



**Universidade Federal de Campina Grande**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola  
Coordenação de Pós-graduação em Engenharia Agrícola



---

TESE DE DOUTORADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA  
CULTURA DO GIRASSOL**

**DOROTEU HONÓRIO GUEDES FILHO**

**Campina Grande - Fevereiro de 2014**  
**Estado da Paraíba**

**DOROTEU HONÓRIO GUEDES FILHO**

**Engenheiro Agrônomo**

**IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA  
CULTURA DO GIRASSOL**

Orientador: **D.Sc. Hans Raj Gheyi**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

**Campina Grande - Fevereiro de 2014**  
**Estado da Paraíba**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

DOROTEU HONÓRIO GUEDES FILHO

IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA  
CULTURA DO GIRASSOL

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Dr. Hans Raj Gheyi  
Orientador (UAEA/CTRN/UFCC)

Aprovado

Dr. João Batista Santos  
Examinador - PNP/UFCC

APROVADO

Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares  
Examinador - IFGOIANO

APROVADO

Dr. Lourival Ferreira Cavalcante  
Examinador - CCA/UFPB

APROVADO

Dr.ª Lúcia Helena Garófalo Chaves  
Examinador - UAEA/UFCC

Aprovado

FEVEREIRO DE 2014

A meu pai, Doroteu Honorio Guedes (*in memoriam*), e a minha estimada mãe, Maria Zila de Goz, pela luta diária e pelo empenho constante na construção da minha formação como pessoa e como profissional.

Amo vocês para sempre!

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, Pai Todo Poderoso, pela bênção da vida, pela força, saúde e coragem para enfrentar e superar os momentos mais difíceis de nossa vida visto que, na hora em que pensamos em desistir, é o primeiro a tocar em nossa cabeça, dando-nos forças para continuar e vencer toda a caminhada, e jamais deixando que as dificuldades cancelem as vitórias por **ELE** programadas.

Em especial a meu pai, **DOROTEU HONORIO GUEDES** (*in memorian*) que, de onde quer que esteja, tenho a certeza da infinita torcida e vibração por cada degrau alcançado por mim e, ao mesmo tempo da tristeza de não estar presente, compartilhando aqui o meu grande sonho realizado e sem dúvida o seu também. Agradeço por todo o seu carinho, incentivo, compreensão e enorme dedicação, quando em vida, para comigo. Saudades eternas. TE AMO!

A minha mãe, **MARIA ZILA DE GOZ**, pela dedicação e apoio; por estar ao meu lado em todas as dificuldades que a vida oferece, ajudando-me a enfrentar e superar cada uma delas. TE AMO!

A meus irmãos, **Ernandes de Goz Guedes, Josefa Aurizete Guedes, Auriene Maria Guedes, Maria Adiene Guedes**, Manoel Doroteu Guedes, Maria Nilza Guedes (*in memorian*), Genilda Guedes, Josefa Guedes, Izidório Doroteu Guedes, José Doroteu Guedes, Luís Doroteu Guedes, Maria de Fátima, João Doroteu Guedes (*in memorian*) e Francisco Doroteu Guedes, por compartilharem dos momentos de tristeza e alegria e por sua torcida constante pela realização deste sonho agora conquistado!

A meus tios, sobrinhos, cunhados e amigos, pela amizade e companheirismo.

Ao professor **D.Sc. Hans Raj Gheyi**, pela orientação e amizade compartilhada durante as etapas de realização do curso de Doutorado.

Aos professores **D.Sc. Lúcia Helena Garófalo Chaves**, D.Sc. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, D.Sc. Josivanda Palmeira Gomes, D.Sc. José Dantas Neto, D.Sc. Vera Antunes, Hugo Horlando Carvalho Guerra e D.Sc. Lourival Ferreira Cavalcante

pela oportunidade de convivência e troca de conhecimentos, que me proporcionaram momentos extremamente ricos.

Aos colegas e parceiros de pesquisa, **D.Sc. João Batista dos Santos**, D.Sc. José Amilton Santos Júnior, D.Sc. Vinícius Batista Campos, M.Sc. João Tadeu de Lima e D.Sc. Rogério Dantas de Lacerda pela amizade e compartilhamento de ideias e conhecimento durante as atividades realizadas.

Ao professor **D.Sc. Dermeval Araújo Furtado** - coordenador do curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola; ao secretário Gilson e às secretárias Dona Cida e Aldanizia e aos demais professores e funcionários, que participaram na construção dessa conquista.

Aos meus colegas de sala de aula **Amilton**, Renê, Mônica, Janivan, Epitácio (*in memorian*), Madson, Socorro, Alexandra, Francisco Júnior, Hamilton Alves, Kléber, Walber Breno, Bruno, Silvana, Suzana, Eduardo Laime, Ana Cristina, Navilta, Danila, Jerônimo, Gilberto, Claudio, Kaline e Allan, pelo convívio e amizade!

A todos que fazem a Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande, pela contribuição nas novas descobertas tecnológicas que se destinam a melhorar a qualidade de vida do homem do campo e oferecer, a todos, alimentos para uma vida mais digna e saudável.

Muito obrigado!

SENHOR, Tu me sondaste e me conheces. Tu sabes o meu assentar e o meu levantar; de longe entendes o meu pensamento. (...) Tal ciência é, para mim, maravilhosíssima; tão alta que não a posso atingir. (...) Eu Te louvarei, porque de um modo assombroso e tão maravilhoso, fui formado; maravilhosas são as Tuas obras e a minha alma o sabe muito bem. Os meus ossos não Te foram encobertos, quando no oculto fui feito e, entretecido nas profundezas da terra, os Teus olhos viram o meu corpo ainda informe; e no Teu livro todas estas coisas foram escritas; as quais, em continuação foram formadas, quando nem ainda uma delas havia. (...) Sonda-me, ó Deus, e conheces o meu coração; prova-me, e conhecerás os meus pensamentos. E vê se há em mim algum caminho mau, e me guia pelo caminho eterno.

Davi, Rei de Israel. Este texto é encontrado na Bíblia, no Salmo 139.

## ÍNDICE

	<b>pág.</b>
<b>RESUMO E ABSTRACT</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE TABELAS E FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I – Introdução</b>	<b>1</b>
I.1. Considerações iniciais	2
I.2. Hipóteses	4
I.3. Objetivos	5
I.4. Referências bibliográficas	6
<b>CAPÍTULO II - Estado da Arte</b>	<b>10</b>
II.1. A cultura do girassol	11
II.2. Adubação nitrogenada	14
II.3. Necessidade hídrica e déficit hídrico	16
II.4. Salinidade da água	18
II.5. Interação salinidade da água x adubação nitrogenada	21
II.6. Referências Bibliográficas	23
<b>CAPÍTULO III - Pesquisas realizadas no primeiro ciclo</b>	<b>36</b>
III.1. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada	37
Resumo	37
Abstract	37
Introdução	38
Material e Métodos	40

Resultados e Discussão	41
Conclusões	50
Referências Bibliográficas	51
III.2. Componentes de produção e rendimento do girassol sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada	55
Resumo	55
Abstract	55
Introdução	56
Material e Métodos	58
Resultados e Discussão	60
Conclusões	69
Referências Bibliográficas	70
III.3. Acúmulo de fitomassa e estado nutricional NPK do girassol sob água salina e nitrogênio	75
Resumo	75
Abstract	75
Introdução	76
Material e Métodos	77
Resultados e Discussão	79
Conclusões	89
Referências Bibliográficas	90
<b>CAPÍTULO IV - Pesquisas realizadas no segundo ciclo</b>	<b>94</b>

IV.1. Crescimento do girassol irrigado com água salina e adubação nitrogenada	95
Resumo	95
Abstract	95
Introdução	96
Material e Métodos	97
Resultados e Discussão	99
Conclusões	110
Referências Bibliográficas	111
IV.2. Irrigação com água salina e adubação nitrogenada nos componentes de produção e rendimento do girassol	116
Resumo	116
Abstract	116
Introdução	117
Material e Métodos	118
Resultados e Discussão	120
Conclusões	130
Referências Bibliográficas	131
IV.3. Irrigação com água salina e adubação nitrogenada na fitomassa e no teor nutricional do girassol	136
Resumo	136
Abstract	137
Introdução	137

Material e Métodos	139
Resultados e Discussão	141
Conclusões	152
Referências Bibliográficas	152
<b>CAPÍTULO V – Conclusões</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>159</b>

# IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO GIRASSOL

Estudante: M.Sc. Doroteu Honório Guedes Filho

Orientador: D. Sc. Hans Raj Gheyi

**RESUMO:** O manejo adequado da água de qualidade inferior e a adubação nitrogenada, tornam-se práticas indispensáveis no cultivo de oleaginosas como fonte alternativa de energia renovável, de forma economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta. Diante do contexto buscou-se estudar os componentes de crescimento e produção, rendimentos, fitomassa seca e o estado nutricional do girassol, em função da salinidade das águas de irrigação e das doses de adubação nitrogenada, em experimentos conduzindo pesquisas mediante dois ensaios, em condições de campo, na propriedade Sítio Macaquinhos localizada a 8 km ao Sul do Município de Remígio, Paraíba, nos períodos de novembro de 2011 a fevereiro de 2012 e novembro de 2012 a fevereiro de 2013. Usou-se um esquema em bloco casualizado em parcelas subdivididas testando cinco níveis de salinidade de 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> e quatro doses de nitrogênio para o primeiro ensaio (40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) e (60; 80; 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) no segundo, em esquema 5 x 4, com três repetições e 30 plantas por parcela. A adubação nitrogenada foi aplicada conforme os tratamentos e a potássica com 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O parcelada em três vezes, sendo 1/3 aplicado no sulco de plantio antes da semeadura e 2/3 aplicados em cobertura divididos 1/3 aos 20 e 1/3 aos 40 dias após emergência; as adubações com fósforo (80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e ácido bórico (2 kg ha<sup>-1</sup>) foram feitas em fundação. A frequência de irrigação foi a cada dois dias, usando-se fita gotejadora com vazão de 6,0 L h<sup>-1</sup>. A lâmina de água de irrigação foi calculada com base no Kc da cultura e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), estimada pelo método do tanque classe A, instalado na estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada a 8 km de distância em linha reta da área experimental. Os resultados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' a nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância realizada análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando do software estatístico SISVAR-ESAL. O crescimento do girassol em diâmetro de caule, altura, número de folhas e área foliar, a produção e produtividade em aquênios, o rendimento em óleo, a fitomassa seca do capítulo sem

aquênios e a fitomassa seca da planta foram em todos os intervalos, avaliados dos 15 aos 90 DAE, com exceção da fitomassa seca aos 30 DAE, negativamente afetados pela salinidade da água de irrigação a partir da CEa de  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  e positivamente afetados pelo aumento das doses de adubação nitrogenada para todas as variáveis e em todos os intervalos. A salinidade da água de irrigação afeta, de forma negativa o teor de P aos 75 e o K aos 45 e 75 e positivamente o teor de N aos 30 e 90 DAE; a variação das doses de adubação nitrogenada afeta o teor de N aos 15 e 90 e negativamente o teor de P aos 60 e 90 DAE. Dentre as variáveis avaliadas a área foliar aos 15, a fitomassa seca da planta aos 15, 30, 45 e 75, o teor de N aos 45, 60 e 90 DAE, a fitomassa seca do capítulo com aquênios e o diâmetro do capítulo do girassol, são as mais sensíveis ao aumento da salinidade da água de irrigação e o teor de óleo nos aquênios do girassol é a variável mais afetada negativamente com aumento das doses de N.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus L.*. Oleaginosa. Manejo. Salinidade. Nitrogênio.

# IRRIGATION WITH SALINE WATER AND NITROGEN IN THE CROP OF SUNFLOWER

Student: M.Sc. Doroteu Honório Guedes Filho

Advisor: D. Sc. Hans Raj Gheyi

**ABSTRACT** - The use of technology in the proper management of low quality water and nitrogen, become indispensable practices in the cultivation of oil as an alternative renewable energy source, socially just and environmentally sound economically viable. Given the context, we sought to study the components of growth and production yields, dry matter and nutritional status of sunflower as affected by salinity of irrigation water and nitrogen fertilizer levels in research experiments conducted by two tests under conditions of field at the site Macaquinhos property, located 8 km south of the municipality of San Remigio, PB, in the periods from November 2011 to February 2012 and November 2012 to February 2013. It used a scheme in randomized block split plot, testing salinity levels ranging from 0.15, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup> and four nitrogen levels corresponding to the first test (40, 60, 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) and the second test (60, 80, 100 and 120 kg ha<sup>-1</sup>), 5 x 4 factorial design with 3 replications and 30 crop per plot. Nitrogen fertilizer was applied as treatments and potassium with 80 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O in installments three times, and third applied in the furrow before sowing and 2/3 split coverage applied in third at 20 and 1/3 to 40 days after emergence, and fertilization with phosphorus (80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and boric acid (2 kg ha<sup>-1</sup>) were made in the foundation. Watering was carried out every two days by means of a drip irrigation system, drip tape using a flow rate of 6.0 L h<sup>-1</sup>. The depth of irrigation water was calculated based on Kc crop and reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) estimated by class A pan method, installed in UFPB, Campus II, Areia PB-meteorological station, located at 8 km away straight from the experimental area. The results were evaluated by analysis of variance test for 'F' at the level of 0.05 and 0.01 probability and in cases of significance, conduct analysis of linear and quadratic polynomial regression using the statistical software SISVAR-ESAL. The growth of sunflower stem diameter, height, number of leaves and leaf area, production and productivity of the achenes, the oil yield, dry biomass of the chapter without achenes and the dry mass of the plant in all intervals from 15 to 90 DAE, with the exception of dry biomass at 30 DAE, were negatively affected by salinity of

irrigation water from the ECa 0.15 dS m<sup>-1</sup> and positively affected by increased nitrogen fertilization for all variables and all ranges. The salinity of irrigation water adversely affects the content of P and K to 75 to 45 and 75 positively and N content at 30 and 90 DAE and the variation of nitrogen fertilization affects the N content at 15 and 90 and the negatively P content at 60 and 90 DAE. Among the variables, leaf area at 15, the dry weight of the plant at 15, 30, 45 and 75, the N content at 45, 60 and 90 DAE, the dry matter of the chapter with achene and head diameter of sunflower, are the most sensitive to increasing salinity of irrigation water and oil content in sunflower achenes, is the variable most negatively affected with increasing doses of N.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus L.*. Oilseed. Management. Salinity. Nitrogen.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO III - Subitem III.1

- Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente ao diâmetro caulinar (DC) e altura de plantas (AP) de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 42
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF) e à área foliar (AF) de plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 46

### CAPÍTULO III - Subitem III.2

- Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente ao 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, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 60
- Tabela 4.** Resumo da análise de variância referente a produtividade (P), teor de óleo (TO), rendimento em óleo (RO), fitomassa seca do capítulo sem aquênios (FSCAP), fitomassa do capítulo com aquênios (FCAP) ao final do ciclo da cultura do girassol, cv. EMBRAPA 122

V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 64

### **CAPÍTULO III - Subitem III.3**

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância referente a fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 79

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância referente ao teor de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido seco das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 84

### **CAPÍTULO IV - Subitem IV.1**

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente ao diâmetro caulinar (DC) e altura de plantas (AP) de girassol, cv. EMBRAPA 122/ V-2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 99

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância referente a número de folhas (NF) e a área foliar (AF) de plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 104

### **CAPÍTULO IV - Subitem IV.2**

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente o número total de aquênios (NTA), número de aquênios viáveis (NAV), porcentagem de aquênios viáveis (%AV), fitomassa de 1000 aquênios viáveis (F1000A) e diâmetro do capítulo (DCAP) ao final do ciclo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 120

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância referente a produtividade (P), teor de óleo (TO), rendimento em óleo (RO) e fitomassa seca do capítulo (FSCAP) ao final do ciclo da cultura do girassol, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 126

### **CAPÍTULO IV - Subitem IV.3**

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância referente a fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 141

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância referente ao teor de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido seco das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 146

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO III - Subitem III.1

- Figura 1.** Diâmetro caulinar de planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE (B) 44
- Figura 2.** Altura de planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 45, 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 45, 60 e 75 DAE (B) 45
- Figura 3.** Número de folhas das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15 e 30 DAE (B) 48
- Figura 4.** Área foliar das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30, 45, 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 30, 45 e 60 DAE (B) 49
- Figura 5.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente a área foliar aos 15 DAE 50

### CAPÍTULO III - Subitem III.2

- Figura 6.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente à variável diâmetro do capítulo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada 62
- Figura 7.** Produtividade de aquênios de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B) 66
- Figura 8.** Rendimento em óleo de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B) 67

**Figura 9.** Fitomassa seca do capítulo sem os aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação 68

**Figura 10.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente à variável fitomassa do capítulo com aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada 69

### **CAPÍTULO III - Subitem III.3**

**Figura 11.** Fitomassa seca das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 60 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B) 81

**Figura 12.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio referente a fitomassa seca aos 30, 45 e 75 DAE do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada 82

**Figura 13.** Desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação referente ao acúmulo de fitomassa seca a 30, 45 e 75 DAE do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada 84

**Figura 14.** Teor de nitrogênio (30 DAE) e de fósforo (75 DAE) na planta do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação 86

**Figura 15.** Teor de nitrogênio aos 15 DAE e de fósforo aos 60 DAE na planta do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da adubação nitrogenada 87

**Figura 16.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio aos 90 dias após emergência (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação aos 60 (B) e 90 (C) DAE, referente ao teor de

N na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada 89

#### **CAPÍTULO IV - Subitem IV.1**

- Figura 1.** Diâmetro caulinar de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 15 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE (B) 102
- Figura 2.** Altura de planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 45, 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 45, 60 e 75 DAE (B) 104
- Figura 3.** Número de folhas das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 30 e 75 DAE (B) 107
- Figura 4.** Área foliar das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30, e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 30, 45, 60 e 75 DAE (B) 108
- Figura 5.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente a área foliar aos 15 DAE 110

#### **CAPÍTULO IV - Subitem IV.2**

- Figura 6.** Número total de aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade das águas de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B) 123
- Figura 7.** Número de aquênios viáveis do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade das águas de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B) 124
- Figura 8.** Fitomassa de 1000 aquênios viáveis (A) e diâmetro de capítulo (B) de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da adubação nitrogenada 125
- Figura 9.** Produtividade do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade das águas de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B) 128
- Figura 10.** Rendimento e teor de óleo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V

	2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)	129
<b>Figura 11.</b>	Fitomassa seca do capítulo de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade das águas de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)	130
<b>CAPÍTULO IV - Subitem IV.3</b>		
<b>Figura 12.</b>	Fitomassa seca do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 30, 60, 75 e 90 DAE (B)	143
<b>Figura 13.</b>	Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada níveis de salinidade da água de irrigação (B), correspondente a fitomassa seca do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada aos 15 DAE	144
<b>Figura 14.</b>	Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente a fitomassa seca do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada aos 45 DAE	146
<b>Figura 15.</b>	Desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação aos 60 (A) e 90 DAE, referente ao teor de N na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada	149
<b>Figura 16.</b>	Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio aos 45 (A), 60 (B) e 90 (C) DAE, referente ao teor de N na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada	150
<b>Figura 17.</b>	Teor de P na planta de girassol aos 90 DAE em função da adubação nitrogenada (A) e teor de K aos 45 e 75 DAE na planta	

de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (B)

152

**CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO**

### 1.1 Considerações iniciais

A busca crescente por fontes renováveis de energia limpa tem levado vários segmentos da sociedade a investir em pesquisas visando à obtenção de fontes alternativas de energia que sejam economicamente viáveis, socialmente reconhecidas e ambientalmente mitigadoras (POUSA et al., 2007). A bioenergia extraída das plantas oleaginosas possibilita a produção de biocombustíveis cujo impacto ambiental dos gases resultantes da combustão é inferior quando comparado com os 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 (aquênios) altos teores de óleo passíveis de serem extraídos, transformados e utilizados como insumo na cadeia produtiva dos biocombustíveis. Citam-se, como exemplo, o milho, a soja e o trigo para a obtenção de bioetanol e a mamona, pinhão-manso e o girassol, para produção de biodiesel (RODRIGUES et al., 2010).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) ocupa posição de destaque no cenário nacional na produção de biocombustíveis em função do elevado teor médio de óleo nos aquênios em média 39,9 a 43,5 % (EMBRAPA, 2002; SOUZA et al., 2004) e devido à sua ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas tendo o seu rendimento pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo (GOMES et al., 2008; SOUZA et al., 2010). Seu cultivo se destaca a partir da iniciativa do Governo Federal Brasileiro em autorizar a mistura dos dois óleos (diesel e vegetal), o que vem desencadeando diversas ações de pesquisa sobre o uso de óleos vegetais como matéria-prima para a produção de biodiesel (CORRÊA et al., 2008). Designando, assim, de B2 as misturas com 2% de biodiesel, B20 com 20% até chegar ao B100, o biodiesel 100% puro (SILVA & FREITAS, 2008).

O aumento da área cultivada em regiões áridas e semiáridas é limitado pela escassez de recursos hídricos superficiais e pelo teor de sais das águas subterrâneas, em geral acima do nível tolerado pela maioria das culturas, que fica sujeito a utilizar água salobra na irrigação (SILVA et al., 2011; DIAS et al., 2011). A salinidade provoca, nas plantas, efeitos que comprometem a absorção de água e aumentam a toxicidade de íons específicos (SILVA JÚNIOR et al., 1999). Porém pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas (SANTOS JUNIOR et al., 2011; NOBRE et al., 2011). Contudo, o grau com que o

estresse salino irá afetar as plantas vai depender principalmente da tolerância da cultura à salinidade, do manejo da irrigação, adubação e dos fatores climáticos locais (SILVA et al., 2003).

Observa-se, assim, a necessidade de novas técnicas que viabilizem o uso de águas com qualidade inferior (SINGH et al., 2009). Aliada à importância do uso da irrigação, a adubação é uma técnica imprescindível no aumento da produtividade e da rentabilidade das culturas; segundo Chaves et al. (2011), o nitrogênio é um dos principais macronutrientes responsáveis por este aumento. O nitrogênio promove o crescimento das plantas e pode reduzir o efeito da salinidade nos vegetais (FLORES et al., 2001), uma vez que desempenha função estrutural fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas e prolina, entre outros.

Pesquisas têm demonstrado que o acúmulo desses solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (LACERDA et al., 2003; SILVA et al., 2008). Além disto, o nitrogênio (N) desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, enquanto sua deficiência causa desordem nutricional sendo que este nutriente é o que mais limita sua produção, enquanto seu excesso ocasiona decréscimo no teor de óleo (BISCARO et al., 2008).

