da água de irrigação; DN - Nível de adubação nitrogenada; CV - Coeficiente de variação; <sup>1</sup> - Dados transformados em  $\sqrt[3]{x}$

O incremento unitário no NF foi de 0,36% aos 30 DAS com máximo de 22 folhas, enquanto que para a AF foram de 2,36% (30 DAS); 1,32% (50 DAS) e 1,80% (70 DAS) (Figura 3). Para Aquino et al. (2011) a AF de uma cultura é considerada o aparato fotossintético responsável pela interceptação de energia luminosa, correspondendo a um dos processos mais determinantes na produtividade. Dessa forma, observa-se que a AF foi mais sensível aos tratamentos do que o NF ao longo do ciclo. Essa resposta consiste na estratégia de desenvolvimento da cultura frente a maior demanda, que ocorre na fase de floração e enchimento de aquênios, onde o aumento em AF favorece uma maior assimilação de compostos carbonados para tais processos.

**Figura 3** – Número de folhas (a) e área foliar (b) de girassol em função da reposição hídrica



Reduções significativas no NF e AF ocorreram aos 30, 50 e 70 DAS em resposta às duas CEa (Tabela 4). Os tratamentos que receberam maior CEa reduziram em aproximadamente duas unidades o NF, enquanto que na AF os decréscimos observados foram de 23,45; 19,83 e 25,86% aos 30, 50 e 70 DAS, respectivamente. Por esse resultado observa-se que as reduções na AF foram mais pronunciadas aos 30 e 70 DAS.

**Tabela 4** – Valores médios de número de folhas e área foliar de girassol em relação a condutividade elétrica da água de irrigação aos 30, 50 e 70 DAS

Dias após semeadura	Variáveis			
	Número de folhas		Área foliar (cm <sup>2</sup> )	
	Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )			
	0,6	3,0	0,6	3,0
30	20,83A	19,08B	3415,44A	2614,36B
50	31,66A	30,00B	12496,59A	10018,62B
70	30,62A	28,58B	15607,07A	11570,03B

Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey

Resultados semelhantes foram encontrados por Guedes Filho et al. (2013) objetivando avaliar a interação entre cinco níveis de CEa (1, 2, 3, 4 e 5 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio (40, 60, 80 e 100 Kg ha<sup>-1</sup>) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE) na cultura do girassol. Os autores concluíram que a CEa exerceu efeito significativo no NF aos 30 e 75 DAE e na AF em todas as épocas, com exceção dos 15 DAE.

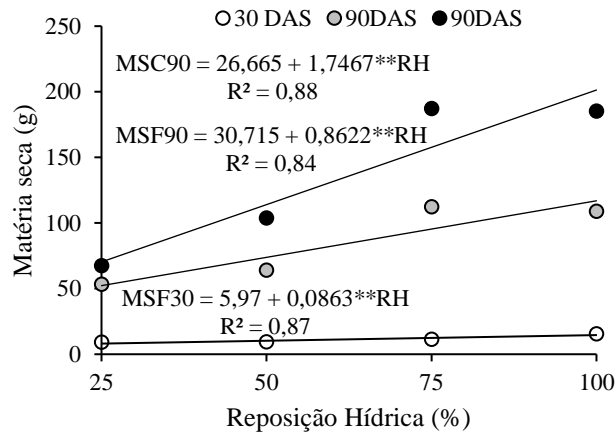
Semelhante as outras variáveis já analisadas nesse estudo, observa-se pela Tabela 5 que não ocorreu interação entre os fatores para a variáveis MSF e MSC. Respostas isoladas da RH foram observadas aos 30 e 90 DAS para MSF e apenas aos 90 DAS para MSC com relação linear entre as variáveis e os tratamentos. Os acréscimos unitários na MSF foram de 1,4 e 2,8% aos 30 e 90 DAS respectivamente (Figura 4) e justificáveis pelo aumento de AF em todas as épocas a partir dos 30 DAS (Tabela 3).