O aumento de doses de N pode minimizar os efeitos adversos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, visto que existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode diminuir a absorção de cloreto pela planta (DEL AMOR et al., 2000). Dentre as alternativas de convivência com a salinidade das águas disponíveis para irrigação está a utilização da sua interação com a adubação nitrogenada (NOBRE et al., 2010) como forma compensatória da redução no crescimento e sua produção das plantas.

Considerando a importância das culturas oleaginosas para a produção de biocombustíveis e a procura de fontes alternativas de renda para o desenvolvimento agrícola da região semiárida do nordeste, buscou-se focar estratégias de manejo da irrigação com uso de águas salinas interagindo com a adubação nitrogenada visando ao aumento da produtividade na cultura do girassol.

## **1.2. Hipóteses**

- A salinidade da água de irrigação prejudica o crescimento e a produção de girassol;
- A adubação nitrogenada atenua os efeitos negativos da salinidade da água ao crescimento e a produção do girassol;
- O incremento das doses de nitrogênio aumenta o teor de nitrogênio (N) no tecido das plantas de girassol;
- É possível produzir girassol no campo irrigado com água salina.

### 1.3. Objetivos

#### **Objetivo geral**

Estudar o crescimento e os componentes de produção, rendimento, a fitomassa seca e o estado nutricional do girassol cv. EMBRAPA 122-V2000 irrigado em dois ciclos da cultura, quando cultivado sob diferentes níveis da salinidade das águas e da adubação nitrogenada.

#### **Objetivos específicos**

- Definir o nível de salinidade da água tolerado pela planta, sem prejuízos ao crescimento, à produção nem ao teor de óleo dos aquênios do girassol;
- Selecionar a dose de nitrogênio que mais atenua o efeito da salinidade da água de irrigação no cultivo do girassol;
- Avaliar o nível de salinidade da água de irrigação que não compromete o estado nutricional NPK das plantas de girassol;
- Analisar o efeito da interação salinidade da água de irrigação x doses de nitrogênio sobre as variáveis de crescimento e os componentes de produção do girassol.

#### 1.4. Referências bibliográficas

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, n.5, p.1366 - 1373, 2008.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. *Revista de Engenharia Ambiental*, v.8, n.1, p. 126-133, 2011.

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

DEL AMOR, F. M.; RUIZ-SANCHEZ, M. C.; MARTINEZ, V.; CERDA, A. Gás exchange, water relations, and ions concentrations of salt-stressed tomato and melon plants. *Journal of Plant Nutrition*, v.23, n.9, p.1315-1325, 2000.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. *Revista Ceres*, v.58, n.5, p.632-637, 2011.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de girassol. 2002. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/>>. Acesso em: 10 Abr. 2003.

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

GOMES, D. P.; LEITE, R. M. V. B. de C.; MORAES, M. F. H.; KRONKA, A. Z.; TORRES, S. B. Salinidade de sementes de girassol provenientes de três municípios do Estado do Maranhão. *Revista Caatinga*, v.21, n.1, p.55-63, 2008.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental of Botany*, v.49, n.1, p.107- 120, 2003.

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, n.3, p.358-365, 2010.

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*, v. 35, n. 1, p. 929-937, 2011.

POUSA, G. P. A. G.; SANTOS, A. L. F.; SUAREZ, P. A. Z. History and policy of biodiesel in Brazil. *Energy Policy*, v.35, p.5393-5398, 2007.

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*, 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 Agronômica*, v.42, n.4, p.842-849, 2011.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. C. M.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.1, p.57-64, 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*, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F. de, COSTA, P. H. A. da.; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl<sub>2</sub>. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.15, n.2, p.99-105, 2003.

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

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, D. A. Composição do lixiviado de quatro solos do Rio Grande do Norte irrigados com águas salinas. *Revista Caatinga*, v.21, n.1, p.189-203, 2008.

SILVA, P. R. F.; FREITAS, T. F. S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. *Ciência Rural*, v.38, n.3, p. 843-851, 2008.

SINGH, R. B.; CHAUHAN, C. P. S.; MINHAS, P. S. Water production functions of wheat (*Triticum aestivum* L.) irrigated with saline and alkali waters using double-line source sprinkler system. *Agricultural Water Management*, v.96, n.5, p. 736–744, 2009.

SOUZA, A.; OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. O boro na cultura do girassol. *Semina: Ciências Agrárias*, 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*, 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, v.30, p.667-676, 2007.

**CAPÍTULO II - ESTADO DA ARTE**

### 2.1. A cultura do girassol

O girassol é uma dicotiledônea anual pertencente ao gênero *Helianthus*, família Asteraceae, originária do continente norte-americano. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, ou seja, 12 espécies anuais e 37 perenes. Com poucas espécies de ocorrência bastante rara, outras são elementos comuns da vegetação natural e algumas são quase plantas daninhas desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem. Muitas espécies foram domesticadas das quais duas, *H. annuus* L., o girassol comum e *H. tuberosus* L., o “Jerusalém artichoke”, são plantas alimentícias; os primeiros, devido ao óleo e à proteína dos grãos e os últimos pelas suas raízes; além disso, muitos girassois são usados como planta ornamental. O girassol cultivado é uma planta anual, geralmente de haste única e com uma inflorescência no seu ápice. Das cultivares comerciais o comprimento da haste se situa entre 50 e 300 cm e seu diâmetro entre 1 e 10 cm (UNGARO, 2000).

As primeiras referências sobre seu cultivo no Brasil datam de 1924 embora se presume que a cultura tenha entrado muito antes, trazida pelas primeiras levas de colonos europeus. Os primeiros plantios comerciais foram feitos no Rio Grande do Sul, no final da década de 1940 cuja experiência não deu muito certo, pois as variedades não eram adaptadas à região. Em 1960 ocorreu nova tentativa para estimular o plantio de girassol no País, o que culminou em outro fracasso devido, agora, à falta de tecnologia de produção para as condições brasileiras, o que originou outras tentativas, mas sem sucesso. Só na década de 1980 é que o governo começou a investir em pesquisa com a cultura, viabilizando o plantio do girassol (DALL’AGNOL et al., 2005).

O girassol é cultivado, nos dias atuais, em mais de 20 milhões de hectares, nos cinco continentes; seus maiores produtores são a Rússia, Argentina e França (AGUIAR et al., 2001). Segundo levantamento feito pela CONAB (2012), a área plantada com girassol no Brasil nas safras de 2011/2012 foi de aproximadamente 73.600 ha, com uma produção de 111.000 t e produtividade de 1.507 kg ha<sup>-1</sup>.

Apresenta sistema radicular do tipo pivotante, denominado explorativo, significando que grande volume de solo pode ser explorado com uma combinação entre raízes grossas e finas. O caule tipicamente não ramificado, ereto e cilíndrico, com altura variando de 1 a 3 m, pode apresentar diferentes curvaturas cuja forma pode variar de côncavo, a convexo, que são expressas na maturação (CASTIGLIONI et al., 1997). As

folhas inferiores opostas e superiores geralmente são alternadas com três nervuras principais de coloração variando de verde-escuro a verde-amarelo, sendo a inflorescência disposta em capítulo, formada por inúmeras flores, situada em um receptáculo discoidal. Os frutos (aquênios) apresentam coloração não diversificada; o ciclo vegetativo varia de 90 a 130 dias (SMIDERLE, 2000).

Para Connor & Sadras (1992), três estádios são considerados na formação da produção, em que o primeiro é o período do início do florescimento ao início da antese, quando as flores se diferenciam e se desenvolvem; o segundo período está compreendido entre o início e o final da antese, quando o número de sementes é determinado a partir do número de flores viáveis capazes de se desenvolver, e o terceiro, entre o final da antese e a maturação fisiológica, quando as condições de crescimento determinam o enchimento dos aquênios.

De maneira geral, as condições de fertilidade do solo adequadas ao girassol, não diferem das exigidas para a soja ou para o milho havendo, no entanto, maior necessidade de monitoramento da compactação e da acidez dos solos (LEITE et al., 2007; SILVA & TILLMANN, 2008). É uma cultura de fácil adaptabilidade a diferentes regiões do País adequando sua época de semeadura às condições edafoclimáticas locais. Possui boa adaptação às condições variáveis de temperatura sendo a mais adequada a faixa entre 18 e 24°C. Oliveira et al. (2004) ressaltam que o girassol é indicado como boa alternativa no sistema de rotação e sucessão de cultivo, excelente recicladora de nutrientes e promotora de colonização micorrízica proporcionando ganhos expressivos de produtividade nas culturas que a seguem: na soja, aumento de 15% e no milho, de 30%.

A cultura do girassol exige uma disponibilidade adequada de água durante o período da germinação à emergência, necessária para a obtenção de uma população de plantas uniformes. As fases do desenvolvimento da planta mais sensíveis ao déficit hídrico vão do início da formação do capítulo até a floração (afetam mais o rendimento de grãos) e da formação e enchimento de grãos, que é a fase de maior consumo de água pelo girassol (afeta mais a produção de óleo). De uma forma bastante prática, a fase mais crítica ao déficit hídrico é o período compreendido entre cerca de 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final da floração (EMBRAPA, 2000). Apesar dessas informações e de outras disponibilizadas na literatura, as necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas podendo

variando de 200 a 900 mm ciclo<sup>-1</sup>.

A cultura do girassol se destaca-se a nível mundial como a quinta oleaginosa em produção de matéria-prima ficando atrás somente da soja, colza (*Brassica napus*), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.), quarta oleaginosa em produção de farelo depois da soja, colza e algodão e terceira em produção mundial de óleo, depois da soja e colza (VILLALBA, 2008). Os maiores produtores de grãos são a Rússia, Ucrânia, União Europeia e Argentina (LAZZAROTTO et al., 2005). A demanda mundial por óleo de girassol vem crescendo, em média, 1,8% ao ano; em 2002 o crescimento foi, no Brasil, de 5%, em que a demanda interna por óleo de girassol cresce, em média, 13% ao ano. Para suprir esta demanda o país importa o óleo principalmente da Argentina (SMIDERLE et al., 2005).

O Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol (grão), tendo participado com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos (FAGUNDES, 2002). No Brasil, a produção de girassol (grão) se concentra nas regiões Centro - Oeste (Goiás e Mato Grosso do Sul, com 45,6 e 23,8%, respectivamente, Sul (Rio Grande do Sul, com 11,7%) e Sudeste (São Paulo, com 3,5%) da produção na safra 2004), segundo Agriannual (2005).

A produção de girassol (grão) no Brasil cresceu de 56,3 mil toneladas em 2000 para 85,3 mil toneladas em 2004, assinalando um aumento de cerca de 52%. A área colhida aumentou de 37 mil para 54,7 mil hectares no mesmo período, representando um aumento de 48% (AGRIANUAL, 2005).

O girassol pode desempenhar importante papel na ciclagem de nutrientes sobretudo dos fertilizantes aplicados nas culturas anteriores, possibilitando um gasto menor para sua aquisição dos mesmos (OLIVEIRA et al., 2005). O girassol pode ser usado como biocombustível ou biodiesel, óleo de BVO (baixo volume oleoso, utilizado em avião agrícola), óleo de UBVO (ultra baixo volume oleoso, também na aviação agrícola) e óleo comestível, já que a oleaginosa tem potencial de 40 a 55% de óleo, dependendo do híbrido e das condições ambientais. O girassol ainda produz proteína em torno de 35 a 42%, muito útil à alimentação animal (GRANDO, 2005).

A cultura do girassol se caracteriza por sua grande importância econômica, sendo a quinta fonte de óleo vegetal mais consumida no mundo (7,88%), seguindo a do amendoim (9,6%), algodão (10,5%), canola (11,7%) e soja (56,3%) (OLIVEIRA et al., 2004). Atualmente, está despertando grande interesse a nível mundial pois representa

uma nova alternativa de mercado para a produção de matéria-prima visando à obtenção de biocombustíveis em função do elevado teor de óleo nos aquênios e de sua ampla adaptação às diferentes regiões edafoclimáticas (SOUZA et al., 2004).

### 2.2. Adubação nitrogenada

A exigência nutricional da cultura de girassol varia em função da fase fenológica em que se encontra. Na fase vegetativa, até 30 dias após a emergência DAE o girassol necessita de pouca quantidade de nutrientes (CASTRO & OLIVEIRA, 2005). Esses autores verificaram que a maior absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, maior desenvolvimento, ocorrem a partir dos 30 (DAE) no estágio vegetativo até o florescimento pleno. Segundo Evangelista & Lima (2008), na cultura do girassol o período em que ocorrem maior taxa de absorção de nutrientes e crescimento mais acelerado está entre a formação do botão floral e a completa expansão da inflorescência.

Pesquisas mostram que para o desenvolvimento adequado das plantas os teores de nutrientes refletem seu bom estado nutricional, estando mais bem nutrida aquela planta que obteve maior eficiência na utilização dos nutrientes, traduzida na resposta em crescimento, desenvolvimento e produtividade (TERRA, 2004). Considerando que os nutrientes minerais têm funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas (MALAVOLTA et al., 1997), para garantir uma produtividade adequada, o manejo da adubação deve visar à manutenção de teores médios a elevados de fósforo e potássio no solo. Como o nitrogênio é extraído pela cultura em grandes quantidades e não apresenta efeito residual direto no solo, a produtividade esperada é um componente importante para a definição de suas doses (CANTARELLA, 2003).

Pesquisas têm mostrado que tanto o crescimento da planta (ORDONEZ, 1990), como o teor de óleo nos aquênios, respondem positivamente aos fertilizantes nitrogenados (SCHEINER & LAVADO, 1999; LÓPEZ-BELLIDO et al., 2003).

A adubação com NPK nas doses de 120, 60 e 60 kg ha<sup>-1</sup>, incorporado ao solo, quando comparado a fórmulas com menores quantidades dos nutrientes acima mencionados e com o tratamento controle, incrementa a altura de plantas, diâmetro do caule e do capítulo, número de sementes por capítulo, peso de sementes por capítulo e rendimento de sementes de girassol (SIDDIQUI et al., 2009).

Sadiq et al. (2000) relataram, testando várias doses de nitrogênio, fósforo e potássio, sobre o crescimento e o rendimento do girassol, que nas condições de Balochistan, Paquistão, a aplicação de 80:50:50 kg ha<sup>-1</sup> de NPK é recomendada para elevar a produtividade do girassol.

Após avaliação econômica da adubação com NPK na cultura do girassol em Faisalabad, Paquistão, Iqbal et al. (2008) concluíram que a maior produção por planta de aquênios e a maior receita foram obtidas quando a cultura foi adubada com 120:90:60 kg de NPK.

No solo, o nitrogênio apresenta diversas formas orgânicas e inorgânicas que estão dinamicamente equilibradas por meio do ciclo do N, o qual é bastante complexo. Pode-se incorporar, ao sistema solo e planta, a partir de restos culturais, por processos de fixação biológica, adubação com fertilizantes industriais orgânicos e por precipitação induzida através de descargas elétricas (RAIJ, 1991).

Os íons NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> são as formas predominantes de N mineral disponível às plantas. Nos solos, a concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> é baixa em virtude de sua rápida oxidação para NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (SCHLOERRING & HUSTED, 2002). Na planta, as formas amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nítrica (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) possuem diferentes efeitos no crescimento, na qualidade vegetal, na produção de biomassa e na reprodução (LANE & BASSIRIRAD, 2002). Segundo Oliveira et al. (2007), os tratamentos com NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> balanceados disponibilizam mais N, o que eleva a produtividade. O pH ótimo para a absorção de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> está abaixo de 6,0 devido, presumivelmente, à maior disponibilidade de H<sup>+</sup> para o cotransporte (EPSTEIN & BLOOM, 2004).

Avaliações experimentais indicam que a produção máxima de girassol é alcançada com 80 a 90 kg ha<sup>-1</sup> de N; contudo, com a aplicação de 40 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N obtêm-se 90% da produção relativa máxima correspondendo à quantidade do nutriente economicamente mais eficiente (SMIDERLE et al., 2002; SMIDERLI et al., 2004; CASTRO et al., 2004). Segundo Leite et. al. (2007) a produção máxima do girassol é alcançada com 80 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Pesquisando o efeito do tempo de fertilização nitrogenada quanto ao rendimento de grãos e óleo de girassol, Moghaddasi et al. (2011), concluíram que a adubação nitrogenada durante a formação da haste aumentou a massa de 1000 sementes, número de sementes por capítulo, diâmetro do capítulo e percentagem de óleo.

De Giorgio et al. (2007) observaram, pesquisando a aplicação de nitrogênio em genótipos de girassol sob condições de semiaridez italiana, diferenças significativas sobre o diâmetro externo do capítulo e índice de área foliar com o aumento das doses de nitrogênio; no entanto, a elevação das doses de N não afetou estatisticamente o peso de 1000 sementes, a altura de plantas nem o diâmetro interno do capítulo. Para Fagundes et al. (2007), fontes e doses de N aumentam o número de folhas, altura final de plantas e área foliar do girassol cultivado em vaso.

O fornecimento de nitrogênio com doses crescentes de 100, 160 e 220 kg ha<sup>-1</sup> elevou o índice de colheita, produção de sementes, peso de 1000 sementes, produção de biomassa e conteúdo relativo de água do girassol cultivado em West-Azerbaijan, Irã (GHOLINEZHAD et al., 2009). Em outra pesquisa, Gholinezhad et al. (2011), registraram efeito estatístico do teor de proteínas e redução do filocromo com aumento das doses de nitrogênio.

Abbadì et al. (2008) relataram, analisando o suprimento de nitrogênio sob o crescimento, rendimento e componentes de rendimento do girassol, relataram aumento do diâmetro do caule, fitomassa seca das folhas, caule e capítulo, aquênios por capítulo e massa de aquênios com o incremento das doses de N; entretanto, as maiores doses desse macronutriente afetaram negativamente o teor de óleo do girassol.

### 2.3. Necessidade hídrica e déficit hídrico

As necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas existindo informações que indicam desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Entretanto, na maioria dos casos 500 a 700 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao máximo sendo que o consumo durante a fase da semeadura à emergência gira em torno de 0,5 a 1,0 mm/dia, atingindo o máximo de 6 a 8 mm/dia na floração e enchimento dos grãos, decrescendo após este período (EMBRAPA, 2003).

Doorenbos & Kassam (1994), afirmam que a percentagem de água total utilizada pela cultura do girassol durante os diferentes períodos de crescimento é de aproximadamente 20% durante o período vegetativo, 55% durante o período de floração e os 25% restantes nos períodos de formação da colheita e maturação. Em condições em

que a evapotranspiração máxima é de 5 a 6 mm dia<sup>-1</sup>, a absorção de água é afetada quando o esgotamento se situa em torno de 45% da água total disponível no solo.

Segundo FAO (2010), o coeficiente de cultura ( $K_c$ ), que é um índice adimensional que representa a razão entre a evapotranspiração de uma cultura específica ( $ET_c$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), da cultura do girassol, varia em torno de 0,3 a 0,4 durante o estágio inicial (20 a 25 dias), de 0,7 a 0,8 durante o estágio vegetativo (35 a 40 dias), de 1,05 a 1,2 durante o florescimento (40 a 50 dias), de 0,7 a 0,8 durante o enchimento de grãos (25 a 30 dias) e de 0,4 na maturação fisiológica.

Resultados da Embrapa (2010), afirmam que, de forma bastante prática, a fase mais crítica ao déficit hídrico é o período compreendido entre cerca de 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final da floração. Bajehbaj (2010) constatou, estudando o efeito do déficit hídrico sobre as características químico-fisiológicas de variedades de girassol, que o maior tratamento de aplicação de água (210 mm de evaporação do tanque classe “A”) elevou a resistência estomática, número de estômatos na parte abaxial e número de sementes; entretanto se verificou, nos tratamentos sob estresse hídrico, conteúdo relativo de água na folha, comprimento e rendimento dos grãos.

Para Naim & Ahmed (2010) o intervalo na irrigação é papel importante para o estabelecimento das culturas que, ultimamente, afeta a produtividade e compromete os estágios de crescimento. Ao analisar o efeito do intervalo de irrigação e o espaçamento entre linhas sob as características de crescimento do girassol esses autores registraram que nos tratamentos com maior número de irrigações as plantas foram mais desenvolvidas em altura, diâmetro do caule, área foliar e fitomassa seca da parte aérea.

Segundo Flagella et al. (2002), plantas de girassol submetidas a estresse hídrico na região do Mediterrâneo, reduzem rendimento de aquênios, peso de 1000 aquênios, número de aquênios por capítulo e teor de óleo. Ahmad et al. (2009), relataram que a altura de plantas decresce com o aumento do estresse hídrico em condições controladas.

O déficit de irrigação na região sul da Turquia em cultivo de girassol, segundo Demir et al. (2006), prejudica o rendimento de grãos e o rendimento biológico, além de reduzir a percentagem de óleo; todavia, Pejić et al. (2009) não obtiveram, investigando o estresse hídrico na República da Sérvia em girassol, diferenças significativas do rendimento da cultura entre os tratamentos irrigados e os não irrigados.

Iqbal & Ashraf (2006) afirmam que mesmo utilizando diferentes doses de glicinabetaína, a qual é usada para aumentar a tolerância a estresses, a porcentagem de sementes, biomassa fresca e seca das plântulas, reduziu na presença do estresse hídrico.

Bakht et al. (2010) constataram, cultivando girassol em Islamabad, Paquistão, avaliaram o efeito de quatro regimes hídricos sob a fisiologia e rendimento dessa cultura e observaram tendência linear crescente da fenologia, índice de área foliar e do rendimento de sementes. Karam et al. (2007), encontraram diminuição da área foliar e da produção de sementes de girassol sobre déficit hídrico. Raulf & Sadaqat (2008) verificaram, estudando o efeito do estresse hídrico em 56 genótipos oriundos de cinco países, redução da produção por capítulo, massa de 100 aquênios e número de aquênios por capítulo.

### 2.4. Salinidade da água

A qualidade da água é um dos fatores que ocasionam efeito negativo no desenvolvimento das culturas e afetam a produção visto que a água é constituinte dos tecidos vegetais chegando até mesmo a constituir mais de 90% de algumas plantas deve-se desta forma, para a utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se utilizar um manejo racional através de alternativas economicamente viáveis de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada (MEDEIROS et al., 2007).

O termo salinidade de água refere-se à concentração total de íons ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ , entre outros) dissolvidos na água. As concentrações desses cátions e ânions por unidade de volume de água podem ser expressas tanto em base de massa ( $\text{mg L}^{-1}$ ) como pela condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ). Rhoades et al. (1992) consideram água não salina aquela que possui uma concentração total de sais dissolvidos menor que  $500 \text{ mg L}^{-1}$  ou condutividade elétrica menor que  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ .

Altas concentrações de sais no solo, podem, além de reduzir o potencial hídrico do solo, provocar efeitos tóxicos nas plantas, favorecer distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA et al., 2003). O balanço osmótico é essencial para o desenvolvimento dos vegetais em meio salino e qualquer falha neste balanço resultará em injúrias semelhantes às da seca, como a perda de turgescência e a redução no crescimento e na produção, resultando em plantas atrofiadas, desidratação e, finalmente, a morte das células (ASHRAF & HARRIS, 2004).

Nas regiões áridas e semiáridas o excesso de sais no solo é fator limitante na produção agrícola. No Brasil, essas áreas estão localizadas principalmente no semiárido nordestino, local de grande ocorrência da espécie em estudo. Em geral, a salinização afeta negativamente não só a germinação como o desenvolvimento da planta e a produtividade. No entanto, os mecanismos de tolerância à salinidade nos vegetais ainda não estão completamente esclarecidos pelo fato de envolver alterações bioquímicas, fisiológicas e moleculares (ZHU, 2002; ABREU et al., 2008).

A utilização de águas salinas na irrigação tem sido um problema para os sistemas de produção agrícola uma vez que acarreta acúmulo de sais na zona radicular das culturas, promovendo redução no crescimento e na produtividade. É importante destacar que o menor crescimento das plantas irrigadas com água salina ocorre não somente pela redução da eficiência do uso da água, mas também pela menor extração de nutrientes pelas culturas (LACERDA, 2005). Conforme Ashraf et al. (2004) a inibição do crescimento das plantas pelo estresse salino pode ser devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade da água e/ou pela acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo ocasionar toxicidade iônica e desequilíbrio nutricional.

O conhecimento do nível de tolerância à salinidade de diferentes espécies e cultivares, é imprescindível. Esta variável pode auxiliar no cultivo daquelas que propiciarão as maiores produções com menor consumo de água para lixiviação; assim, pode ser possível viabilizar a utilização de água de salinidade moderada para irrigação sobretudo em condições de semiárido em que grande parte da água disponível contém teores de sais solúveis relativamente altos (VIANA, 2000). Um dos mecanismos citados que proporcionam maior tolerância a ambientes salinos, é a capacidade das plantas em acumular íons nos vacúolos ou, ainda, solutos orgânicos de baixo peso molecular, capazes de manter a absorção de água e a turgescência celular (MUNNS & TESTER 2008).

O efeito do estresse salino sobre as plantas é consequência de dois componentes distintos: do componente osmótico – resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo que provoca um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico e do componente iônico – decorrente dos elevados teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , que elevam relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  (MENDES et al., 2011).

O estresse salino pode provocar um conjunto de alterações deletérias devido ao efeito tóxico provocado pelos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e à redução do potencial osmótico do solo (XIONG & ZHU, 2001). As respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas das plantas ao estresse salino variam em função do genótipo, do estágio de desenvolvimento da planta e da intensidade e duração do estresse (GURGEL et al., 2008; WILLADINO & CAMARA, 2010).

A produção de osmoprotetores e a ativação de enzimas antioxidativas favorecem a sobrevivência das plantas em ambientes salinos (PRAXEDES et al., 2009; WILLADINO & CAMARA, 2004). O excesso de  $\text{Na}^+$  no ambiente radicular afeta a integridade da membrana (SILVA et al., 2010) e favorece o acúmulo desse cátion no interior da célula causando distúrbio na absorção de  $\text{K}^+$ , aumento na relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  e redução do crescimento da planta.

Os efeitos negativos da irrigação com água salina em oleaginosas têm sido observados por vários autores (BLANCO et al., 2008; SILVA et al., 2008; CORREIA et al., 2009; TRAVASSOS et al., 2011), inclusive na cultura do girassol (SILVA et al., 2009; CAMPOS et al., 2010; NOBRE et al., 2010). As culturas não respondem igualmente aos efeitos da salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença deve à capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que lhes permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água (SANTANA et al., 2007).

Os mecanismos fisiológicos das plantas que favorecem a sobrevivência em ambientes salinos incluem a regulação da concentração e a compartimentalização dos íons, produção de osmoprotetores, ativação de enzimas antioxidativas, adaptação estomática e outras formas de controle genético (BRILHANTE, 2006). Segundo Katerji et al. (2000), o girassol é uma cultura moderadamente sensível à salinidade porém ainda não se estudou sua tolerância quanto à produção de sementes sob o efeito de água salobra, nas condições semiáridas do Brasil.

Do ponto de vista do manejo, algumas estratégias ainda podem ser usadas para minimizar os impactos negativos do aproveitamento de água salina na irrigação e favorecer a tolerância das culturas, entre elas: escolha de espécies ou cultivares mais tolerantes, utilização dessas fontes de água nos estádios de maior tolerância das culturas, misturas de águas de diferentes qualidades, uso cíclico de fontes de água com diferentes

concentrações salinas, além de diversas outras práticas visando à obtenção de boa produção vegetal com controle da salinização/sodificação do solo (LACERDA et al., 2009).

### **2.5. Interação salinidade da água x adubação nitrogenada**

A característica mais comum em plantas que se desenvolvem sob condições de salinidade, é a redução do crescimento, decorrente do efeito dos sais; geralmente há uma marcada desuniformidade no campo, apresentando manchas desnudas, plantas definhadas e grande variação em altura, o que resulta, quase sempre, em baixas produtividades (CORDEIRO, 2001). Em condições salinas é notória a redução na absorção de nitrogênio pelas plantas em consequência do efeito antagônico existente entre íons de nitrato e de cloro (ABD-SHAMAD et al., 2000). Segundo Larcher (2000), quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais é reduzida, especialmente o  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ .

De acordo com Taiz & Zeiger (2004) o desenvolvimento das plantas apresenta alta dependência do suprimento de nitrogênio, sobretudo porque este nutriente participa diretamente no metabolismo das plantas atuando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas. Segundo Misra & Dwivedi (1990), a resposta de crescimento de plantas sob fertilização nitrogenada e condições de salinidade não só varia de acordo com a forma de nitrogênio aplicado (nitrato ou amônio) e da espécie vegetal. Para Munns (2002) as plantas cultivadas em condições de salinidade apresentam alterações nos parâmetros de crescimento das plantas em virtude da salinidade, como estão associadas aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais provocados pelo excesso de sais no solo.

Os efeitos adversos causados pelos sais nas plantas são considerados fator bastante limitante à expressão do potencial agrícola das culturas, limitação está decorrente, em grande parte, do aumento da pressão osmótica da solução do solo; assim, a planta tende a dispensar mais energia, água e nutrientes (LEONARDO et al., 2003). Contudo, enquanto para várias culturas são encontradas na literatura informações sobre o grau de tolerância ao estresse salino, no caso do girassol poucos são os trabalhos referentes aos efeitos da salinidade da água de irrigação e/ou do solo nos diferentes

estádios de desenvolvimento desta cultura (RIBEIRO et al., 2001; DICKMANN et al., 2005).

A salinidade reduz o crescimento das plantas em função dos efeitos osmóticos dos sais e aos efeitos específicos dos íons. Entretanto, tais efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER; DAVENPORT, 2003; ASHRAF; HARRIS, 2004). Conforme Flores et al. (2001), a fertilização nitrogenada, além de promover o crescimento das plantas, também pode reduzir o efeito da salinidade sobre os vegetais em virtude da acumulação desse soluto elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas a salinidade e aumentar a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (SILVA et al., 2008).

O nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol; sua deficiência causa desordem nutricional. Este nutriente é o que mais limita a produção do girassol enquanto seu excesso ocasiona decréscimo na percentagem de óleo e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos (BISCARO et al., 2008). Santos et al. (2002) estudaram o comportamento de cultivares de girassol em diferentes condições de umidade e adubação nitrogenada e constataram que o efeito do nitrogênio sobre o rendimento ou a acumulação de biomassa, depende da disponibilidade de água no solo visto que o principal mecanismo de contato íon raiz é governado pelo fluxo de massa.

Travassos et al. (2011) verificaram que é possível produzir flores de girassol com salinidade da água de CEa até  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$  sem afetar a qualidade comercial indicando que, do ponto de vista ornamental, o girassol é uma cultura tolerante à salinidade. Para Chaves et al. (2011), o nitrogênio é um dos principais macronutrientes responsáveis pelo crescimento da planta.

É importante ressaltar que, apesar da grande expansão de área destinada ao cultivo de espécies bioenergéticas, ainda são escassas informações sobre tolerância à salinidade para a maioria dessas culturas, entre elas o girassol. Estudos desenvolvidos recentemente avaliando a resposta desta cultura à salinidade da água de irrigação têm demonstrado efeito deletério do estresse salino para a maioria dos parâmetros de crescimento e de produção avaliados evidenciando, assim, a importância do

desenvolvimento de mais pesquisas que possibilitem a produção desta oleaginosa, mesmo utilizando água contendo elevados teores de sais (OLIVEIRA et al., 2010).

## 2.6. Referências Bibliográficas

ABBADI, J.; GERENDÁS, J.; SATTELMACHER, B. Effects of nitrogen supply on growth, yield, and yield components of safflower and sunflower. *Plant and Soil*, v.306, p. 67-180, 2008.

ABD EL-SHAMAD, H. M.; SHADDAD, M. A. K. Comparative effect of sodium carbonate, sodium sulfate, and sodium chloride on the growth and related metabolic activities of plants. *Journal Plant Nutrition*, v.19, n.5, p.717-728, 2000.

ABREU, C. E. B.; PRISCO, J. T.; NOGUEIRA, A. R. C.; BEZERRA, M. A.; LACERDA C. F.; GOMES-FILHO, E. Physiological and biochemical changes occurring in dwarf-cashew seedlings subjected to salt stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.20,n.2, p.105-118, 2008.

AGRIANUAL – Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p.520, 2005.

AGUIAR, R. H. A.; FANTINATTI, J. B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. *Revista Brasileira de Sementes*, v.23, p.134-139, 2001.

AHMAD, S.H.; AHMAD, R.; ASHRAF, M.Y.; M. ASHRAF, M.; WARAICH, E.A. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pakistan Journal Botany*, v.41, n.2, p.647-654, 2009.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, v.166, n.1, p. 3-16, 2004.

BAJEHBAJ, A. A. Effects of water limitation on grain and oil yields of sunflower cultivars. *Journal Food, Agriculture & Environment*, v.8, n.1, p.98-101, 2010.

BAKHT, J.; SHAFI, M.; YOUSAF, M.; SHAH, H. U. Physiology, phenology and yield of sunflower (autumn) as affected by NPK fertilizer and hybrids. *Pakistan Journal Botany*, v.42, n.3, p.1909-1922, 2010.

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. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.5, p.1366 -1373, 2008.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M.V.; GHEYI, H. R. ; FERNANDES, P. D. Growth and yield of corn irrigated with saline water. *Scientia Agricola*, v.65, p.574-580, 2008.

BRILHANTE, J. C. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no potencial osmótico de folhas de *Atriplex nummularia* submetidas ao NaCl, seca e PEG. 2006, 195p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; SILVA, R. C. P.; CANDIDO, W. S. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, p.165-171, 2010.

CANTARELLA, H. Adubação e calagem do girassol. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL. RIBEIRÃO PRETO. Anais... Out/2003. CD-ROM.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 26p.

CASTRO, C. de; LANTMANN, A. F.; SFREDO, G. J.; BORKET, C. M.; SILVEIRA, J. M. In: Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja, 2003: Girassol. Londrina: Embrapa Soja, 2004, p.19-27. (Embrapa Soja. Documentos 242).

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. de. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (ed.). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p.317-373.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. Revista de Engenharia Ambiental, v.8, n.1, p.126-133, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Avaliação da safra agrícola 2011/2012 – Décimo Levantamento – Brasília, 2012, p.19.

CONNOR, D. J.; SADRAS, V. O. Physiology of yield expression in sunflower. Field Crops Research, v.30, n. 3/4, p.333-374, 1992.

CORDEIRO, G. G. Salinidade em agricultura irrigada: conceitos básicos e práticos. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 2001. 38p. (Documentos, 180).

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. Revista Ciência Agronômica, v.40, p.514-521, 2009.

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. de C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (ed.). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p.1-12.

DE GIORGIO, D.; MONTEMURRO, V.; FORNARO, F. Four-year field experiment on nitrogen application to sunflower genotypes grown in semiarid conditions. Helia, v.30, n.47, p.15-26, 2007.

DEMIR, A. O.; GÖKSOY, A. T.; BÜYÜKCANGAZ, H.; TURAN, Z. M.; KÖKSAL, E. S. Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. Irrigation Science, v.24, p.279-289, 2006.

DICKMANN, L.; CARVALHO, M. A. C.; BRAGA, L. F. B. & SOUSA, M. P. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. Revista Ciência Agro-Ambi. v.3, p.64-75, 2005.

DOORENBOS, L.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campinas Grande, UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologia de produção - Girassol. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol>>. Acesso em 10 jan. 2010. (Embrapa Soja. Sistema de produção, 1)

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de girassol. 2002. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/>>. Acesso em 10 abr. 2003.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2004, 400p.

EVANGELISTA, A. R., LIMA, J. A. Silagem de girassol: cultivo e ensilagem. 2001. Disponível em [http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol\\_87.pdf](http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_87.pdf). Acesso em 08 de julho de 2008.

FAGUNDES, J. D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A. M.; BELLÉ, R.A.; STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. Ciência Rural, v. 37, n. 4, p. 987-993, 2007.

FAGUNDES, M. H. Sementes de girassol: alguns comentários. 2000. <http://www.Conab.gov.br>. 5 Out. 2002.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Crop water information: sunflower. Disponível em: <[http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_sunflower.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_sunflower.html)>. Acesso em 18 jan. 2010.

FLAGELLA, Z.; ROTUNNO, T.; TARANTINO, E.; DI CATERINA, R.; DE CARO, A. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, v.17, p.221-230, 2002.

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

GHOLINEZHAD, E.; AYNABAND, A.; GHORTHAPPEH, A.H.; NOORMOHAMADI, G.; BERNOUSI, I. Study of the effect of drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid iroflor at different levels of nitrogen and plant population. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanic Cluj-Napoca*, v.37, n.2, p.85-94, 2009.

GHOLINEZHAD, E.; AYNABAND, A.; GHORTHAPPEH, A.H.; NOORNOHAMADI, G.; BERNOUSI, I. Effect of drought and nitrogen rates on grain yield, quality traits and physiological indices in sunflower hybrid iroflor at different plant density. *World Applied Sciences Journal*, v.14, n.1, p.131-139, 2011.

GRANDO, G. Girassol promete boa rentabilidade na próxima safra. *Campo & Negócios*, n. 32, p.17, 2005.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. de; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. da. Nutrição de cultivares de meloeiro irrigadas com águas de baixa e alta salinidade. *Revista Caatinga*, v. 21, n.5, p.36- 43, 2008.

IQBAL, J.; HUSSAIN, B.; SALEEM, M. F.; MUNIR, M. A.; ASLAM, M. Bio-economics of autumn planted sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids under different NPK applications. Pakistan Journal of Agriculture Science, v.45, n.3, p.19-24, 2008.

IQBAL, M.; ASHRAF, M. Y. Does seed treatment with glycinebetaine improve germination rate and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under osmotic stress? Pakistan Journal of Botany, v.38, n.5, p.1641-1648, 2006.

KARAM, F.; MASAAD, R.; KABALAN, R.; BREIDI, J.; CHALITA, C.; ROUPHAEL, Y. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agricultural Water Management, v.90, p.213-223, 2007.

KATERJI, N.; VAN HOORN, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. Agricultural Water Management, v.43, p.99- 109, 2000.

LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. C., ARAÚJO, E. L., WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. (ed.) Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRPE, p.127-137. 2005.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental of Botany, v.49, n.1, p.107- 120, 2003.

LACERDA, C. F. de.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES. F. V. A.; SILVA, F. L. B. da.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. Engenharia Agrícola, v.29, n.2, p.221-230, 2009.

LANE, D. R.; BASSIRIRAD, H. Differential responses of tallgrass prairie species to nitrogen loading and varying ratios of  $\text{NO}_3^-$  to  $\text{NH}_4^+$ . *Functional Plant Biology*, v.29, p.1227-1235, 2002.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LAZZARATTO, J.; ROESSING A. C., MELLO H. C. O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (ed.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p.15-42.

LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C. de; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico n. 78)

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; GODOY, L. J. G. MARCHESE, J. A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.1-4, 2003.

LÓPEZ-BELLIDO, R. J; LÓPEZ-BELLIDO, L.; CASTILLO, J. E.; LÓPEZ-BELLIDO, F. J. Nitrogen uptake by sunflower as affected by tillage and soil residual nitrogen in a wheat–sunflower rotation under rainfed Mediterranean conditions. *Tillage Research*, p.43-51, 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: potafos, 1997, p.319.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.3, p.248 - 255, 2007.

MENDES, B. S. da S.; WILLADINO, L.; CUNHA, P. C. da; OLIVEIRA FILHO, R. A. de; CÂMARA, T. R. Mecanismo fisiológicos e bioquímicos do abacaxi ornamental sob estresse salino. *Revista Caatinga*, v.24, n. 3, p.71-77, 2011.

MISRA N, DWIVEDI, U. N. Nitrogen assimilation in germinating *Phaseolus aureus* seeds under saline stress. *Journal of Plant Physiology*, v.135, p.719-724, 1990.

MOGHADDASI, S.; MOHAMMAD, S. M.; MOSAVI, J. A. Study of nitrogen fertilization times effects on new sunflower hybrids for grain and oil yields. *Advances in Environmental Biology*, v.5, n.7, p.1968-1975, 2011.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*, v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* v.59, p.651-681, 2008.

NAIM, A. M. E.; AHMED, M. F. Effect of irrigation intervals and inter-row spacing on vegetative growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus* L) hybrids in Shambat soil. *Journal of Applied Sciences Research*, v.6, n.9, p.1440-1445, 2010.

OLIVEIRA, F. A. de; CASTRO, C. de; SALINET, L. H.; VERONESI, C. de O. Rochas brasileiras como fontes alternativas de potássio para uso em sistemas agropecuários. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. Anais... Londrina: EMBRAPA Soja, p.40-43, 2005.

OLIVEIRA, F. A. de.; 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, n.4, p.479-484, 2010.

OLIVEIRA, M. C; VIEIRA, O. V; LEITE, R. M. V. B. C. Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa. Londrina: Embrapa. 2004. 27p.

ORDONEZ, A. A. El cultivo del girasol. Madrid: Ediciones Mundi – Prensas, 1990. p.29-69

PEJIĆ, B.; MAKSIMOVIĆ, L.; ŠKORIĆ, D.; MILIĆ, S.; STRIČEVIĆ, R.; ĆUPINA, B. Effect of water stress on yield and evapotranspiration of sunflower. *Helia*, v.32: p.19-33, 2009.

PRAXEDES, S. C.; FERREIRA, T. M.; GOMES FILHO, E. Acúmulo de prolina e aminoácidos em cultivares de feijão caupí com tolerância diferencial à salinidade. *Revista Caatinga*, v.22, n. 3, p.211-214, 2009.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: potafos, 1991. 343p.

RAUF, S.; SADQAT, H. A. Effect of osmotic adjustment on root length and dry matter partitioning in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, v.58, p.252-260, 2008.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48)

RIBEIRO, M. C. C.; MARQUES, M. B.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). *Revista Brasileira Sementes*, v.250, p.281-284, 2001.

SADIQ, S. A.; SHAHID, M.; JAN, A.; NOOR-UD-DIN, S. Effect of various levels of nitrogen, phosphorus, potassium (NPK) on growth, yield, yield components of sunflower. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.3, n.2, p.338-339, 2000.

SANTANA, M. J. de; CARVALHO, J. de A.; SOUZA, K. J. de; SOUSA, A. M. G. de; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. de B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. *Ciência e Agrotecnologia*. v.31, p.1470-1476, 2007.

SANTOS, A. C.; ANDRADE, A. P.; LIMA, J. R. S.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, V. R. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio no solo e produtividade de cultivares de girassol. *Ciência Rural*, v.32, n.5, p.757-764, 2002.

SCHEINER, J. D.; LAVADO, R. S. Soil water content, absorption of nutrient elements, and responses to fertilization of sunflower: a case study. *Journal of Plant Nutrition*, v.22, n.2, p.369-377, 1999.

SCHLOERRING, J. K.; HUSTED, S. The regulation of ammonium translocation in plants. *Journal of Experimental Botany*, v.53, n.370, p.883-890, 2002.

SIDDIQUI, M. H.; OAD, F. C.; ABBASI, M.K.; GANDAH, A. W. Effect of NPK, micronutrients and N-placement on the growth and yield of sunflower. *Sarhad Journal of Agriculture* v.25, n.1, p.45-52, 2009.

SILVA, A. G. da; PIRES, R.; MORAES, E. B. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; CARVALHO, C. G. P. de. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. *Semina: ciências Agrárias*, v.30, n.1, p.31-38, 2009.

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*, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.

SILVA, E. N.; FERREIRA-SILVA, S. L.; FONTENELE, A. D.; RIBEIRO, R. V.; VIEGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Photosynthetic changes and protective mechanisms against oxidative damage subjected to isolated and combined drought and heat stresses in *Jatropha curcas* plants. *Journal of Plant Physiology*, v. 167, n. 14, p. 1157–1164, 2010.

SILVA, J. V.; LACERDA, C. F. de; COSTA, P. H. A. da; ENÉAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl<sub>2</sub>. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.15, n.2, p.99-105, 2003.

SILVA, L. X. da; TILLMANN, E. A. Discussões analíticas e o girassol como instrumento para o desenvolvimento sustentável: evidências empíricas para o sul do Brasil. In: Encontro de Economia Gaúcha, 4. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <[www.pucrs.br/eventos/eeg/trabalhos/agricultura-sessao5-3.doc](http://www.pucrs.br/eventos/eeg/trabalhos/agricultura-sessao5-3.doc)>. Acesso em: 02 jan. 2010.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, D. A. Composição do lixiviado de quatro solos do Rio Grande do Norte irrigados com águas salinas. *Revista Caatinga*, v.21, n.1, p.189-203, 2008.

SMIDERLE, O. J. Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000, 2p. (Embrapa Informa, 8).