**Tabela 5** – Resumo da análise de variância das características matéria seca de folha e de caule da cultura do girassol aos 30, 50 e 70 dias após semeadura

FV	GL	Quadrados Médio					
		Matéria seca de folha (g)			Matéria seca de caule (g)		
		Dias após semeadura					
		20	30 <sup>1</sup>	90 <sup>1</sup>	20	30 <sup>1</sup>	90 <sup>1</sup>
RH	3	0,08 ns	2,14 **	36,03 *	0,04 ns	0,59 ns	82,67 *
CEa	1	0,03 ns	2,60 *	51,76 **	0,033 ns	0,16 ns	91,97 *
DN	1	0,01 ns	0,40 ns	7,51 ns	0,008 ns	0,00 ns	3,91 ns
RH*CEa	3	0,14 ns	0,13 ns	3,78 ns	0,017 ns	0,08 ns	7,49 ns
RH*DN	3	0,05 ns	0,09 ns	1,26 ns	0,016 ns	0,12 ns	2,51 ns
CEa*DN	1	0,28 ns	0,72 ns	15,05 ns	0,045 ns	0,36 ns	31,84 ns
RH*CEa*DN	3	0,38 ns	0,10 ns	0,54 ns	0,078 ns	0,26 ns	3,02 ns
Bloco	2	0,57 ns	0,60 ns	13,64 ns	0,018 ns	0,32 ns	11,89 ns
Resíduo	30	0,19	0,43	6,38	0,029	0,18	11,79
CV (%)		22,14	20,02	28,99	22,02	16,63	31,44

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - Não significativo; FV - Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; RH - Reposição Hídrica; CEa - Condutividade elétrica da água de irrigação; DN - Nível de adubação Nitrogenada; CV - Coeficiente de variação; <sup>1</sup> - Dados transformados em  $\sqrt[2]{x}$



**Figura 4** – Matéria seca de folha aos 30 DAS (MSF30) e aos 90 DAS (MSF90) DAS; matéria seca de caule aos 90 DAS (MSC90) de girassol em função da reposição hídrica

As reduções observadas na MSF aos 30 e 90 DAS com o aumento de CEa foram de 26,43% e 43,64% respectivamente, enquanto que aos 90 DAS na MSC foi de 44,92% (Tabela 6). Esses resultados corroboram com os encontrados por Travassos et al. (2012) que verificaram decréscimos significativos na fitomassa seca da parte aérea (FSPA) quando se elevou a CEa. Esses decréscimos foram mais pronunciados aos 70 e 110 dias na ordem de 46,1% e 47,2% respectivamente, ou seja, resultados próximos aos encontrados nesse estudo.

**Tabela 6** – Valores médios de matéria seca de folha e matéria seca de caule em relação a condutividade elétrica da água de irrigação aos 50 e 90 dias após semeadura

Dias após semeadura	Variáveis			
	Matéria seca de folha (g)		Matéria seca de caule (g)	
	Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )			
	0,6	3,0	0,6	3,0
30	13,09A	9,63B	7,06A	6,57A
90	108,21A	60,99B	175,19A	96,48B

Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey

As RH influenciaram de forma isolada as variáveis DICAP aos 70 DAS, MSCAP, MA e NA, enquanto que a CEa influenciou o DICAP aos 70 DAS, a MA e o NA (Tabela 7).

**Tabela 7** – Resumo da análise de variância das características diâmetro interno de capítulo (DICAP) aos 70 e 90 dias após semeadura, matéria seca de capítulo (MSCAP), massa de aquênios (MA) e número de aquênios (NA) da cultura do girassol