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: EMBRAPA. Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja-2001: Girassol e trigo. Londrina: Embrapa Soja, 2002, p.33-39. (Embrapa Soja. Documentos, 218).

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D.; CASTRO C. de. Adubação nitrogenada do girassol nos Cerrados de Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004, p.7. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 8).

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D.; CASTRO, C. de. Adubação nitrogenada para girassol nos cerrados de Roraima. In: Reunião Nacional de pesquisa de girassol, 16, e simpósio nacional sobre a cultura do girassol, 4, 2005, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, p.32-35, 2005.

SOUZA, A.; OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. O boro na cultura do girassol. *Semina: Ciências Agrárias*, v.25, n.1, p.27-34, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

TERRA, S. B. Crescimento e estado nutricional de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) cultivado em vaso sob fertirrigação. Pelotas: UFPEL. 2004, 85p. Tese de Doutorado.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, n.03, p.503-527, 2003.

TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; SILVA, D. R. S.; NASCIMENTO, A. K. S. do; DIAS, N. da S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.371-376, 2011.

UNGARO, M. R. G. Cultura do girassol. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo*. v. 188, p.1-36, 2000.

VIANA, S. B. A. Estresse salino na germinação, fase de muda e produção de alface (*Lactuca sativa* L.). Campina Grande: UFPB, 2000. 127p. Dissertação de Mestrado.

VILLALBA, E. O. H. Recomendação de nitrogênio, fósforo e potássio para girassol sob sistema plantio direto no Paraguai. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 2008. 82p. Dissertação de Mestrado.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A. (ed). *La ecofisiología vegetal una ciencia de síntesis*. Madri: Editora Thompsom, cap.10, 2004, p.303-330.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Enciclopédia Biosfera*, v.6, n.11, p.1-23, 2010.

XIONG, L.; ZHU, J. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. *Plant, Cell and Environment*, v.25, n.2, p.131-139, 2001.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annual Review of Plant Biology, v.53, p.247-273, 2002.

**CAPÍTULO III - PESQUISAS REALIZADAS NO PRIMEIRO CICLO**

### III.1. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

**RESUMO** - O cultivo do girassol irrigado nas áreas semiáridas, evidencia a necessidade de informações a respeito de suas respostas à qualidade da água de irrigação simultaneamente com o manejo da adubação que possibilite incrementos dos índices de produtividade. Neste contexto, o presente experimento foi conduzido no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012, em condições de campo, no município de Remígio, Paraíba, com o objetivo de avaliar o crescimento de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.) cv. EMBRAPA 122 V-2000, submetidas a níveis de salinidade da água de irrigação e a doses de nitrogênio. Usou-se um delineamento em blocos casualizado analisado em parcelas subdivididas 5 x 4, referentes a cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e a quatro doses de nitrogênio (40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>), com três repetições e 30 plantas por parcela. O aumento da salinidade da água de irrigação para níveis acima de 0,15 dS m<sup>-1</sup> afetou negativamente o crescimento do girassol em altura, diâmetro caulinar, número de folhas e área foliar, estimulados de forma positiva pelo aumento das doses de nitrogênio enquanto que a interação foi significativa apenas para a variável área foliar aos 15 dias após emergência. Dentre as variáveis avaliadas a área foliar do girassol é a mais comprometida com o aumento do teor salino das águas.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L. Condutividade elétrica. Nitrogênio.

### Biometry of sunflower as affected by salinity of irrigation water and nitrogen fertilization

**ABSTRACT** - The cultivation of irrigated sunflower in semiarid areas highlights the need for information about its response to the quality of irrigation water simultaneously with fertilizer management that allows increments of productivity indices. In this context, the present experiment was conducted during November 2011 to February 2012 under field conditions in the municipality of Remigio, Paraíba, with the objective to evaluate the growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cv. EMBRAPA 122 V-2000, subjected to salinity levels of irrigation water and nitrogen. We used an experimental design in randomized blocks analyzed in split plot 5 x 4, referring to five

salinity levels of irrigation water (0.15, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) and four nitrogen levels (40, 60, 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications and 30 plants per plot. The increase in water salinity above 0.15 dS m<sup>-1</sup> affected negatively the growth in height, stem diameter, number of leaves and leaf area of sunflower, and positively stimulated by the increase of nitrogen, while the interactive effect was significant only for the leaf area at 15 days after emergence. Among the variables evaluated the leaf area of sunflower is more sensitive to increasing salt content of the water.

Key words: *Helianthus annuus* L. Electrical conductivity. Nitrogen

## INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivado em todos os continentes, é uma dicotiledônea anual que se adapta a diversas condições edafoclimáticas, exercendo elevada importância na economia mundial. Atualmente, é utilizado na alimentação humana, na ração de animais domésticos, na ornamentação e na produção de biocombustíveis (MORGADO et al., 2002).

Apesar da relevância do girassol no contexto atual brasileiro e da sua adaptação aos mais variados tipos de solo e clima, o sucesso do seu cultivo nas áreas semiáridas, a exemplo de muitas outras culturas, está condicionado ao uso da tecnologia da irrigação (OLIVEIRA et al., 2010). Logo, trabalhos voltados para o estudo do efeito da salinidade da água devem ser conduzidos visto que a salinidade pode prejudicar o crescimento e a produção de muitas plantas não alimentícias, como mamona - *Ricinus comunis*, nim - *Azadirachta indica* (FREIRE et al., 2010), noni - *Morinda citrifolia* (NIVAS et al., 2011), pinhão-manso - *Jatropha curcas* (CAVALCANTE et al., 2011) e inclusive o girassol (SILVA et al., 2009; NOBRE et al., 2010) que, conforme Ayers & Westcot (1999) é moderadamente tolerante aos sais.

Os efeitos dos sais sobre as plantas podem ser refletidos na diminuição da absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos comprometendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas. No solo, os efeitos negativos da salinização e sodificação são desestruturação, aumento da densidade aparente e da retenção de água, redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos e diminuição da fertilidade (RHOADES et al., 2000). O

aumento do teor salino da água ou do solo baixa o potencial osmótico da solução reduzindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas (RICHARDS, 1954). Nas plantas, a intensidade desses efeitos depende de outros fatores, tais como: espécie, cultivar, estágio fenológico da cultura, tipos dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural, qualidade da água de irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER & DAVENPORT, 2003; ASHRAF & HARRIS, 2004; MUNNS & TESTER, 2008).

Nas atividades agrícolas os efeitos da salinidade do solo não são restritos apenas à qualidade das águas de irrigação ou à natureza mineralógica dos solos. Há casos também na literatura sobre a importância da interação da salinidade da água com a adubação mineral, tanto nos aspectos da elevação do teor salino no solo como na atenuação dos efeitos dos sais da água ou do solo às plantas. Nesse contexto, o nitrogênio que promove o crescimento e está contido em moléculas de substâncias vitais como aminoácidos, vitaminas, enzimas, coenzimas das plantas (FLORES et al., 2001), pode contribuir para a redução dos efeitos da salinidade nas plantas sensíveis e moderadamente sensíveis. Este nutriente desempenha função essencial ao metabolismo e à nutrição da cultura do girassol; sua deficiência pode causar desordem nutricional com queda na produção e o excesso do macronutriente pode prejudicar o rendimento de óleo (BISCARO et al., 2008).

O girassol apresenta características viáveis economicamente do ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, qualidade de semente e quantidade de óleo produzido. Essas características evidenciam a possibilidade de aumento da renda dos produtores, sobretudo após a decisão do governo brasileiro de introduzir o biodiesel na matriz energética nacional com a adição de óleo extraído de algumas plantas ao óleo diesel comercial (SILVA et al., 2007).

Diante do exposto o presente trabalho teve, como objetivo, avaliar o crescimento do girassol em função da salinidade da água de irrigação no solo com adubação nitrogenada.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, durante o período de 10 de novembro de 2011 a 15 de fevereiro de 2012, no Sítio Macaquinhos, localizado a 8 km ao Sul do município de Remígio, Estado da Paraíba. O município pertence à microrregião do Curimataú Ocidental e se situa nas coordenadas geográficas 6°53'00"S e 36°02'00" W, com altitude média de 470 m. A classificação do solo da área experimental é Neossolo Quartzarênico Eutrófico cuja caracterização física e química nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm foi realizada (Apêndices 1, 2 e 3) utilizando-se as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 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>), com três repetições. Cada parcela correspondeu às dimensões de 4,0 x 3,0 m totalizando 12 m<sup>2</sup>, tendo 30 plantas por unidade experimental, no espaçamento de 0,40 m entre plantas e de 1,0 m entre linhas. A variedade de girassol utilizada no experimento foi a cv. EMBRAPA 122 V-2000 cujas sementes foram fornecidas pela EMBRAPA Soja, Londrina-Paraná.

O preparo da área constou de três gradagens sendo duas aradoras na profundidade de 30 cm de corte e uma niveladora. Foram incorporados as fileiras, 15 kg de esterco bovino por parcela, 30 dias antes do plantio. A adubação em 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 oriundo do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada na forma de ureia 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 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura, divididos em duas aplicações iguais aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas.

O preparo da água foi feito dentro de cinco recipientes com capacidade de 3000 L e para os níveis de salinidade das águas, o NaCl foi adicionado à água proveniente de um açude com CEa de 0,15 dS m<sup>-1</sup> localizado próximo ao local do experimento sendo que as quantidades utilizadas no preparo das águas de irrigação foram determinadas conforme Rhoades et al. (2000), de forma a se obter a CEa do respectivo tratamento conferindo-se o seu valor com auxílio de um condutivímetro portátil. A irrigação foi

realizada a cada dois dias, pelo sistema de irrigação localizado por gotejamento, usando-se fita gotejadora com vazão de 6,0 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 7,0 m.c.a. A lâmina de água de irrigação foi calculada com base na ETo estimado utilizando dados da estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada à 8 km de distância em linha reta da área experimental e no Kc da cultura (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-se as três plantas mais vigorosas por cova e aos 15 DAE efetuou-se novo desbaste mantendo-se apenas uma planta por cova. Aos 30 DAE foram realizadas uma capina manual para controlar as plantas daninhas e uma pulverização com inseticida Provado 200 Sc® na dosagem de 0,35 L ha<sup>-1</sup> em 100 L de água para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

As avaliações foram realizadas quinzenalmente, em duas plantas por parcelas (sempre nas mesmas plantas) aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE. Foram medidos a altura de plantas, com trena milimetrada, o diâmetro caulinar, com paquímetro digital de precisão 1:50 e a contagem do número de folhas, considerando-se comprimento mínimo de 0,03 m, e a medição do comprimento das folhas para o cálculo da área foliar, pelo método não destrutivo, empregando-se a metodologia proposta por Maldaner et al. (2009) através da expressão:  $AF = 0,1328 \times C^{2,5569}$ , em que: AF é a área foliar e C é o comprimento da nervura central da folha de cada planta.

Os dados obtidos foram avaliados mediante 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-se o software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, os efeitos isolados dos fatores salinidade da água de irrigação no diâmetro do caule aos 60 e 75 DAE e na altura de plantas aos 45, 60 e 75 DAE foram significativos ( $p < 0,05$ ), enquanto a adubação nitrogenada exerceu efeito significativo em todas as épocas, com exceção da altura de plantas, aos 30 DAE (Tabela 1). A interação entre a salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, não exerceu efeitos significativos sobre o crescimento do girassol avaliado

pelo diâmetro caulinar e pela altura das plantas, em nenhum período de avaliação, indicando que as plantas irrigadas com diferentes CE da água de irrigação tiveram comportamento semelhante quando foram submetidas as diferentes doses de nitrogênio e vice-versa.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente ao diâmetro caulinar (DC) e altura de plantas (AP) de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após emergência - DAE				
		15	30	45	60	75
<b>Diâmetro de caule</b>						
Salinidade (S)	4	1,279 <sup>ns</sup>	12,520 <sup>ns</sup>	25,532 <sup>ns</sup>	43,528 <sup>*</sup>	44,309 <sup>*</sup>
Reg. Linear	1	-	-	-	127,723 <sup>**</sup>	129,979 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	1,110 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>
Desvio	1	-	-	-	22,639 <sup>ns</sup>	29,685 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	8	0,631	3,913	7,149	9,629	9,568
Blocos	2	1,793 <sup>ns</sup>	9,773 <sup>ns</sup>	1,782 <sup>ns</sup>	0,857 <sup>ns</sup>	0,642 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	4,318 <sup>**</sup>	32,981 <sup>**</sup>	43,072 <sup>**</sup>	30,746 <sup>**</sup>	28,820 <sup>*</sup>
Reg. Linear	1	12,607 <sup>**</sup>	96,696 <sup>**</sup>	127,466 <sup>**</sup>	88,346 <sup>**</sup>	82,950 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	0,134 <sup>ns</sup>	1,581 <sup>ns</sup>	0,040 <sup>ns</sup>	1,908 <sup>ns</sup>	2,521 <sup>ns</sup>
Desvio	1	0,213 <sup>ns</sup>	0,668 <sup>ns</sup>	1,710 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>4ns</sup>	0,750 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	30	0,595	4,309	6,143	7,823	7,622
Interação (S x N)	12	0,382 <sup>ns</sup>	1,663 <sup>ns</sup>	10,098 <sup>ns</sup>	15,631 <sup>ns</sup>	15,332 <sup>ns</sup>
CV1 (%)		17,56	14,13	12,77	13,88	13,86
CV2 (%)		17,04	14,82	11,84	12,51	12,37
<b>Altura de plantas</b>						
Salinidade (S)	4	9,308 <sup>ns</sup>	127,341 <sup>ns</sup>	1151,410 <sup>*</sup>	1848,129 <sup>*</sup>	1786,233 <sup>*</sup>
Reg. Linear	1	-	-	3716,530 <sup>**</sup>	7071,812 <sup>**</sup>	6851,489 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	1,546 <sup>ns</sup>	-
Desvio	1	-	-	-	159,57 <sup>ns</sup>	-
Resíduo 1	8	18,335	147,624	209,172	366,522	338,767

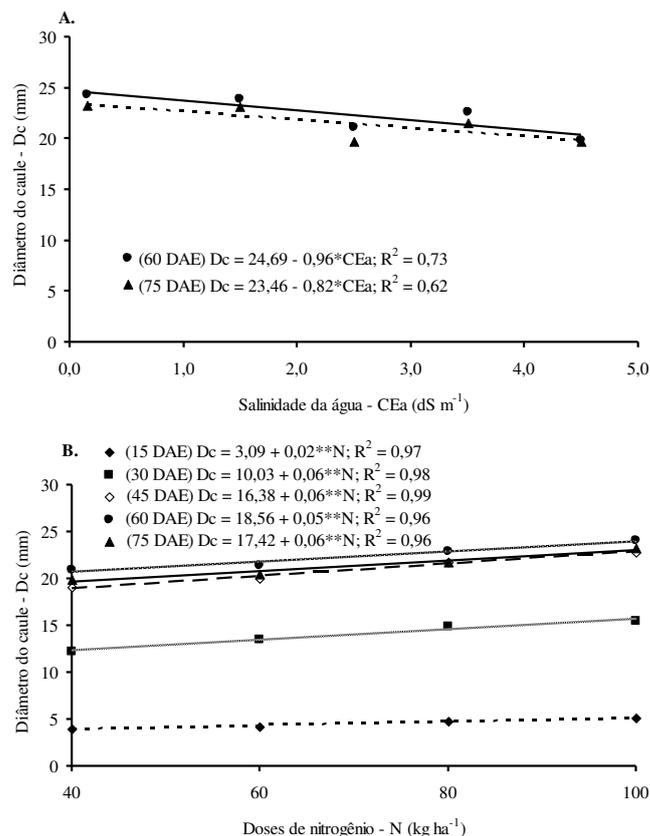
### Capítulo III - Pesquisas realizadas no primeiro ciclo

Blocos	2	12,585 <sup>ns</sup>	40,616 <sup>ns</sup>	227,329 <sup>ns</sup>	171,450 <sup>ns</sup>	147,387 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	19,058 <sup>*</sup>	287,691 <sup>ns</sup>	789,726 <sup>**</sup>	416,744 <sup>*</sup>	390,281 <sup>*</sup>
Reg. Linear	1	51,294 <sup>**</sup>	-	2288,040 <sup>**</sup>	473,763 <sup>*</sup>	-
Reg. Quadrática	1	0,900 <sup>ns</sup>	-	-	601,666 <sup>*</sup>	561,04 <sup>*</sup>
Desvio	1	4,979 <sup>ns</sup>	-	-	174,80 <sup>ns</sup>	-
Resíduo 2	30	5,367	125,226	137,604	110,997	118,780
Interação (S x N)	12	5,501 <sup>ns</sup>	82,651 <sup>ns</sup>	138,354 <sup>ns</sup>	172,695 <sup>ns</sup>	183,275 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	33,06	27,12	12,64	15,29	14,77
CV2 (%)	-	17,89	24,98	10,25	8,41	8,75

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

O diâmetro caulinar das plantas foi reduzido a nível de 0,96 e 0,82 mm por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação, aos 60 e 75 DAE (Figura 1A). Tendências decrescentes para diâmetro também foram registradas por Travassos et al. (2009) após irrigarem plantas de girassol (cv. EMBRAPA 122 V-2000) com águas salinas de 1 a 5 dS m<sup>-1</sup> que registraram decréscimos lineares de 0,15 e 0,62 mm no diâmetro caulinar aos 18 e 28 DAE por aumento unitário da condutividade elétrica.

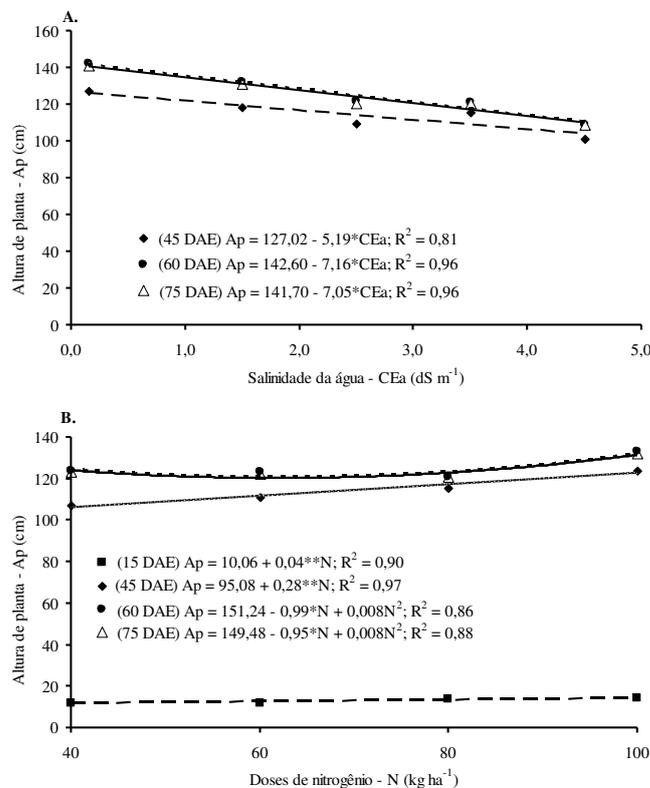
O aumento das doses de nitrogênio estimulou linearmente o crescimento em diâmetro do caule do girassol avaliado aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE, com valores estimados de 0,02; 0,06; 0,06; 0,05 e 0,06 mm por aumento unitário de doses de nitrogênio aplicadas ao solo (Figura 1B). Resultados de aumento do diâmetro do caule do girassol foram constatados por Abbadi et al. (2008) ao avaliarem o suprimento de nitrogênio de 0,5 a 4 g vaso<sup>-1</sup> em ambiente protegido. Observa-se, ainda, nas Figuras 1A e 1B que aos 60 DAE o crescimento do diâmetro do caule supera o observado aos 75 DAE; essa tal redução no crescimento ocorre devido, provavelmente à perda de água no processo fisiológico de maturação da planta de girassol.



**Figura 1.** Diâmetro do caule de planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE (B)

Como constatado para o diâmetro do caule (aos 60 e 75 DAE), o crescimento das plantas em altura também foi reduzido linearmente com o aumento da salinidade nas proporções de 5,19; 7,16 e 7,05 cm, aos 45, 60 e 75 DAE, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 2A). Ao longo do ciclo da cultura o aumento das doses de nitrogênio de 40 para 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> provocou inibição do crescimento das plantas, em altura, atingindo os 60 e 75 DAE, basicamente o mais baixo valor (121 cm), nas doses estimadas de nitrogênio de 61,2 e 59,4 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e de aproximadamente 130 cm sob a dose 100 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2B). Os resultados encontrados principalmente com relação aos primeiros dias, estão de acordo com aqueles obtidos por Fagundes et al. (2007) em estudo sobre os efeitos de doses de nitrogênio no desenvolvimento do girassol ornamental, quando registraram que as maiores doses de N também proporcionaram maior comprimento de caule. Por outro lado, divergem daqueles obtidos por Ivanoff et al. (2010) ao concluírem que o aumento

das doses de nitrogênio não estimulou o crescimento das plantas, em altura, aos 40 dias após a emergência.



**Figura 2.** Altura de planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 45, 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 45, 60 e 75 DAE (B)

Com base na análise de variância, a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo no número de folhas aos 30 e 75 DAE e na área foliar em todas as épocas, exceto aos 15 DAE enquanto que a adubação nitrogenada afetou, de forma significativa, o número de folhas aos 15 e 30 DAE e a área foliar em todas as épocas de avaliação, exceto aos 75 DAE. Com relação à interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, observou-se efeito significativo ( $p < 0,01$ ) apenas para área foliar, aos 15 DAE (Tabela 2).