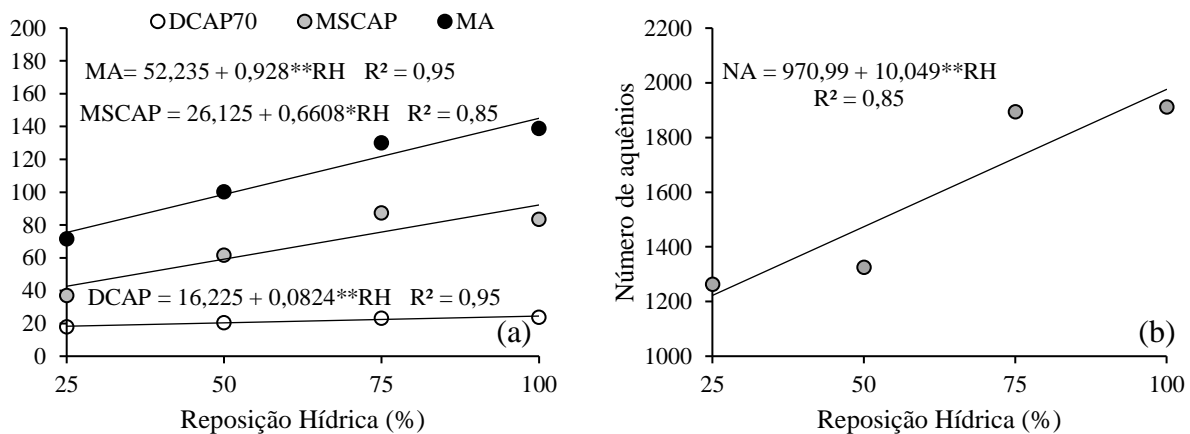
FV	GL	Quadrados Médio									
		DICAP				MSCAP <sup>1</sup>	MA	NA			
		70 DAS		90 DAS <sup>1</sup>							
RH	3	89,71	**	2,45	ns	30,12	**	11257,53	**	1488744,79	**
CEa	1	73,26	**	2,63	ns	4,07	ns	6403,08	**	1667683,52	**
DN	1	0,06	ns	0,94	ns	0,23	ns	423,34	ns	1017,52	ns
RH*CEa	3	1,44	ns	0,51	ns	1,10	ns	926,76	ns	79872,9	ns
RH*DN	3	8,66	ns	1,01	ns	2,22	ns	936,23	ns	124918,46	ns

CEa*DN	1	2,66 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	13,13 <sup>ns</sup>	10121,02 <sup>ns</sup>
RH*CEa*DN	3	6,36 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	2,02 <sup>ns</sup>	16,38 <sup>ns</sup>	82508,74 <sup>ns</sup>
Bloco	2	35,35 <sup>**</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	8,60 <sup>*</sup>	1085,81 <sup>ns</sup>	552150,81 <sup>*</sup>
Resíduo	30	5,90	1,09	2,07	723,96	135627,87
CV (%)		11,37	21,75	18,08	24,41	23,03

\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; \*\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns – Não significativo; FV – Fontes de variação; GL – Graus de liberdade; RH – Reposição Hídrica; CEa – Condutividade elétrica da água de irrigação; DN – Nível de adubação Nitrogenada; CV – Coeficiente de variação; <sup>1</sup> – Dados transformados em  $\sqrt[2]{x}$

Observa-se pela Figura 5 que o modelo ajustado que melhor define o comportamento das variáveis DCAP70, MSCAP, MA e NA em função da RH foi o linear. Para DICAP aos 70 DAS houve acréscimo unitário de 0,5% e total de 33%. Para a MSCAP o acréscimo total foi de 116% e unitário correspondente a 2,53%.

**Figura 5** – Diâmetro de capítulo aos 70 DAS, matéria seca de capítulo e massa de aquênios (a); e número de aquênios (b) de girassol em função da reposição hídrica



Embora os tratamentos de RH tenham favorecido aumento no DICAP aos 70 DAS, a maior CEa promoveu uma redução de aproximadamente 10,92% (Tabela 8). Esse comportamento sugere que na etapa de formação e maturação fisiológica de aquênios (70 DAS) o DICAP é mais sensível ao déficit hídrico e salino, uma vez que aos 90 DAS, não foi observado nenhum efeito significativo desses tratamentos.

Em estudos realizados por Maciel et al. (2012) com elevação da CEa de 1,51 para 6,19 dS m<sup>-1</sup> e Moraes et al. (2011) usando CEa entre 0,55 e 3,53 dS m<sup>-1</sup>, estes não verificaram variação no DICAP em momento de colheita, considerando-o tolerante ao estresse salino, o que corrobora com o presente trabalho.

**Tabela 8** – Valores médios de diâmetro de capítulo (DICAP) aos 70 dias após semeadura, massa de aquênios (MA) e número de aquênios (NA) de girassol

Dias após semeadura	DICAP70	MA	NA
	cm	(g)	
0,6	22,61a	121,79a	1785,45a
3,0	20,14b	98,69b	1412,66b

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey

A MA e o NA correspondem a duas variáveis produtivas importantes devido sua relação com a produção de óleo e comercialização. Nesse estudo, estas responderam linearmente ao tratamento de RH com incrementos totais de 92 e 61,66%, respectivamente. As maiores médias de MA e NA foram obtidas quando aplicado 100% de RH e equivaleram, respectivamente, a 144,73 g e 1975,89 aquênios, entretanto, o aumento da CEa resultou em decréscimos de 18,74% na MA e 20,88% no NA.

Travassos et al., (2011) estudaram a produção de aquênios do girassol irrigado com 6 níveis de condutividade (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) e conforme modelos matemáticos ajustados, calculando-se as reduções para os níveis de CEa correspondentes a 0,5 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>, verificou-se que as reduções da MA e NA foram de 30 e 25,3% respectivamente, sendo este último próximo ao encontrado no presente trabalho.

#### 4. Conclusão

Em todas as variáveis cujo teste F foi significativo, o aumento da reposição hídrica favoreceu acréscimos lineares, enquanto que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação e da dose de nitrogênio propiciaram reduções, o que caracteriza sensibilidade da cultivar Charrua aos tratamentos impostos.

Os tratamentos de reposição hídrica, condutividade elétrica da água de irrigação e adubação nitrogenada só surtiram efeito nas variáveis a partir dos 30 dias após a semeadura, pois o tempo de exposição da cultura aos tratamentos foi determinante para o surgimento dos efeitos.

Apesar do diâmetro de capítulo não ter sido influenciado pelos tratamentos no momento da colheita, verificou-se que a massa de aquênios e a produção de aquênios sofreram reduções de 18,74% e 20,88% respectivamente, quando aplicada água de maior condutividade elétrica.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) e ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) pelo auxílio financeiro ao presente projeto de pesquisa.

#### 6. Referências

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. (1998). Crop evapotranspiration. Rome: FAO, 297 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

Aquino, L. A., Santos Júnior, V. C., Guerra, J. V. S., Costa, M. M. (2011). Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, 70 (4), 832-836. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000400015>

Aquino, L. A., Silva, F. D. B., Berger, P. G. (2013). Características agronômicas e o estado nutricional de cultivares de girassol irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17(5), 551-557. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000500013>

Araújo, M. C., Esteves, B. S., Sousa, E. F. (2012). Método de dissipação térmica para determinação do fluxo de seiva em coqueiro anão-verde. **Bragantia**, Campinas, 71(4), 558-562. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000004>

- Borsuk, L. J. (2008). **Cultivo de girassol sob a perspectiva da agroenergia: uma análise de produtores familiares assentados de Abelardo Luz-SC**. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Brasil.
- Campos, M. S., Oliveira, F. A., Oliveira, F. R., Silva, R. C. P., Cândido, W. S. (2010). Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. **Revista Verde**, 5(3), 165-171.
- Cruz-Blanco, P. G., Santos, C., Lorite, I. J. (2014) Assessment of reference evapotranspiration using remote sensing and forecasting tools under semi-arid conditions. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 3, 280–289. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.06.008>
- Curti, G. L. (2010). **Caracterização de cultivares de girassol ornamental semeados em diferentes épocas no Oeste Catarinense**. Dissertação Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PA, Brasil.
- Dong, H. (2012) Technology and field management for controlling soil salinity effects on cotton. **Australian Journal of Crop Science**, 6(2), 333-341.
- Dutra, C. C., Prado, E. A. F., Paim, L. R., Scalon, S. P. Q. (2012). Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, 33(1), 2657-2668. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2657>
- Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2), 109-112. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>
- Freitas, L. D. A., Figueirêdo, V. B., Porto Filho, F. Q., Costa, J. C. C., Cunha, E. M. (2014). Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18, 20-26. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18nsupps20-s26>
- Guedes Filho, D. H., Santos, J. B., Gheyi, H. R., Cavalcante, L. F., Farias, H. L. (2013). Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 7(5), 277-289. <https://doi.org/10.7127/rbai.v7n500174>
- Harter L. S. H., Harter F. S., Deuner C., Meneghello G. E., Villela F. A. (2014). Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de morango. **Horticultura Brasileira**, 32(1), 80-85. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000100013>
- Liu, Y., & Luo, Y. A. (2010). Consolidated evaluation of the FAO-56 dual crop coefficient approach using the lysimeter data in the North China Plain. **Agricultural Water Management**, 97, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.07.003>
- Maciel, M. P., Soares, T. M., Gueyi, H. R., Rezende, E. P. L., Oliveira, G. X. S. (2012). Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16(2), 165–172. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000200006>