### Capítulo III - Pesquisas realizadas no primeiro ciclo

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF) e à área foliar (AF) de plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após emergência - DAE				
Número de folhas		15	30	45	60	75
Salinidade (S)	4	0,858 <sup>ns</sup>	8,833 <sup>*</sup>	0,535 <sup>ns</sup>	2,681 <sup>ns</sup>	40,139 <sup>*</sup>
Reg. Linear	1	-	17,107 <sup>*</sup>	-	-	117,861 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	0,273 <sup>ns</sup>	-	-	0,504 <sup>ns</sup>
Desvio	1	-	8,976 <sup>*</sup>	-	-	21,095 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	8	0,917	1,861	3,594	2,493	6,183
Blocos	2	3,079 <sup>ns</sup>	4,429 <sup>ns</sup>	0,579 <sup>ns</sup>	1,962 <sup>ns</sup>	36,037 <sup>*</sup>
Nitrogênio (N)	3	5,661 <sup>**</sup>	25,081 <sup>*</sup>	6,977 <sup>ns</sup>	3,411 <sup>ns</sup>	3,570 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	16,803 <sup>**</sup>	63,020 <sup>**</sup>	-	-	-
Reg. Quadrática	1	0,016 <sup>ns</sup>	11,704 <sup>ns</sup>	-	-	-
Desvio	1	0,163 <sup>ns</sup>	0,520 <sup>ns</sup>	-	-	-
Resíduo 2	30	1,250	5,913	4,219	5,093	11,870
Interação (S x N)	12	0,855 <sup>ns</sup>	3,408 <sup>ns</sup>	2,321 <sup>ns</sup>	2,581 <sup>ns</sup>	7,456 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	15,25	6,75	8,48	7,63	14,56
CV2 (%)	-	17,79	12,03	9,18	10,90	20,18
<b>Área foliar</b>						
Salinidade (S)	4	4208,9 <sup>ns</sup>	1845610,3 <sup>*</sup>	8095976,2 <sup>**</sup>	15143292,1 <sup>**</sup>	18196707,6 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	-	4008923,7 <sup>*</sup>	19905234,4 <sup>**</sup>	46123823,8 <sup>**</sup>	61643728,2 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	81348,4 <sup>ns</sup>	71770,1 <sup>ns</sup>	55659,6 <sup>ns</sup>	1252293,2 <sup>ns</sup>
Desvio	1	-	6198661,0 <sup>ns</sup>	243517,7 <sup>ns</sup>	7196842,5 <sup>ns</sup>	494540,4 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	8	1302,6	441529,5	1023703,4	1112184,5	1490574,6
Blocos	2	3989,4 <sup>ns</sup>	154045,5 <sup>ns</sup>	1439091,7 <sup>ns</sup>	1860045,8 <sup>ns</sup>	7737700,9 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	24306,7 <sup>**</sup>	2523093,3 <sup>**</sup>	6705778,3 <sup>**</sup>	6167743,0 <sup>*</sup>	7041778,5 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	71077,7 <sup>**</sup>	6872800,4 <sup>**</sup>	19802047,3 <sup>**</sup>	17985481,2 <sup>**</sup>	-
Reg. Quadrática	1	3,484 <sup>ns</sup>	-	71770,1 <sup>ns</sup>	4010,9 <sup>ns</sup>	-
Desvio	1	1839,6 <sup>ns</sup>	-	243517,7 <sup>ns</sup>	513736,8 <sup>ns</sup>	-
Resíduo 2	30	618,5	426422,1	1459928,9	2073744,0	3096998,5

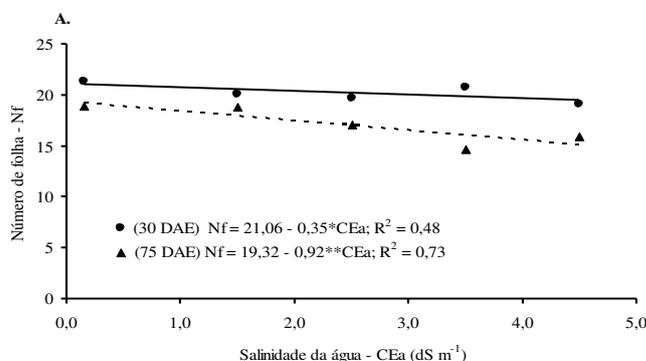
### Capítulo III - Pesquisas realizadas no primeiro ciclo

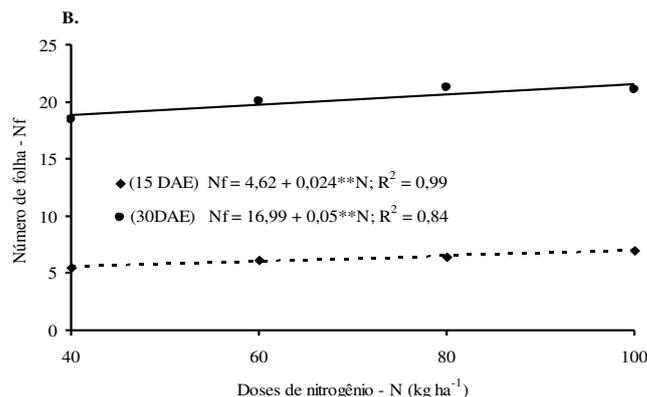
Interação (S x N)	12	1912,5**	481956,1 <sup>ns</sup>	1932185,6 <sup>ns</sup>	3398862,2 <sup>ns</sup>	2789291,4 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	24,5	27,1	19,5	17,6	21,8
CV2 (%)	-	16,9	26,6	23,3	24,0	31,4

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

Conforme as equações de regressão (Figura 3A) o aumento da salinidade inibiu linearmente o número de folhas do girassol com decréscimo de 1,66% e 4,76%, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação aos 30 e aos 75 DAE, respectivamente. Observa-se que o número de folhas aos 75 DAE é menor que aos 30 DAE; esta redução pode estar relacionada ao período de senescência das folhas.

A adubação nitrogenada estimulou linearmente a emissão foliar (Figura 3B) a níveis de 25,8 e 15,8% aos 15 e aos 30 DAE, nos intervalos de 40 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Nesses períodos foram aplicados apenas 2/3 das doses de N sendo 1/3 no semeio e a outra parte aos 20 DAE. Esses resultados estão coerentes com os de Oliveira et al. (2010) que concluíram que o aumento das doses de nitrogênio inibe os efeitos depressivos da salinidade no desenvolvimento inicial do girassol.

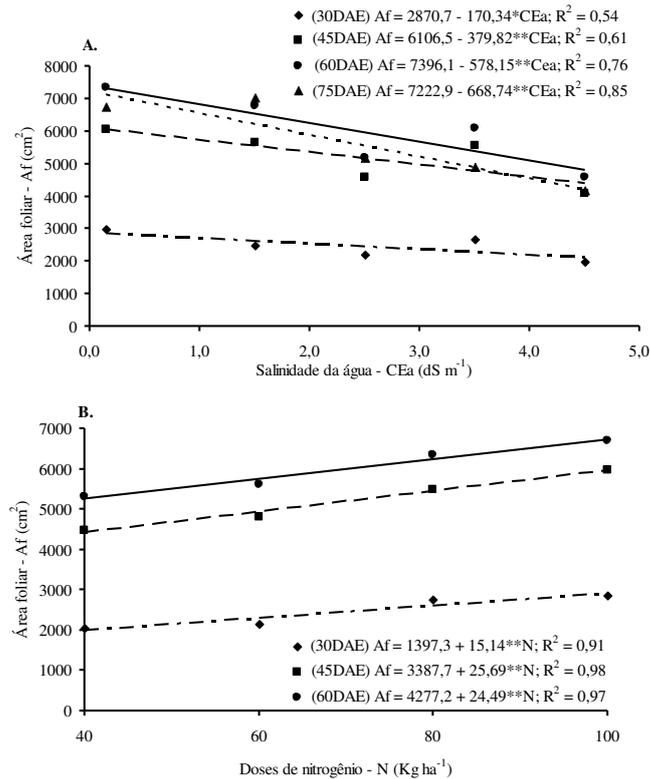




**Figura 3.** Número de folhas das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15 e 30 DAE (B)

Tal como verificado para o número de folhas, o aumento da salinidade das águas de irrigação também prejudicou a área foliar do girassol (Figura 4A). Os valores estimados decresceram em níveis de 5,93; 6,22; 7,82 e 9,26% aos 30, 45, 60 e 75 DAE, respectivamente, por aumento unitário da salinidade da água de irrigação. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Silva et al. (2009) que observaram redução de 37% na área foliar das plantas irrigadas com água com salinidade 3,5 dS m<sup>-1</sup> em relação às plantas irrigadas com água de salinidade 0,15 dSm<sup>-1</sup>. Segundo Tester & Davenport (2003), o decréscimo da área foliar das plantas em condições salinas pode estar relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino diminuindo a superfície transpirante; desta forma, a redução da área foliar sob tais condições é importante para a manutenção do potencial hídrico elevado na planta obtido através da diminuição na transpiração.

De forma análoga à de número de folhas, a adubação nitrogenada promoveu maior área foliar com acréscimo de 32,15, 34,89 e 27,55% aos 30, 45 e 60 DAE por aumento unitário das doses de nitrogênio (Figura 4B). Oliveira et al. (2010) verificaram, estudando o efeito das fontes de nitrogênio utilizando o sulfato de amônio na adubação da cultura do girassol, aumento na área foliar da ordem de 15,5 e 13,2%.

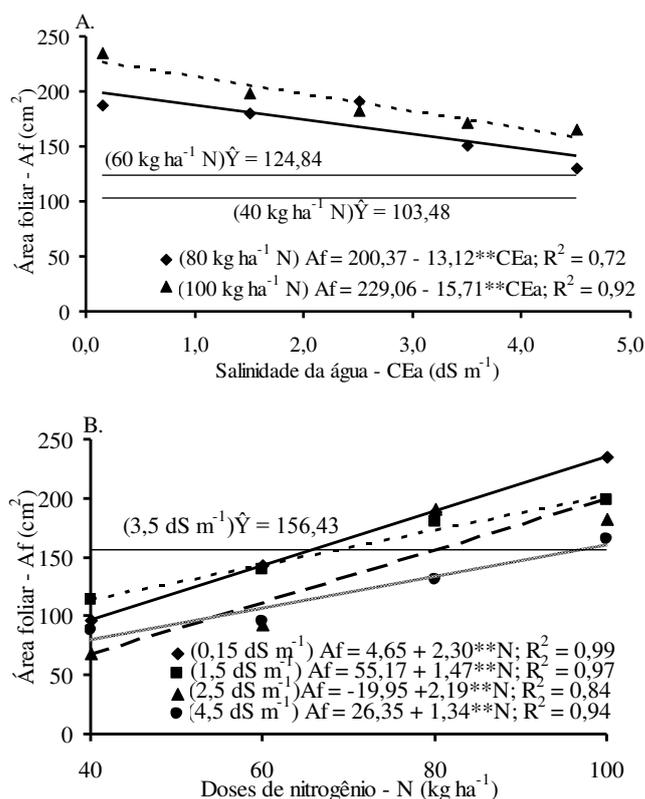


**Figura 4.** Área foliar das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30, 45, 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 30, 45 e 60 DAE (B)

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (Figura 5A) indicou resultados significativos para as doses 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, de forma linear decrescente, de modo que a área foliar das plantas cultivadas com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N foi maior comparada com aquela proveniente de plantas adubadas com 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, deixando claro que o nitrogênio atenua os efeitos da salinidade da água de irrigação.

Para o fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (Figura 5B), verificou-se que os níveis de salinidade 0,15; 1,5; 2,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> apresentaram resultados significativos de forma linear crescente. Observa-se que a área foliar das plantas adubadas com 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio mostrou-se superior à área foliar das plantas adubadas com 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, para todos os intervalos estudados da condutividade elétrica da água de irrigação tendo em vista que neste período de avaliação de 15 DAE foi aplicado apenas 1/3 da adubação nitrogenada; tendência

decrecente ocorreu para a área foliar das plantas em função do aumento dos níveis de salinidade de 0,15 para 4,5 dS m<sup>-1</sup>. Oliveira et al. (2010) não registraram, estudando em ambiente protegido, a interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol, aos 40 DAS, efeitos significativos entre os fatores sobre a área foliar.



**Figura 5.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente a área foliar aos 15 DAE

## CONCLUSÕES

1. O crescimento do girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000, avaliado pela altura, diâmetro caulinar, número de folhas e área foliar das plantas são inibidos pelo aumento da salinidade da água de irrigação;

2. A área foliar é a variável do girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000, mais sensível à salinidade da água de irrigação;
3. O nitrogênio atenua os efeitos da salinidade da água de irrigação às plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABBADI, J.; 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.

ASHRAF M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, v.166, n.1, p.3-16, 2004.

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

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, n.5, p.1366-1373, 2008.

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*, v.16, n.3, p.288-300, 2011.

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

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.

FAGUNDES, J.D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A. M.; BELLÉ, R. A.; STRECK, N. A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso: fontes e doses. *Ciência Rural*, v.37, n.4, p.987-993, 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. 32p

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. *Journal of Plant Nutrition*, 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*, v.20, n.2, p. 207-215, 2010.

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*, v.41, n.3, p.319-325, 2010.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. *Ciência Rural*, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.

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

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. v.59, n.1, p.651-681, 2008.

NIVAS, D.; GOIKWAD, D. K.; CHAVAN, P. D. Physiological responses of two *Morinda* species under saline conditions. *American Journal of Plant Physiology*, v.6, n.3, p.157-161, 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*, v.41, n.3, p.358-365, 2010.

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, n.4, p.479-484, 2010.

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

RICHARDS, L. A. Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos. México, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).

SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P.; LIMA, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.5, p.482-488, 2007.

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*, v.56, n.5, p.602-610, 2009.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, n.03, p.503-527, 2003.

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

### III.2. Componentes de produção e rendimento do girassol sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada

**RESUMO** - O uso de água salobra na irrigação e a adubação nitrogenada, contribuem para a expansão do cultivo do girassol. Neste contexto objetivou-se avaliar os componentes de produção e o rendimento de plantas do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, sob diferentes níveis de salinidade de água (CEa) e doses de nitrogênio, em experimento conduzido em condições de campo no município de Remígio, Paraíba, entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012. Usou-se um delineamento em blocos casualizado analisado em parcelas subdivididas 5 x 4, referentes a cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e a quatro doses de nitrogênio (40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>), com três repetições e 30 plantas por parcela. A produtividade em aquênios e o rendimento em óleo, a fitomassa seca do capítulo sem aquênios e a fitomassa do capítulo com aquênios do girassol, decresceram linearmente com o aumento da salinidade das águas a partir de 0,15 dS m<sup>-1</sup> e aumentaram de forma linear e positivamente pela adubação nitrogenada, com exceção da fitomassa seca do capítulo sem aquênios, enquanto o efeito interativo foi significativo para as variáveis diâmetro do capítulo e fitomassa do capítulo com aquênios indicando efeito decrescente para o fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada doses de nitrogênio e linear crescente para o fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação. A melhor dose de N para a produtividade em aquênios e no rendimento em óleo de sementes do girassol, foi de 100 kg ha<sup>-1</sup>.

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

#### **Production components and yield of sunflower under different water salinity irrigation and doses of nitrogen fertilization**

**ABSTRACT** - The use of brackish water for irrigation and nitrogen fertilization contribute to the expansion of the cultivation of sunflower. In this context aimed to evaluate yield components and yield of sunflower plants, cv. EMBRAPA 122 V-2000, under different salinity of irrigation water (ECa) and nitrogen fertilization were evaluated in field experiment conducted in the municipality of Remigio - PB during

November 2011 and February 2012. We used an experimental design in randomized blocks analyzed in split plot 5 x 4, referring to five salinity levels of irrigation water (0.15, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) and four nitrogen levels (40, 60, 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications and 30 plants per plot. The productivity in achenes and oil yield, the dry matter of the chapter and the chapter sunflower biomass decreased linearly with increasing water salinity from 0.15 dS m<sup>-1</sup> and increased linearly and positively by nitrogen fertilization, with exception of the dry matter of the chapter; while the interaction effect was significant for the diameter and biomass of the chapter, indicating decreasing effect for the factor levels of salinity of irrigation water within each nitrogen and increasing linear for doses of nitrogen factor within each level of salinity of irrigation water. The best dose of N for productivity in achenes and oil yield of sunflower was 100 kg ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** *Helianthus annuus L.* Salinity. Nitrogen. Oil.

## INTRODUÇÃO

O aumento da área cultivada em regiões áridas e semiáridas, é na grande maioria dos casos, limitado pela escassez volumétrica de recursos hídricos e pelo elevado teor de sais nas águas com reflexos negativos no crescimento e na produção da maioria das plantas cultivadas. Esta situação conforme SILVA et al. (2011) e DIAS et al. (2011) evidencia a necessidade de utilização de águas salobras na agricultura, ante o que tornam imprescindíveis os avanços nas pesquisas para geração e adoção de tecnologias que permitam o uso de águas salinas no cultivo de plantas oleaginosas para a produção de energia renovável.

A salinidade provoca efeitos que comprometem a absorção de água e promovem 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 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 salinidade das águas disponíveis para irrigação com a fertilização nitrogenada tem resultado numa forma compensatória da redução 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 para as plantas, como aminoácidos, proteínas e 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 desde 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 é inferior 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. Citam-se, como exemplo, o milho e o trigo para a obtenção de bioetanol e o girassol com vista a produção de biocombustível (RODRIGUES et al., 2010).

O girassol é 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).

Diante da importância da cultura do girassol para o desenvolvimento do semiárido nordestino e da necessidade do uso de águas moderadamente salinas e salinas na irrigação e da participação do nitrogênio no crescimento nas plantas, objetivou-se avaliar a produção e o rendimento do girassol, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, durante o período de 10 de novembro de 2011 a 15 de fevereiro de 2012, no Sítio Macaquinhos, localizado a 8 km ao Sul do município de Remígio, Estado da Paraíba. O município pertence à microrregião do Curimataú Ocidental e se situa nas coordenadas geográficas 6°53'00"S e 36°02'00" W, com altitude média de 470 m. A classificação do solo da área experimental é Neossolo Quartezarênico Eutrófico cuja caracterização física e química na camada de 0 - 20 e 20 - 40 cm foi realizada (Apêndices 1, 2 e 3) utilizando-se as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 5 x 4, referentes 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>), com três repetições. Cada parcela correspondeu às dimensões de 4,0 x 3,0 m totalizando 12 m<sup>2</sup>, tendo 30 plantas por unidade experimental, no espaçamento de 0,40 m entre plantas e de 1,0 m entre linhas. A variedade de girassol utilizada no experimento foi a EMBRAPA 122 V-2000.

O preparo da área constou de três gradagens, sendo duas aradora na profundidade de 30 cm de corte e uma niveladora. Foram incorporados às fileiras, 15 kg de esterco bovino por parcela, 30 dias antes do plantio. A adubação em 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 na forma de ureia foi aplicada conforme os tratamentos e a adubação potássica a 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 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura divididos em duas aplicações iguais aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas.

O preparo da água foi feito dentro de cinco recipientes com capacidade de 3000 L e para os níveis de salinidade das águas se utilizou NaCl adicionado à água proveniente de um açude com CEa de 0,15 dS m<sup>-1</sup> localizado próximo ao local do experimento, sendo que as quantidades utilizadas no preparo das águas de irrigação foram determinadas conforme Rhoades et al. (2000), de forma a se obter a CEa do respectivo tratamento conferindo-se o seu valor com auxílio de um condutivímetro portátil. A irrigação foi realizada a cada dois dias pelo sistema de irrigação localizado

por gotejamento usando-se fita gotejadora com vazão de  $6,0 \text{ L h}^{-1}$ . A lâmina de água de irrigação foi calculada com base na ETo estimado utilizando-se dados da estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada à 8 km de distância em linha reta da área experimental e no Kc da cultura (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 novo desbaste mantendo-se apenas uma planta por cova. Aos 30 DAE foram realizadas uma capina manual para controlar as plantas daninhas e uma pulverização com inseticida Provado 200 Sc na dosagem de  $0,35 \text{ L ha}^{-1}$  em 100 L de água para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

A colheita foi realizada aos 90 dias após a emergência (DAE) e se determinou o número total de aquênios (NTA) pela contagem manual de todos os aquênios do capítulo; foram contados os números 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 encontrar 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 pela produção das 24 plantas de cada parcela, com teor de umidade dos aquênios de 13 %; o teor de óleo foi realizado na Embrapa Algodão, com base em metodologias de Paz (1996) enquanto o rendimento do óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi calculado pela equação:

$$R = P \times TO$$

Onde R = rendimento em óleo; P = produtividade; TO = teor de óleo

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' a nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade e nos casos de efeitos significativos, realizou-se análise de regressão polinomial utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras) (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas análises de variância os níveis de salinidade da água de irrigação e a variação das doses de adubação nitrogenadas de forma isolada não ocasionaram efeito estatístico para as variáveis número total de aquênios (NTA), porcentagem de aquênios viáveis (%AV), porcentagem da fitomassa dos aquênios viáveis (%FAV) e fitomassa de mil aquênios (F1000A), com exceção do diâmetro do capítulo (DCAP) com significância ( $p < 0,01$ ) para efeito salino que não obteve efeito significativo para o fator dose de adubação nitrogenada (Tabelas 3). Verifica-se, também, não haver efeito significativo pelo teste F na interação entre os fatores estudados (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada), com exceção para diâmetro do capítulo obtendo efeito significativo a ( $p < 0,05$ ), indicando que as doses de N influenciam nos níveis de salinidade da água de irrigação para algumas variáveis, e outras não.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente ao 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, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

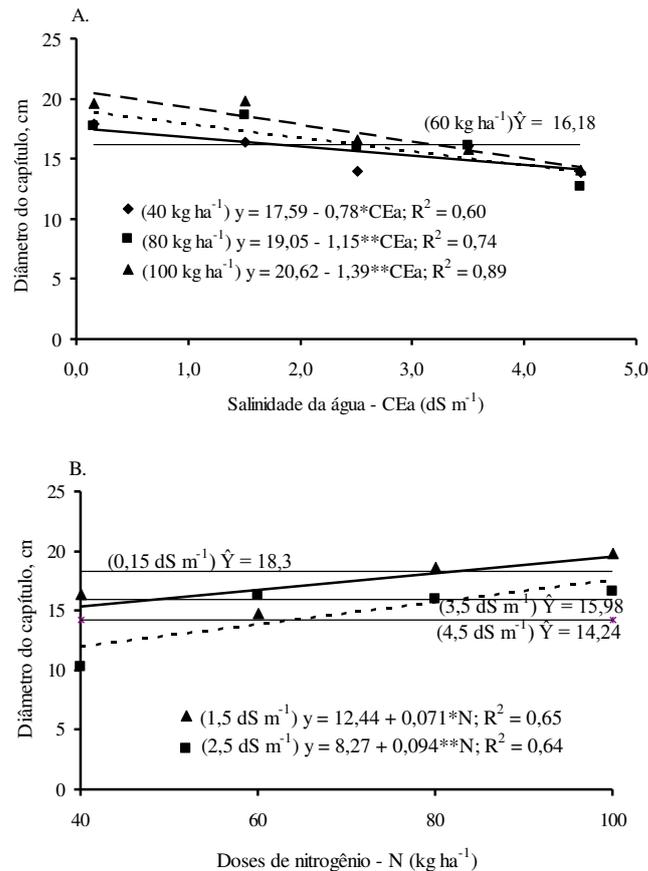
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		NTA	% AV	%FAV	F1000A	DCAP
Salinidade (S)	4	204136,20 <sup>ns</sup>	20,82 <sup>ns</sup>	28,29 <sup>ns</sup>	52,58 <sup>ns</sup>	35,03**
Reg. Linear	1	-	-	-	-	111,09**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	57989,48	30,20	49,67	165,97	4,79
Blocos	2	2881,40 <sup>ns</sup>	53,71 <sup>ns</sup>	18,16 <sup>ns</sup>	159,83 <sup>ns</sup>	5,82 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	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>
Resíduo 2	30	30863,73	19,31	37,09	244,03	4,55
Interação S x N	12	61574,13 <sup>ns</sup>	16,40 <sup>ns</sup>	40,49 <sup>ns</sup>	408,53 <sup>ns</sup>	9,70*
CV1 (%)		23,81	6,02	7,21	14,75	13,55
CV2 (%)		17,37	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

A ausência de efeito significativo entre os tratamentos demonstra que a cultura do girassol tolerou salinidade alta da água de irrigação, indicando que ela pode ser irrigada com água de CE de até 4,5 dS m<sup>-1</sup> para as variáveis citadas, com exceção do diâmetro do capítulo, sem grandes prejuízos na produção da planta e que as doses de nitrogênio de forma isolada não foram suficientes para interferir nas variáveis estudadas. Santos Júnior et al. (2011) obtiveram, pesquisando o cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade efeito significativo para as variáveis número de aquênios viáveis, diâmetro do capítulo e fitomassa de mil aquênios.