- Maldaner, I. C., Heldwein, A.B., Loose, L.H., Lucas, D. D. P., Guse, F. I., Bertoluzzi, M. P. (2009). Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, 39, 1356-1361. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500008>
- Mantovani, E. C., Bernardo, S., Palaretti, L. F. (2009). **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV.
- Morais, F. A., Gurgel, M. T., Oliveira, F. H., Mota, A. F. (2011). Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, 42(2), 327-336. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200010>
- Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Correia, K. G., Soares, F. A. L. S.; Andrade, L. O. (2010). Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Ciência Agronômica**, 41(3), 747-754, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000300006>
- Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., Soares, S. S. (2012). Utilização de águas salinas e doses de adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira cv. BRS Energia. **Revista Verde**, 7(2), 88-95.
- Nobre, R. G., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Lourenço, G. S., Soares, L. A. A. (2013) Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, 44(1), 76-85.
- Novais, R. F., Neves, J. C. L., Barros, N. F. (1991). Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. **Embrapa**, 189-253.
- Oliveira, F. A., Oliveira, F. R. A., Campos, M. S., Oliveira, M. K. T., Medeiros, J. F., Silva, O. M. P. (2010). Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5(4), 479-484. <https://doi.org/10.5239/agraria.v5i4.806>
- Pamponet, B. M., Oliveira, A. S., Marinho, L. B., Vellame, L. M., Paz, V. S. (2012). Efeitos das diferenças térmicas naturais na estimativa do fluxo de seiva pelo método de Granier em cacaueteiro a pleno sol. **Irriga**, (Edição Especial), 120 – 132. <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p120>
- Richards, L. A. (1954). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: USDA. Agriculture Handbook.
- Santos Júnior, J. A., Gheyi, H. R., Guedes Filho, D. H., Dias, N. S. & Soares, F. A. L. (2011). Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, 42(4), 842-849. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000400004>
- Santos, J. F., & Grangeiro, J. I. T. (2013). Desempenho de cultivares de girassol na microrregião de Campina Grande, PB. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, 7(2), 41-47.
- Silva, A. R. A., Bezerra, F. M., Freitas, C. A. S., Amorim, A. V., Carvalho, L. C. C., Pereira Filho, J. V. (2014). Coeficientes de sensibilidade ao déficit hídrico para a cultura do girassol nas condições do semiárido cearense. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 8(1), 38 - 51. <https://doi.org/10.7127/rbai.v8n100185>

- Sobrinho, S. P., Tieppo, R. C., Silva, T. J. A. (2012). Desenvolvimento inicial de plantas de girassol em condições de estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, 7(12), 1-12.
- Souza, L. H. B., Peixoto, C. P., Silveira, P. S., Ledo, C. A. S., Lima, V. P., Santos, A. P. S. G. (2014). Características agronômicas e rendimento de girassol em diferentes épocas de semeadura e populações de plantas no recôncavo da Bahia. **Bioscience Journal**, 30(1), 90-100.
- Travassos, K. D., Gheyi, H. R., Soares, F. A. L., Barros, H. M. M., Dias, N. S., Uyeda, C. A.; Silva, F. V. (2012). Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Irriga**, (Edição Especial), 324 – 339. <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p324>
- Travassos, K. D., Soares, F. A. L., Gheyi, H. R., Silva, D. R. S., Nascimento, A. K. S., Dias, N. S. (2011). Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15(4), 371-376. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000400007>
- Wegehenkel, M., & Gerke, H. H. (2013). Comparison of real evapotranspiration measured by weighing lysimeters with simulations based on the Penman formula and a crop growth model. **Journal of Hydrology and Hydromechanics**, 61(2), 161–172. <https://doi.org/10.2478/johh-2013-0021>
- Zhang, W. L. D., Xin, C., Tang, W., Eneji, A. E., Dong, H. (2012). Lint yield and nitrogen use efficiency of field-grown cotton vary with soil salinity and nitrogen application rate. **Field Crops Research**, 138, 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.09.013>