Guedes Filho et al. (2012) encontraram, estudando a produção de girassol e biomassa dependendo da água disponível no solo e dos teores de nitrogênio, significância das doses de nitrogênio para as variáveis diâmetro do capítulo, número total de aquênios e porcentagem de aquênios viáveis não encontrando, porém, para fitomassa de mil aquênios. Lobo et al. (2012) constataram, estudando o efeito da adubação nitrogenada na cultura do girassol, efeito positivo para o diâmetro do capítulo e fitomassa de mil aquênios.

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para a variável diâmetro do capítulo, mostrou resultados significativos para as doses 40, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de forma linear decrescente (Figura 6A) e não significativos para a dose 60 kg ha<sup>-1</sup>. O fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação mostrou efeitos significativos para os níveis da CEa de 1,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup> apresentando resultados significativos de forma linear crescente (Figura 6B) e não significativos para os níveis da CEa de 0,15; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>.



**Figura 6.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B) correspondente à variável diâmetro do capítulo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Observa-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 crescimento na maior dose 100 kg ha<sup>-1</sup> superior em relação a todos os intervalos estudados da condutividade elétrica da água de irrigação sinalizando 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 função 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 Osmar (2010) e Oyinlola et al. (2010).

Ivanoff et al. (2010) afirmam que um manejo adequado da adubação nitrogenada pode proporcionar incrementos da ordem de 16% no diâmetro médio do capítulo do girassol. Tendência similar foi detectada no estudo com a cultura do girassol irrigada com água residuária, por Nobre et al. (2010). O que também relataram aumento do diâmetro externo e interno do capítulo pela reposição hídrica, em virtude dos nutrientes existentes na água. Lobo & 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 com aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N obtiveram média de 22,4 cm influenciando, desta maneira, na produtividade do girassol.

Em relação aos níveis de água salina, observa-se aumento do diâmetro do capítulo, 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 da variável diâmetro do capítulo. Santos Júnior et al. (2011) verificaram, estudando o cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade em ambiente protegido 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.

A salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ( $p < 0,01$ ) na produtividade em aquênios (P) 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 em relação ao 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) (Tabelas 4). Observa-se, também, que não houve efeito significativo 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 a ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância referente à produtividade (P), teor de óleo (TO), rendimento em óleo (RO), fitomassa seca do capítulo sem aquênios (FSCAP), fitomassa do capítulo com aquênios (FCAP) ao final do ciclo da cultura do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		P	TO	RO	FSCAP	FCAP
Salinidade (S)	4	180701,43**	8,58 <sup>ns</sup>	33396,01**	532,81*	3624,58*
Reg. Linear	1	592635,44**	-	113937,26**	1746,55**	10220,60**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	6241,75	3,41	3140,19	84,32	714,06
Blocos	2	158374,05**	12,93 <sup>ns</sup>	4426,65 <sup>ns</sup>	194,91 <sup>ns</sup>	498,06 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	748362,55**	25,02 <sup>ns</sup>	91610,80**	276,06 <sup>ns</sup>	2455,04**
Reg. Linear	1	2121674,80**	-	239085,51**	-	6415,06**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	46570,81	15,29	16634,63	102,76	387,93
Interação S x N	12	59844,63 <sup>ns</sup>	5,62 <sup>ns</sup>	17069,85 <sup>ns</sup>	121,54 <sup>ns</sup>	1283,71*
CV1 (%)		3,52	4,43	5,97	32,20	23,65
CV2 (%)		9,63	9,37	13,74	35,55	17,43

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

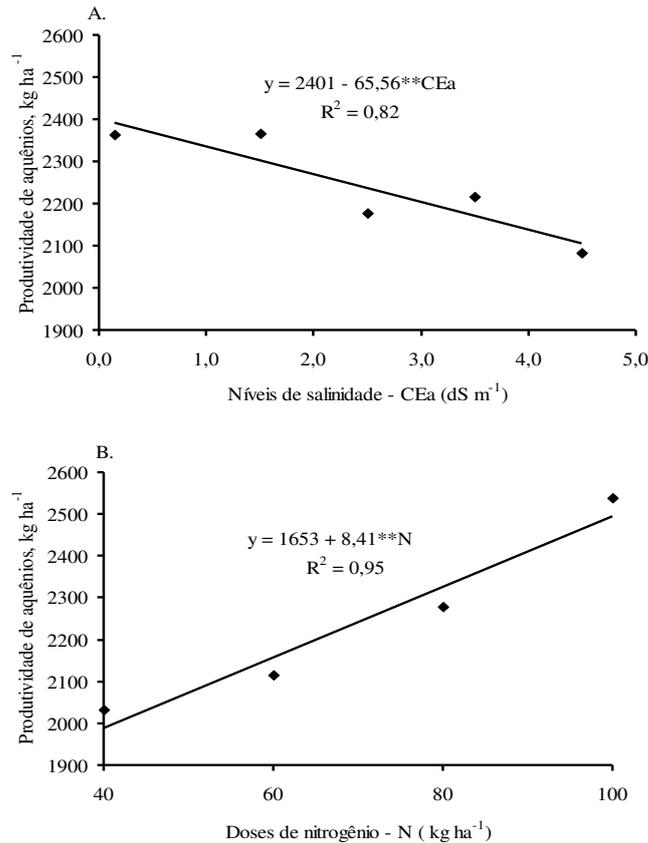
Os níveis de salinidade da água de irrigação e a variação das doses de adubação nitrogenadas isoladas não exerceram efeitos significativos sobre o teor de óleo nos aquênios (Tabela 4). Carvalho & Pissaia (2002) não constataram, avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio (0 a 125 kg ha<sup>-1</sup> de N) em cobertura no cultivo do girassol em sistema plantio direto na palha, efeito significativo da adubação sobre o teor de óleo nos aquênios de girassol. A quantidade de N foi insuficiente para afetar a variável analisada ou, por outro lado, a salinidade da água de irrigação pode ter comprometido a absorção de N devido à 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.

Os autores Smiderle et al. (2002) observaram que com o aumento das doses de N no girassol houve redução do teor de óleo e Lobo et al. (2012) constataram, estudando o efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol, que com o aumento da dose de N acima de 70 kg ha<sup>-1</sup> diminuiu o teor de óleo.

O estresse salino provocado pela água de irrigação contribui de forma negativa para o crescimento e produção das plantas enquanto fertilização com nitrogênio atenua os efeitos dos sais nas plantas devido às suas funções específicas. De acordo com Leonardo et al. (2007), em condições salinas ocorre a redução da disponibilidade de água às plantas com a redução do potencial total da água no solo; assim, a salinidade provoca um maior gasto de energia para a absorção da mesma e com relação ao nitrogênio, pesquisadores como Dantas Júnior et al. (2010) afirmam que o nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, mas sua deficiência causa desordem nutricional.

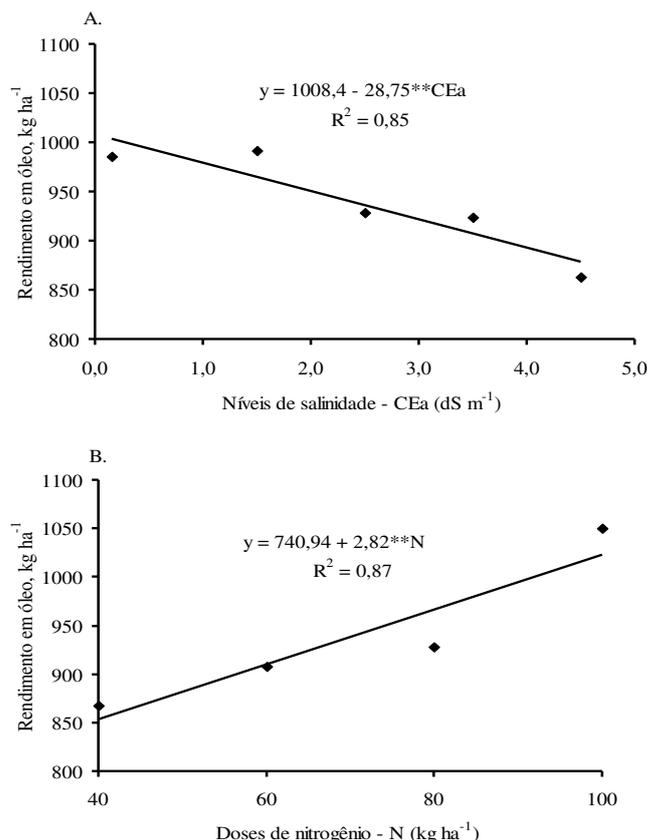
De com Arruda et al. (2002), plantas cultivadas sob estresse salino podem ter o crescimento inibido devido os efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, que tendem a reduzir a quantidade de água e nutrientes absorvidos e, como consequência, a capacidade das plantas crescerem e desenvolverem é afetada negativamente.

A salinidade da água de irrigação inibiu a produtividade dos aquênios e conforme equação de regressão (Figura 7A) verifica-se que o modelo aos quais os dados melhor se ajustaram foi o linear, ocorrendo decréscimos de 2400 kg ha<sup>-1</sup> para 2100 kg ha<sup>-1</sup> nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>; já o fator doses de nitrogênio aumentou a produtividade dos aquênios de forma linear (Figura 7B), ocorrendo acréscimo na produtividade de 2000 para 2600 kg ha<sup>-1</sup> de aquênios com aumento da dose de 40 para 100 kg ha<sup>-1</sup>. Lobo et al. (2012) obtiveram, estudando o efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol com a melhor dose (100 kg ha<sup>-1</sup>) de N uma produtividade de 3802 kg ha<sup>-1</sup>. Biscaro et al. (2008) encontraram resultados parecidos ao estudar a aplicação parcelada de nitrogênio em cobertura (0 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N) sobre a cultura do girassol em condição de campo, e obtiveram produtividade de aquênios de 2101 kg ha<sup>-1</sup>, alcançando, com a dose de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N, a máxima eficiência para produção.



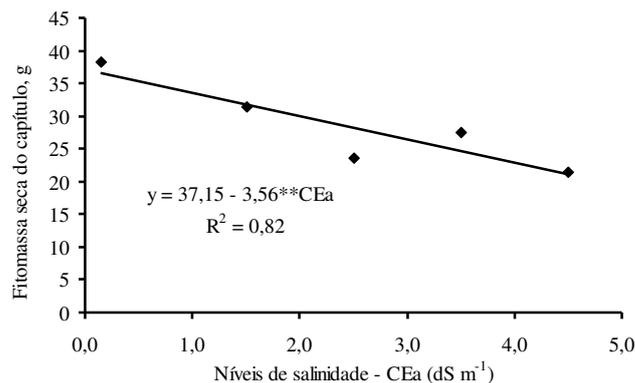
**Figura 7.** Produtividade de aquênios de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

A salinidade da água de irrigação inibiu o rendimento em óleos (RO) dos aquênios e, conforme equação de regressão (Figura 8A) verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram, foi o linear, ocorrendo decréscimos de 1000 para 850 kg ha<sup>-1</sup> nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>; já o fator doses de nitrogênio aumentou o rendimento em óleo (RO) dos aquênios de forma linear (Figura 8B), ocorrendo acréscimo no rendimento de 870 para 1070 kg ha<sup>-1</sup> com aumento do intervalo das doses de 40 para 100 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados por Lobo et al. (2012) em relação à produtividade de óleo em 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; observou-se, neste trabalho, que o teor de óleo não foi afetado pela dose de N e seu rendimento em óleo obteve aumento com o aumento da dose de nitrogênio



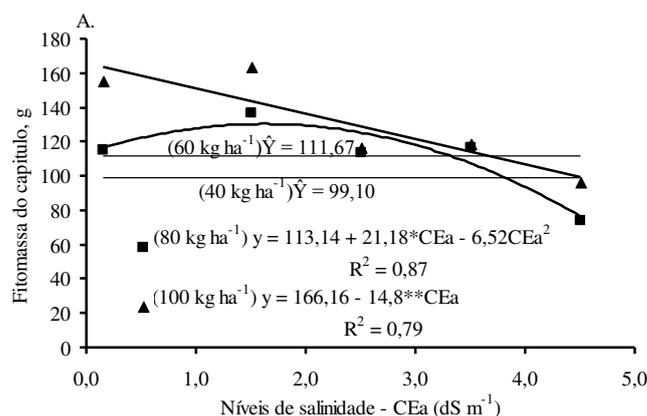
**Figura 8.** Rendimento em óleo de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

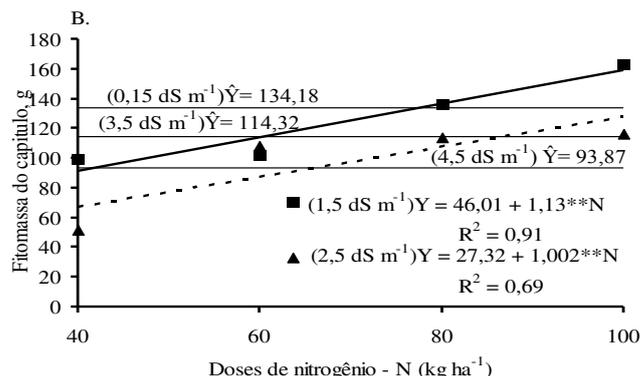
O aumento da salinidade da água de irrigação inibiu linearmente a produção de fitomassa seca do capítulo sem aquênios (FSCAP), a nível de 3,56 g por incremento unitário da condutividade elétrica da água de (Figura 9). Os resultados decresceram de 37 para 23 g planta<sup>-1</sup> entre as plantas irrigadas com água de 0,15 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> provocando perda de 37,8%. Apesar de o girassol ser moderadamente tolerante aos efeitos dos sais (AYERS & WESTCOT, 1999) o aumento do teor salino das águas nos níveis adotados comprometeu a produção de biomassa pela cultura. O efeito do aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação na redução da fitomassa seca do capítulo foi expressivo mostrando que a planta é prejudicada com a presença de sais na água. Segundo Hasegawa et al. (2000), plantas cultivadas sob estresse salino absorvem menos água em razão de terem menor capacidade de ajustamento osmótico e, como consequência, tem seu crescimento e desenvolvimento prejudicados.



**Figura 9.** Fitomassa seca do capítulo sem os aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para a variável fitomassa do capítulo com aquênios (FCAP), mostrou resultados significativos para as doses 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de forma linear decrescente para primeira e quadrática para a segunda (Figura 10A) e não significativo para as doses 40 e 60 kg ha<sup>-1</sup>. O fator doses de nitrogênio de cada nível de salinidade da água de irrigação (Figura 10B), mostrou que os níveis de 1,5 e 2,5 dS m<sup>-1</sup> apresentaram resultados significativos de forma linear crescente e não significativos para os níveis de água salina 0,15; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>.





**Figura 10.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente à variável fitomassa do capítulo com aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada

Observa-se que a fitomassa do capítulo com aquênios quando a planta foi adubada com o aumento das doses de 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, mostrou-se superior em relação todos os intervalos estudados da condutividade elétrica da água de irrigação de forma decrescente. Resultados de adubação nitrogenada no crescimento da fitomassa estão em consonância com os obtidos por Munir et al. (2007).

Foi observado tendências crescentes ocorridas em função da redução dos níveis de salinidade, ou seja, de 2,5 para 0,15 dS m<sup>-1</sup>, mostrando que o aumento da salinidade da água de irrigação prejudica o crescimento da fitomassa do capítulo com aquênios. Santos Júnior et al. (2011) encontraram valores decrescentes de 50,14 % em relação à testemunha com o aumento da CE de 4,3 dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

1. A salinidade da água de irrigação acima de 0,15 dS m<sup>-1</sup> prejudica a produtividade em aquênios, o rendimento em óleo e a fitomassa seca do capítulo sem aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000;

2. A fitomassa do capítulo com aquênios e o diâmetro do capítulo, cv. EMBRAPA 122 V 2000, são as variáveis mais sensíveis ao estresse salino;
3. A dose mais eficiente de N para a produtividade em aquênios e rendimento em óleo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, foi de 100 kg ha<sup>-1</sup>.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 of Agricultural and Enviromental Sciences*, v.8, n.4, p.397-401, 2010.

ARRUDA, F. P.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F. da; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.21-27, 2002.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB. 1999, 218p. 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*, 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*, 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 Agraria*, v.3, n.1-2, p.41-45, 2002.

DANTAS JUNIOR, E. E.; CHAVES, L. H. G.; COSTA, F. A. M.; MESQUITA, E. F.; ARAÚJO, D. L. Crescimento de duas cultivares de mamoneira adubadas com potássio, cobre e zinco. *Revista Caatinga*, v.32, n.4, p.97-107, 2010.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O. N.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I.S.R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. *Revista Ceres*, v.58, n.5, p.632-637, 2011.

DOORENBOS, L.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campinas Grande, UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

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.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. 32p

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

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 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 en available soil water and nitrogen levels. *Iranica Journal of Energy & Environment* 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*, 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*, v.41, n.3, p.319-325, 2010.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R.S.; MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. *Revista Irriga*, v.12, n.1, p.73-82, 2007.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 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*, 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*, v.39, n.2, p.441-449, 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, n.3, p.358-365, 2010.

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*, v.35, n.1, p.929-937, 2011.

OYINLOLA, E. Y.; OGUNWOLE, J.O.; AMAPU, I. Y. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen application in a Savanna Alfisol. *Helia*, v.33, n.52, p.115-126, 2010.

PAZ, L. M. Ressonância magnética nuclear (RMN), princípios e aplicações. *Óleos & Grãos*, v.7, n.33, p.32-33, 1996.

POUSA, G.; SANTOS, A. L. F.; SUAREZ, P. A. Z. History and policy of biodiesel in Brazil. *Energy Policy*, v.35, p.5393-5398, 2007.

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*, 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 Agronômica*, v.42, n.4, p.842-849, 2011.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. C. M.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.1, p.57-64, 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*, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: EMBRAPA. Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja-2001: girassol e trigo. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.33-39 (Embrapa Soja. Documentos, 218).

SOUZA, A.; OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. O boro na cultura do girassol. *Semina: Ciências Agrárias*, 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*, 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*, v.30, p.667-676, 2007.

### III.3. Acúmulo de fitomassa e estado nutricional NPK do girassol sob água salina e nitrogênio

**RESUMO** - O manejo adequado da irrigação com água de qualidade inferior e adubação nitrogenada, são práticas indispensáveis para o melhor aproveitamento da cultura do girassol e menor impacto ambiental. Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o acúmulo da fitomassa seca e o estado nutricional NPK em plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio, em experimento conduzido em condições de campo, no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012, município de Remígio, Paraíba. Usou-se um delineamento em blocos casualizado analisado em parcelas subdivididas 5 x 4, referentes a cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e a quatro doses de nitrogênio (40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>), com três repetições e 30 plantas por parcela. O aumento da salinidade da água de irrigação acima de 0,15 dS m<sup>-1</sup> afetou negativamente o acúmulo da fitomassa seca da planta aos 15, 60 e 90 dias após emergência (DAE), o teor de fósforo aos 75 DAE e positivamente o teor de nitrogênio aos 30 e 90 DAE e o aumento das doses de nitrogênio afetou positivamente a fitomassa seca, em todas as avaliações realizadas nos intervalos de 15 a 90 DAE, o teor de nitrogênio aos 15 DAE e linear e negativamente o teor de fósforo aos 60 DAE, enquanto que a interação foi significativa para o acúmulo da fitomassa seca aos 30, 45 e 75 DAE e teor de nitrogênio 60 e 90 DAE. Dentre as variáveis avaliadas o acúmulo da fitomassa seca aos 30, 45 e 75, o teor de N aos 60 e 90 DAE na planta do girassol, são as mais comprometidas com o aumento da salinidade das águas de irrigação.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Condutividade elétrica. Adubação nitrogenada.

#### **Biomass accumulation and nutritional status NPK sunflower under saline water and nitrogen**

**ABSTRACT** - Adequate management of irrigation with poor quality water and nitrogen become essential for better utilization of sunflower and lower environmental impact practices. The objective of this study was to evaluate the accumulation of dry matter and NPK nutritional status in sunflower plants, cv. EMBRAPA 122 V-2000, under different

levels of salinity of irrigation water and nitrogen, in an experiment conducted under field conditions, the period from November 2011 to February 2012, the municipality of San Remigio, Paraíba. We used an experimental design in randomized blocks analyzed in split plot 5 x 4, referring to five salinity levels of irrigation water (0.15, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) and four nitrogen levels (40, 60, 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications and 30 plants per plot. The increasing salinity of irrigation water of 0.15 dS m<sup>-1</sup> negatively affect the accumulation of dry matter of the plant to 15, 60 and 90 days after emergence (DAE); phosphorus content after 75 and positively nitrogen content at 30 and 90 DAE; and increased positive affect nitrogen dry matter of all avaliações accomplished at intervals from 15 to 90 DAE, the nitrogen content at 15 DAE while phosphorus content affected linear and negative 60 DAE, while the interaction was significant for the accumulation of dry biomass at 30, 45 and 75 DAE and nitrogen content 60 and 90 DAE. Among the variables evaluated, accumulation of dry biomass at 30, 45 and 75, the N content at 60 and 90 DAE in sunflower plant, are more committed to increasing salinity of irrigation water.

**Key words:** *Helianthus annuus L.* Electrical conductivity. Nitrogen fertilization.

## INTRODUÇÃO

O manejo adequado da irrigação com água de qualidade inferior e a adubação nitrogenada de forma correta, são imprescindíveis para o melhor aproveitamento da cultura na busca de alternativas sustentáveis para mitigar impactos ambientais. O girassol (*Helianthus annuus L.*) tem estado em evidência por se caracterizar como fonte potencial de energia renovável passando a atrair cada vez mais produtores e pesquisadores da região nordeste, tornando-se objeto de estudos que visam oportunizar formas de cultivo que potencializem sua produção.

De acordo com Nobre et al. (2008) aproveita-se do girassol todas as suas partes e dentre os seus usos estão a produção de forragem alternativa, planta melífera, ornamental, produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis (CORRÊA et al., 2008; MORGADO et al., 2002; NEVES et al., 2005; NOBRE et al., 2010).

Para Neves et al. (2009) é comum, na região semiárida brasileira, a utilização de fontes de água com alta concentração de sais, sobretudo de sódio, proporcionando

efeitos negativos sobre o solo e as plantas. Em consequência a este processo, tem-se a perda da capacidade produtiva dos solos e prejuízos socioeconômicos severos. O uso dessas águas na atividade agrícola deve estar relacionado a tolerância das culturas à salinidade e às práticas de manejo da irrigação e adubação.

A salinidade é um dos principais fatores do ambiente que limitam o crescimento e a produtividade de plantas; tal limitação é resposta das condições salinas, com redução na disponibilidade de água às plantas, em razão do abaixamento no potencial osmótico da solução do solo; assim, a planta tende a dispendar mais energia para absorver água e nutrientes (LEONARDO et al., 2003).

Com relação às exigências nutricionais desta cultura, para Biscaro et al. (2008) o nitrogênio é o segundo nutriente mais importante para a cultura do girassol limitando sua produção e proporcionando redução de até 60% na produtividade, em decorrência da sua deficiência. Dantas Júnior et al. (2010) afirmam que o nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, e a sua deficiência causa uma desordem nutricional. A absorção do nitrogênio na forma de nitrato é reduzida sob condições de salinidade; e esta redução altera a assimilação de N necessário à síntese proteica (RUBINIGG et al., 2003).

Diante do contexto objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o acúmulo da fitomassa seca e o estado nutricional NPK da planta de girassol, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, durante o período de 10 de novembro de 2011 a 15 de fevereiro de 2012, no Sítio Macaquinhos, localizado a 8 km ao Sul do município de Remígio, Estado da Paraíba. O município pertence à microrregião do Curimataú Ocidental e se situa nas coordenadas geográficas 6°53'00``S e 36°02'00`` W, com altitude média de 470 m. A classificação do solo da área experimental é Neossolo Quartezarênico Eutrófico cuja caracterização física e química na camada de 0 - 20 e 20 - 40 cm foi realizada (Apêndices 1, 2 e 3) utilizando-se as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em parcelas subdivididas no esquema 5 x 4, referentes 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>), com três repetições. Cada parcela correspondeu às dimensões de 4,0 x 3,0 m, totalizando 12 m<sup>2</sup>, tendo 30 plantas por unidade experimental, no espaçamento de 0,40 m entre plantas e de 1,0 m entre linhas. A variedade de girassol utilizada no experimento foi a EMBRAPA 122 V-2000.

O preparo da área constou de três gradagens, sendo duas aradora na profundidade de 30 cm de corte e uma niveladora. Foram incorporados às fileiras, 15 kg de esterco bovino por parcela, 30 dias antes do plantio. A adubação em 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 na forma de ureia foi aplicada conforme os tratamentos e a adubação potássica a 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 1/3 no plantio e dois 2/3 em cobertura divididos em duas aplicações iguais aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas.

O preparo da água foi feito dentro de cinco recipientes com capacidade de 3000 L e para os níveis de salinidade das águas, o NaCl foi adicionado à água proveniente de um açude com CEa 0,15 dS m<sup>-1</sup> localizado próximo ao local do experimento sendo que as quantidades utilizadas no preparo das águas de irrigação foram determinadas conforme Rhoades et al. (2000), de forma a se obter a CEa do respectivo tratamento conferindo-se o seu valor com auxílio de um condutivímetro portátil. A irrigação foi realizada a cada dois dias, pelo sistema de irrigação localizado por gotejamento, usando-se fita gotejadora com vazão de 6,0 L h<sup>-1</sup>. A lâmina de água de irrigação foi calculada com base na ETo estimado utilizando-se dados da estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada a 8 km de distância em linha reta da área experimental e no Kc da cultura (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-se as três plantas mais vigorosas por cova e aos 15 DAE efetuou-se novo desbaste mantendo-se apenas uma planta 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 L ha<sup>-1</sup> em 100 L de água para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

Para realização da fitomassa seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) foram feitas coletas de plantas (folhas + caule) durante e no final do experimento aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAE, colocadas para secagem em estufa a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 h e em seguida, pesadas com auxílio de uma balança de precisão e moídas para determinação do teor de NPK no tecido vegetal, sendo as análises feitas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – LSNP da Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, pertencente à Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias na cidade de Pombal - Paraíba.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’ a nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade e nos casos de efeitos significativos realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com análise de variância o fator isolado da salinidade da água de irrigação constatou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na fitomassa seca da planta aos 15, 60 e 90 DAE, e as doses de adubação nitrogenada afetaram significativamente ( $p < 0,01$ ) a variável em todas as épocas avaliadas. Observa-se interação entre os fatores estudados (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) para fitomassa seca da planta aos 30, 45 e 75 DAE, o que indica que as doses de adubação nitrogenada influenciam nos níveis de salinidade da água de irrigação e vice-versa (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância referente à fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Dias após a emergência - DAE					
Fitomassa seca		15	30	45	60	75	90

### Capítulo III - Pesquisas realizadas no primeiro ciclo

Salinidade (S)	4	4,57*	19,32 <sup>ns</sup>	228,60 <sup>ns</sup>	5118,85**	1313,33 <sup>ns</sup>	2139,09*
Reg. Linear	1	11,38**	-	-	5975,87**	-	5690,15**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-	2574,24*
Resíduo 1	8	1,14	9,39	87,82	319,94	521,85	469,81
Blocos	2	2,47 <sup>ns</sup>	49,05*	63,85 <sup>ns</sup>	28,06 <sup>ns</sup>	624,49 <sup>ns</sup>	1000,19 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	19,09**	149,38**	584,56**	1555,88*	2474,84**	2821,93**
Reg. Linear	1	56,66**	358,26**	1671,64**	4366,95**	7015,97**	8316,07**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	0,79	5,45	35,69	500,73	346,71	395,53
Interação S x N	12	0,77 <sup>ns</sup>	14,84*	125,26**	924,00 <sup>ns</sup>	752,66*	804,33 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	30,47	29,66	26,31	22,65	21,07	18,12
CV2 (%)	-	25,52	22,59	23,15	21,33	17,17	16,63

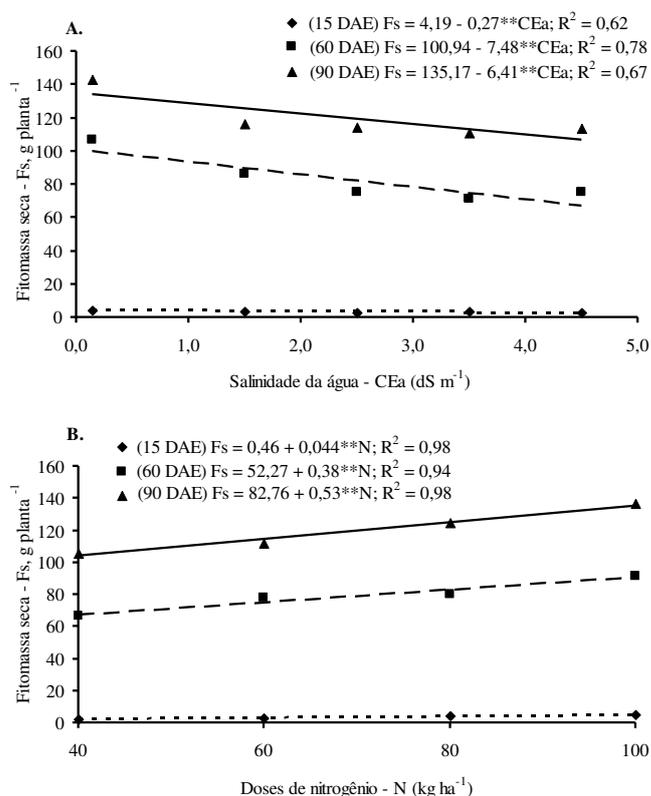
GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\* = significativo a 0,01 de probabilidade; \* = significativo a 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo

O aumento da salinidade da água de irrigação diminuiu a fitomassa seca da planta e, conforme equação de regressão verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram, foi o linear (Figura 11A), ocorrendo decréscimos de 6,44; 7,41 e 4,74 % aos 15, 60 e 90 DAE, respectivamente, por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. A salinidade da água de irrigação afeta a produção de fitomassa seca da planta constatando-se que o provável acúmulo de sais presentes na água de irrigação diminui a absorção da água pela planta resultando no seu menor desenvolvimento. Resultados obtidos por Nobre et al. (2011) estudando a produção do girassol sob estresse salino em ambiente protegido, em intervalos de 0,5 a 4,9 dS m<sup>-1</sup>, constataram redução de 55,2 % da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) nas plantas irrigadas com água de 4,9 dS m<sup>-1</sup> em relação às plantas irrigadas com 0,5 dS m<sup>-1</sup>.

As doses de adubação nitrogenada aumentaram a fitomassa seca da planta de forma linear (Figura 11B), ocorrendo acréscimos de 118,92, 33,79 e 30,59% aos 15, 60 e 90 DAE nos intervalos das doses de nitrogênio de 40 a 100 kg ha<sup>-1</sup>. Observou-se, neste trabalho, que as doses crescentes de adubação nitrogenada aumentaram a fitomassa seca da planta, a qual a mesma foi afetada em todos os intervalos avaliados dos 15 aos 90 DAE. Os resultados encontrados estão de acordo com Guedes Filho et al.

(2011) em estudo sobre os efeitos de doses de nitrogênio no girassol; ao verificarem que o incremento das doses de N influenciou todas as variáveis correspondentes à fitomassa seca das plantas, encontrando valores de 200 e 117 % para fitomassa seca das folhas e do caule, respectivamente, nos intervalos de 0 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N.

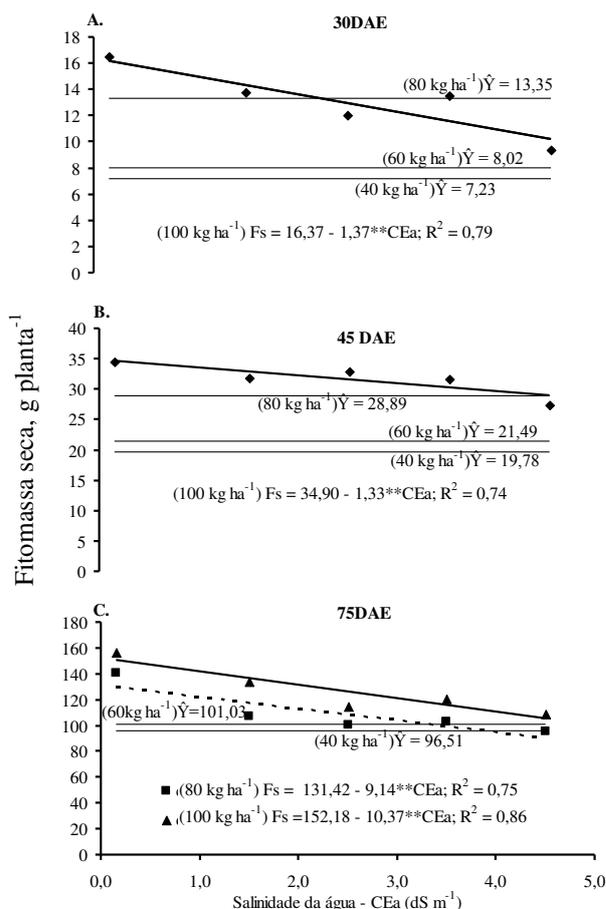
Resultados obtidos por Oliveira et al. (2012) em estudo sobre efeitos de doses de nitrogênio em Luvissole em ambiente protegido, demonstram resultados de que as doses de N não influenciam a fitomassa seca das folhas mas influenciam de forma positiva na fitomassa seca do caule.



**Figura 11.** Acúmulo de fitomassa seca das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 60 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para o acúmulo de fitomassa seca foi afetado de forma linear decrescente (Figuras 12A e B) na dose 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, ocorrendo decréscimo de 8,37 e 3,1 % aos 30 e 45 DAE e linear decrescente (Figura 12C) para as doses 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, ocorrendo decréscimo de 7,59 e 6,91 % aos 75 DAE, por aumento unitário da condutividade elétrica da água. Observa-se que a dose 100 kg ha<sup>-1</sup> de N para o acúmulo

de fitomassa seca da planta é superior a dose 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, de modo que o nitrogênio atenua o efeito da salinidade da água de irrigação. Para Chaves et al. (2011) o aumento das doses de N pode minimizar os efeitos adversos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas, resultados que não corroboram com Nobre et al. (2011) que, estudando a produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, não encontraram interação significativa entre os fatores para nenhuma variável estudada.

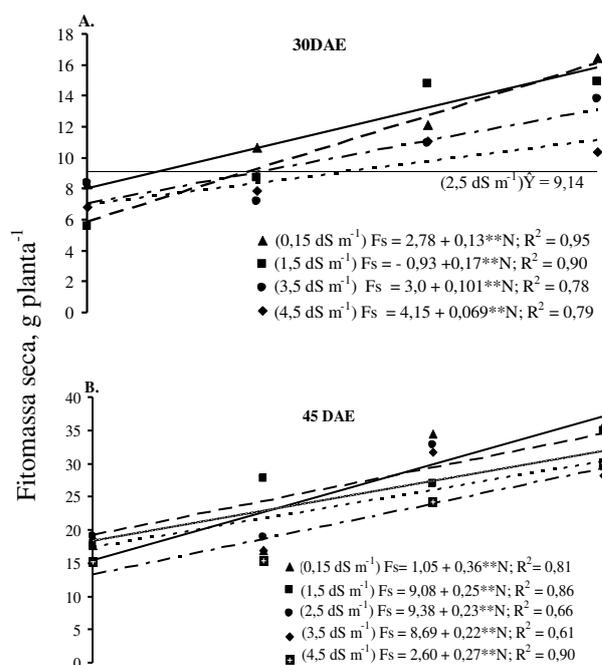


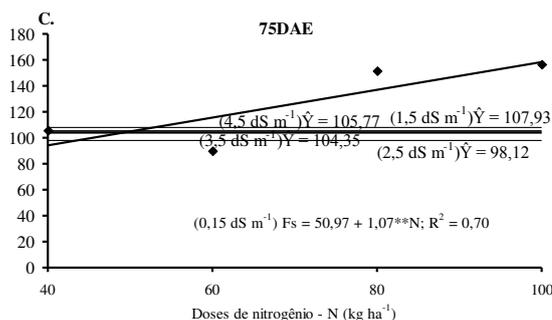
**Figura 12.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio referente à fitomassa seca aos 30, 45 e 75 DAE do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

O desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação, afetou o acúmulo de fitomassa seca da planta de forma linear crescente (Figura 13A), ocorrendo acréscimo de 97,74; 173,76; 86,07 e 59,9% em relação aos níveis da CEa de 0,15; 1,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> aos 30 DAE, acréscimo (Figura

13B) de 139,80; 78,61; 74,27; 75,47 e 120,89 %, em todos os níveis da CEa aos 45 DAE e acréscimo (Figura 13C) de 68,47 % para 0,15 dS m<sup>-1</sup> aos 75 DAE, com incremento das doses de nitrogênio, nos intervalos de 40 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. Observa-se que o aumento da salinidade das águas de irrigação prejudica o acúmulo da fitomassa seca da planta e que a dose 100 kg ha<sup>-1</sup> de N promove um ganho maior da mesma mostrando que o efeito da salinidade da água de irrigação no cultivo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, pode ser atenuado com o aumento da dose de N.

Para Leonardo et al. (2007), em condições salinas por ocorrer um maior gasto de energia nas plantas visando à absorção da água e nutrientes e, conseqüentemente, ocorre diminuição na produção matéria seca das plantas. Campos et al. (2010) encontraram, estudando efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol, resultados de interação dos fatores para fitomassa seca do caule.





**Figura 13.** Desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação referente ao acúmulo de fitomassa seca a 30, 45 e 75 DAE do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada

De acordo com o resumo da análise de variância de forma isolada, a salinidade da água de irrigação ocasionou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para o teor nitrogênio (N) aos 30 e 75 DAE e significativo ( $p < 0,05$ ) para o teor de fósforo (P) aos 75 DAE; em relação à variação das doses de adubação nitrogenada, afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) o teor de nitrogênio aos 15 DAE e o teor de fósforo aos 60 DAE, não constatando efeito estatístico para o teor de potássio (K) no tecido da planta. A interação dos fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) constatou efeito significativo somente para o teor de nitrogênio ( $p < 0,05$ ) aos 60 e 90 DAE (Tabela 2).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância referente ao teor de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido seco das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Dias após emergência - DAE					
		15	30	45	60	75	90
Nitrogênio							
Salinidade (S)	4	4,501 <sup>ns</sup>	20,991 <sup>*</sup>	5,969 <sup>ns</sup>	2,326 <sup>ns</sup>	5,633 <sup>ns</sup>	5,196 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	-	68,898 <sup>**</sup>	-	-	-	13,366 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	6,323	3,969	17,515	9,355	4,602	0,391

### Capítulo III - Pesquisas realizadas no primeiro ciclo

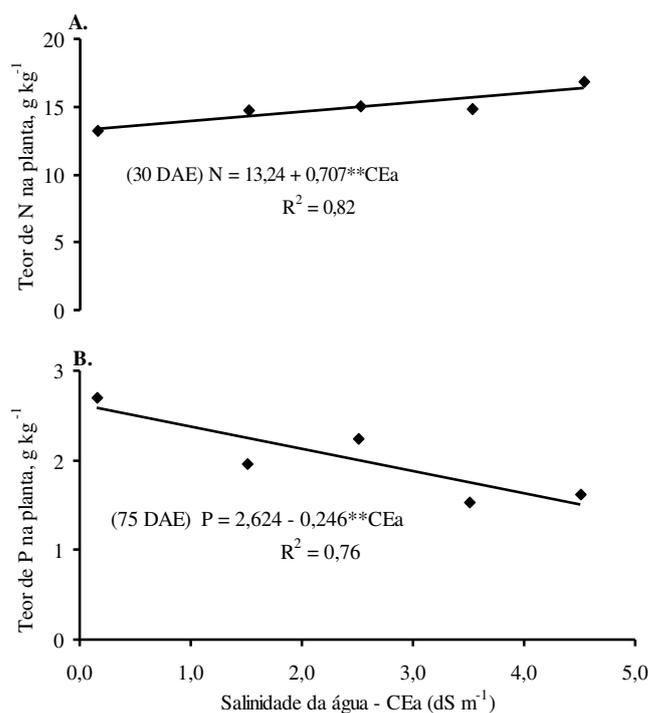
Blocos	2	9,599 <sup>ns</sup>	25,655 <sup>*</sup>	4,848 <sup>ns</sup>	73,534 <sup>*</sup>	105,348 <sup>**</sup>	0,996 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	17,094 <sup>*</sup>	0,946 <sup>ns</sup>	9,495 <sup>ns</sup>	2,425 <sup>ns</sup>	1,544 <sup>ns</sup>	2,542 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	29,578 <sup>*</sup>	-	-	-	-	-
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	4,927	5,203	4,976	2,386	4,659	1,242
Interação S x N	12	3,117 <sup>ns</sup>	4,292 <sup>ns</sup>	6,052 <sup>ns</sup>	5,280 <sup>*</sup>	5,783 <sup>ns</sup>	2,870 <sup>*</sup>
CV1 (%)	-	13,23	13,32	29,85	27,93	25,18	13,73
CV2 (%)	-	11,68	15,25	15,91	14,11	25,34	24,45
<hr/>							
Fósforo							
Salinidade (S)	4	0,789 <sup>ns</sup>	0,464 <sup>ns</sup>	1,063 <sup>ns</sup>	1,523 <sup>ns</sup>	2,729 <sup>**</sup>	2,122 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	-	-	-	-	8,350 <sup>**</sup>	-
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	1,161	0,461	1,176	0,874	0,346	1,044
Blocos	2	0,498 <sup>ns</sup>	0,240 <sup>ns</sup>	2,650 <sup>ns</sup>	0,943 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	2,592 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	0,298 <sup>ns</sup>	1,438 <sup>ns</sup>	1,454 <sup>ns</sup>	2,083 <sup>*</sup>	1,263 <sup>ns</sup>	0,905 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	-	-	-	4,632 <sup>**</sup>	-	-
Resíduo 2	30	0,348	0,288	0,507	0,636	0,724	0,648
Interação S x N	12	0,095 <sup>ns</sup>	0,396 <sup>ns</sup>	0,811 <sup>ns</sup>	0,844 <sup>ns</sup>	0,674 <sup>ns</sup>	0,926 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	20,07	15,19	27,81	30,43	29,17	34,54
CV2 (%)	-	10,99	12,02	18,26	25,96	28,15	32,98
<hr/>							
Potássio							
Salinidade (S)	4	312,816 <sup>ns</sup>	63,102 <sup>ns</sup>	83,371 <sup>ns</sup>	126,565 <sup>ns</sup>	96,911 <sup>ns</sup>	15,359 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	8	141,136	58,214	21,945	39,981	58,386	101,669
Blocos	2	1229,75 <sup>ns</sup>	559,028 <sup>ns</sup>	61,709 <sup>ns</sup>	171,634 <sup>ns</sup>	671,391 <sup>ns</sup>	50,360 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	44,789 <sup>ns</sup>	138,254 <sup>ns</sup>	56,628 <sup>ns</sup>	39,283 <sup>ns</sup>	66,360 <sup>ns</sup>	214,210 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	30	136,327	45,398	55,534	72,911	76,890	88,527
Interação S x N	12	45,023 <sup>ns</sup>	29,174 <sup>ns</sup>	40,274 <sup>ns</sup>	68,011 <sup>ns</sup>	72,817 <sup>ns</sup>	78,582 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	19,99	13,56	10,25	15,02	16,40	24,14
CV2 (%)	-	19,65	11,98	16,30	20,28	18,82	22,53

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

O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação afeta de forma crescente o aumento do teor de N no tecido da planta e conforme equação de regressão (Figura 14A), ocorreu um acréscimo de 24,01 %, estimando 13,24 e 16,42 g kg<sup>-1</sup> aos 30 DAE, nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

A salinidade da água de irrigação inibe o teor de P na planta de forma linear (Figura 14B), ocorrendo decréscimos de 41,47 %, estimando 2,58 e 1,51 g kg<sup>-1</sup> aos 75 DAE, nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

Observa-se, no presente trabalho, que houve um aumento do teor de N na planta e diminuição no teor de P, com incremento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 14). Prado & Leal (2006) obtiveram, estudando desordens nutricionais por deficiência em girassol var. catissol-01, valores de 47,3 e 6,1 g kg<sup>-1</sup> de N e P no teor foliar, aos 30 dias após aplicação dos tratamentos, utilizando CEa de 0,1 dS m<sup>-1</sup>. Resultados bem superiores ao presente trabalho ressaltando que o teor de N analisado foi encontrado a partir da fitomassa seca do caule e das folhas.

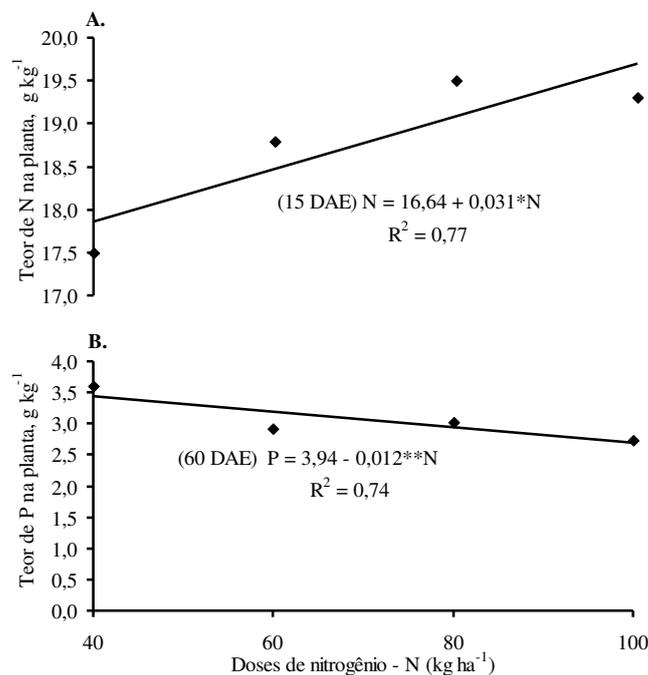


**Figura 14.** Teor de nitrogênio aos 30 e fósforo 75 dias após emergência (DAE) na planta do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação

As doses de adubação nitrogenada influenciaram o teor de nutriente no tecido da planta, com aumento no teor de N; e conforme equação (Figura 15A), ocorrendo acréscimos de 10,4 %, encontrando-se 17,88 e 19,74 g kg<sup>-1</sup> no teor de N aos 15 DAE, nos intervalos de 40 a 100 kg ha<sup>-1</sup>. Lobo et al. (2011) encontraram, estudando o efeito do nitrogênio na nutrição do girassol, aumento do N no teor foliar em função do aumento das doses de nitrogênio, variando os tratamentos de 50 a 130 kg ha<sup>-1</sup> de N. Verificou-se, que os teor foliar de N adequado foi encontrado com a dose 110 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

O aumento das doses de adubação nitrogenada afeta o teor de P de forma linear decrescente (Figura 15B), ocorrendo decréscimo de 20,82 %, encontrando 3,46 e 2,74 g kg<sup>-1</sup> no teor de P aos 60 DAE, com incremento das doses de adubação nitrogenada nos intervalos de 40 a 100 kg ha<sup>-1</sup>. Carvalho & Pissaia (2004) constataram, em trabalho com doses de N em girassol, que com o aumento da dose de N não alterou o teor foliar de P.

Para Castro & Oliveira (2005), os teores foliares N e P considerados adequados para cultura do girassol estão nos intervalos de 35 - 50 e 2,9 - 4,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

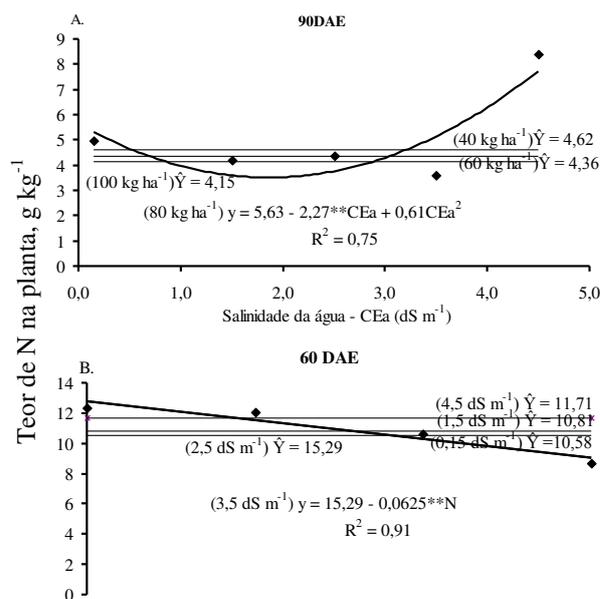


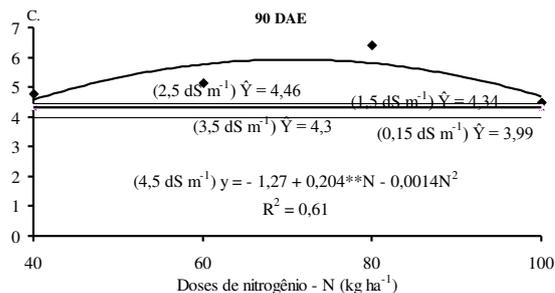
**Figura 15.** Teor de nitrogênio aos 15 e fósforo aos 60 dias após emergência (DAE) na planta do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da adubação nitrogenada

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para o teor de N na planta mostrou resultados significativos de forma quadrática (Figura 16A), encontrando valores estimados com a menor CEa 0,15 dS m<sup>-1</sup> (5,3 g kg<sup>-1</sup> de N), o ponto de inflexão de CEa 1,86 dS m<sup>-1</sup> (3,52 g kg<sup>-1</sup> de N) e o ponto máximo obtido com CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup> (7,76 g kg<sup>-1</sup> de N), ocorrendo decréscimo de 33,58 % e acréscimo de 120,45 %, para a dose 80 kg ha<sup>-1</sup> aos 90 DAE, nos intervalos de 0,15 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

O desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação no teor de N na planta, mostrou-se significativo de forma linear decrescente (Figura 16B), com 12,81 e 9,04 g kg<sup>-1</sup> de N, ocorrendo decréscimo de 29,43 % para o nível 3,5 dS m<sup>-1</sup> aos 60 DAE, e quadrática (Figura 16C), encontrando-se com a menor dose 40 kg ha<sup>-1</sup> (4,65 g kg<sup>-1</sup> de N), em comparação com o ponto máximo obtido; com dose calculada 72,85 kg ha<sup>-1</sup> (6,13 g kg<sup>-1</sup>), ocorre acréscimo de 31,62 % e comparando a dose 100 kg ha<sup>-1</sup> (4,73 g kg<sup>-1</sup>), ocorre decréscimo de 23,32 % para o nível 4,5 dS m<sup>-1</sup> aos 90 DAE, com o aumento das doses de nitrogênio, nos intervalos de 40 e 100 kg há<sup>-1</sup>.

Prado & Leal (2006) encontraram, estudando desordens nutricionais por deficiência em girassol var. catissol-01, valores de 47,3 g kg<sup>-1</sup> de N no teor foliar aos 30 dias após aplicação dos tratamentos utilizando CEa de 0,1 dS m<sup>-1</sup>, valores bem maiores que no presente trabalho. Para fins de diagnose do estado nutricional do girassol, Malavolta et al., (1997) consideram ótimo o intervalo entre 33 a 35 g kg<sup>-1</sup> de N.





**Figura 16.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio aos 90 dias após emergência (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação aos 60 (B) e 90 (C) DAE, referente ao teor de N na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

## CONCLUSÕES

1. A salinidade da água de irrigação afeta, de forma linear e negativamente, a fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 60 e 90 DAE, o teor de fósforo aos 75 DAE e de forma linear e positivamente, o teor de nitrogênio aos 30 e 90 DAE;
2. As doses crescentes de adubação nitrogenada afetaram positivamente a fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em todos os intervalos avaliados dos 15 aos 90 DAE, o teor de N aos 15 DAE e de forma linear e negativamente, o teor de P aos 60 DAE;
3. As doses de nitrogênio atenuam o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 30, 45 e 75 DAE e o teor de N aos 60 e 90 DAE;
4. O teor de potássio (K) no tecido seco da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, não é afetado pela salinidade da água de irrigação e nas doses de adubação nitrogenada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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*, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.

CAMPOS, M, de S.; OLIVEIRA, F, de A, de.; OLIVEIRA, F, R, A, de.; SILVA, R, C, P, da.; CÂNDIDO, W, dos S. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, n.3, p.165-171, 2010.

CARVALHO, D. B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: teores de nutrientes nas folhas. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v.2, n.1 p.65-72, 2004.

CASTRO C. de, OLIVEIRA F. A. de, VERONESI, C.O; SALINET, L. H. Acúmulo de matéria seca, exportação e ciclagem de nutrientes pelo girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16, 2005, Londrina. Anais... Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2005. p.29-31.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. *Revista de Engenharia Ambiental*, v.8, n.1, p.126-133, 2011.

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

DANTAS JUNIOR, E. E.; CHAVES, L. H. G.; COSTA, F. A. M.; MESQUITA, E. F.; ARAUJO, D Crescimento de duas cultivares de mamoneira adubadas com potássio, cobre e zinco. *Revista Caatinga*, v.23, n.4, p.97-107, 2010.

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

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.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. 32p

GUEDES FILHO, D. H.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, J. T. L. Production of sunflower and biomass depending on available soil water and nitrogen levels. *Iranica Journal of Energy & Environment*, v.2, n.4, p.313-319, 2011.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; GODOY, L. J. G. MARCHESE, J. A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.1-4, 2003.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARCHESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. *Revista Irriga*, v.12, n.1, p.73-82, 2007.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BRITO, I. C. A. Efeito do nitrogênio na nutrição do girassol. *Biosciencia Journal*, v.36, n.3 p.187-193, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: potafós, 1997. 319p.

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

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. da.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e

extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. Revista Ciência Rural, v.39, n.3, p.758-765, 2009.

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

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. Revista Educação Agrícola Superior, v.23, n.1, p.58-60, 2008.

NOBRE, R. G., GHEYI, H. R., CORREIA, K. G., SOARES, F. A. L., ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. Revista Ciência Agronômica, v.41, n.3, p.358-365, 2010.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.929-937, 2011.

OLIVEIRA, J. T. 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, n.1, p.23-32, 2012.

PRADO, R. M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol-01. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.36, n.3, p.187-193, 2006.

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

RUBINIGG M.; POSTHUMUS, F.; FERSCHKE, M.; ELZENGA, J. T. M.; STULEN, I. Effects of NaCl salinity on N-nitrate fluxes and specific root length in the halophyte *Plantago maritima* L. *Plant Soil*, v.250, p.201-213, 2003.

**CAPÍTULO IV - PESQUISAS REALIZADAS NO SEGUNDO CICLO**

### IV.1. Crescimento do girassol irrigado com águas salinas e adubação nitrogenada

**RESUMO** - Com o aumento do cultivo do girassol em áreas irrigadas e adubadas na região semiárida, é de fundamental importância a necessidade de maiores informações a respeito do manejo da água em quantidade e qualidade e da adubação nitrogenada que venha contribuir, de forma positiva e adequada para uma maior produtividade. Diante do contexto, objetivou-se com o presente trabalho, estudar os componentes de crescimento do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, submetida a salinidade das águas de irrigação e da adubação nitrogenada, em experimento conduzido em condições de campo no município de Remígio, Paraíba, durante o período de novembro de 2012 a fevereiro de 2013. Foram usados um delineamento em bloco casualizado analisado em parcelas subdivididas 5 x 4, testando cinco níveis de salinidade variando entre 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> e quatro doses de nitrogênio correspondentes a 60; 80; 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, com 3 repetições e 30 plantas por parcela. O incremento da salinidade das águas de irrigação acima de 0,15 dS m<sup>-1</sup> afetou negativamente o crescimento do girassol em diâmetro caulinar, altura da planta, número de folhas e área foliar, e influenciou positivamente essas variáveis com o aumento das doses de adubação nitrogenada, enquanto a interação foi significativa apenas para a variável área foliar aos 15 dias após emergência. Dentre as variáveis avaliadas a área foliar do girassol é a mais sensível a condutividade elétrica das águas de irrigação.

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

### **Growth of sunflower irrigated with saline water and nitrogen fertilizer**

**ABSTRACT** - With the increase in cultivation of sunflower in areas irrigated and fertilized in the semiarid region it is of fundamental importance to obtain more information regarding the management of water quantity and quality and fertilization with nitrogen that will contribute positively and appropriately to a higher productivity. Given the context, the objective of the present study was to evaluate the components of growth of sunflower cv. EMBRAPA 122 V-2000 irrigated with saline water and nitrogen fertilizer, in an experiment conducted in the municipality of Remigio - PB during November 2012 and February 2013. We used an experimental design in

randomized blocks analyzed in split plot 5 x 4, referring to five salinity levels of irrigation water (0.15, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) and four nitrogen levels (40, 60, 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications and 30 plants per plot. The increase in salinity of irrigation water above 0.15 dS m<sup>-1</sup> negatively affected the growth of sunflower in stem diameter, plant height, number of leaves and leaf area, and nitrogen fertilization positively increased, whereas the interaction was significant only for the variable leaf area at 15 days after emergence. Among the variables, the leaf area of sunflower is the most sensitive to the electrical conductivity of irrigation water.

Key words: *Helianthus annuus* L. Salinity. Nitrogen

### INTRODUÇÃO

A limitada disponibilidade de águas de baixa salinidade na região semiárida brasileira, tem sido motivo de pesquisas na busca de um manejo adequado da irrigação com águas de baixos teores salinos, moderado e alto. Conforme Neves et al. (2009), nesta região é comum a utilização de fontes de água com alta concentração de sais, sobretudo de sódio (Na), comprometendo sua utilização e o desgaste do solo, na agricultura. Como consequência deste processo há perda da capacidade produtiva das terras e prejuízos socioeconômicos.

Com o avanço da tecnologia tem-se feito diversos estudos e construído propostas de exploração agrícola em condições de baixa disponibilidade quantitativa e qualitativa de água. Dentro do contexto são reportados graves problemas de salinização do solo devido à irrigação irracional e/ou ao uso de águas salobras (MEDEIROS & GHEYI, 2001). Além disto, há grande dificuldade de se levar a irrigação até comunidades difusas da região Nordeste, onde a adoção de águas superficiais se torna onerosa.

Recentemente, a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) vem ganhando destaque nas pesquisas com águas de qualidade inferior (DI CATERINA et al., 2007; NOBRE et al., 2010; SANTOS JÚNIOR et al., 2011), usado como planta forrageira para alimentação animal, como planta melífera, ornamental, na produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis (NEVES et al, 2005; CORRÊA et al. 2008).

A salinidade é um dos principais fatores ambientais limitantes ao crescimento e à produtividade das culturas (LV et al., 2008), uma vez que as altas concentrações de

sais no solo, além de reduzir seu potencial hídrico podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA et al., 2009).

Os efeitos negativos da irrigação com água salina em oleaginosas têm sido observados por vários autores na literatura científica nacional (BLANCO et al., 2007; CORREIA et al., 2009; SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2009), inclusive na cultura do girassol (SILVA et al., 2009; NOBRE et al., 2010). Algumas estratégias podem ser usadas para minimizar os impactos negativos do uso de água salina na irrigação, dentre elas a adubação nitrogenada. Conforme Chaves et al. (2011), a adubação é uma das principais tecnologias empregadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, sendo o nitrogênio (N), um dos principais macronutrientes responsáveis por este incremento por estar diretamente relacionado às características ligadas ao crescimento da planta.

A nutrição mineral equilibrada exerce ação importante no aumento da produtividade e o N é macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas (MILLER & CRAMER, 2004). Segundo Flores et al. (2002), a fertilização nitrogenada não só promove o crescimento de planta mas também pode reduzir o efeito da sua salinidade. Esta dependência ocorre devido às funções do N no metabolismo das plantas participando como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas. O N tem, como principal fonte, o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), sendo este mais abundante que o amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em torno das raízes; entretanto, a solução do solo frequentemente apresenta baixas concentrações de ( $\text{NO}_3^-$ ), o que limita o crescimento da planta.

Com base no exposto o presente trabalho objetivo avaliar os componentes de crescimento do girassol em função da salinidade das águas de irrigação e da adubação nitrogenada.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em condições de campo, durante o período de 4 de novembro de 2012 a 9 de fevereiro de 2013, no Sítio Macaquinhos, localizado a 8 km ao Sul do município de Remígio, Estado da Paraíba. O município está inserido na microrregião do Curimataú Ocidental situado nas coordenadas geográficas  $6^{\circ}53'00''\text{S}$  e  $36^{\circ}02'00''\text{W}$ , com altitude média de 470 m. A classificação do solo da área

experimental é Neossolo Quartezarênico Eutrófico cuja caracterização física e química na camada de 0 - 20 e 20 - 40 cm foi realizada (Apêndices 3 e 4) utilizando-se as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas 5 x 4, referente a cinco 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 correspondentes a 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, com três repetições. Cada parcela correspondeu às dimensões de 4,0 x 3,0 m, totalizando 12 m<sup>2</sup>, tendo 30 plantas por unidade experimental no espaçamento de 0,40 m entre plantas e de 1,0 m entre linhas. A variedade de girassol utilizada foi a cv. EMBRAPA 122 V-2000.

O preparo da área constou de três gradagens, sendo duas aradoras na profundidade de 30 cm de corte e uma niveladora. Foram incorporados às fileiras, 15 kg de esterco bovino por parcela, 30 dias antes do plantio. A adubação em 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 na forma de ureia foi aplicada conforme os tratamentos e a adubação potássica a nível de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O com cloreto de potássio; As duas adubações nitrogenada e potássica foram realizadas aplicando-se um terço no plantio e dois terços em cobertura divididos em duas aplicações iguais aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas.

O preparo da água foi feito dentro de cinco recipientes com capacidade de 3000 L e para os níveis de salinidade das águas o NaCl foi adicionado à água proveniente de um açude com CEa de 0,15 dS m<sup>-1</sup> localizado próximo ao local do experimento, sendo que as quantidades utilizadas no preparo das águas de irrigação foram determinadas conforme Rhoades et al. (2000), de maneira a se obter a CEa do respectivo tratamento, conferindo o seu valor com auxílio de um condutivímetro. A irrigação foi realizada a cada dois dias pelo sistema de irrigação localizado por gotejamento usando fita gotejadora com vazão de 6,0 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 7,0 m.c.a. A lâmina de água de irrigação foi calculada com base na ETo estimado utilizando-se dados da estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada a 8 km de distância em linha reta da área experimental e no Kc da cultura (FAO, 2010).

A semeadura foi realizada manualmente semeando-se oito sementes equidistante 0,4 m 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 novo

desbaste mantendo-se apenas uma planta por cova. Aos 30 DAE foram realizadas uma capina manual para controlar as plantas daninhas e uma pulverização com inseticida Provado 200 Sc na dosagem de 0,35 L ha<sup>-1</sup> em 100 L de água para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

As avaliações foram realizadas quinzenalmente em duas plantas previamente escolhidas por unidade experimental aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE. Foram determinados a altura de plantas, com trena milimetrada, o diâmetro caulinar, usando-se paquímetro digital de precisão 1:50, a contagem do número de folhas e o cálculo da área foliar, pelo método não destrutivo empregando-se a metodologia proposta por Maldaner et al. (2009) e se utilizando a expressão:  $AF = 0,1328 \times C^{2,5569}$ , em que: AF é a área foliar e C é o comprimento da nervura central das folhas de cada planta.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' a nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade e nos casos de efeitos significativos, realizou-se análise de regressão polinomial utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2003).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de variância, o efeito isolado da salinidade da água de irrigação foi significativo ( $p < 0,01$ ) para o diâmetro do caule aos 15 DAE e altura da planta aos 30, 45, 60 e 75 DAE enquanto as doses de nitrogênio exerceram efeito significativo ( $p < 0,01$ ) em todas as épocas de avaliação. Observa-se não haver interação entre a salinidade das águas de irrigação e as doses de adubação nitrogenada sobre os componentes de crescimento do girassol avaliados pelo diâmetro caulinar e pela altura das plantas, em nenhum período de avaliação, indicando que as plantas irrigadas com diferentes CEa tiveram comportamento semelhante quando foram submetidas às diferentes doses de N e vice-versa (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente ao diâmetro caulinar (DC) e altura de plantas (AP) de girassol, cv. EMBRAPA 122/ V-2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

## Capítulo IV - Pesquisas realizadas no segundo ciclo

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após a emergência - DAE				
		15	30	45	60	75
<b>Diâmetro de caule</b>						
Salinidade (S)	4	0,977*	94,593 <sup>ns</sup>	20,924 <sup>ns</sup>	20,953 <sup>ns</sup>	22,792 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	3,056**	-	-	-	-
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	0,183	56,878	6,410	6,370	6,806
Blocos	2	2,262 <sup>ns</sup>	15,489 <sup>ns</sup>	1,626 <sup>ns</sup>	5,895 <sup>ns</sup>	3,445 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	2,916**	112,167**	68,901**	79,767**	91,708**
Reg. Linear	1	7,776**	101,524**	179,026**	217,515**	240,844**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	0,359	64,318	5,066	7,668	9,157
Interação (S x N)	12	0,125 <sup>ns</sup>	10,782 <sup>ns</sup>	2,242 <sup>ns</sup>	3,106 <sup>ns</sup>	4,912 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	11,56	22,50	13,79	12,57	12,92
CV2 (%)	-	16,17	12,36	12,26	13,70	14,99
<b>Altura de plantas</b>						
Salinidade (S)	4	2,986 <sup>ns</sup>	373,329**	1828,17**	1467,92**	1348,230*
Reg. Linear	1	11,346**	1420,80**	6919,761**	5866,151**	5186,594**
Resíduo 1	8	0,982	51,614	175,076	124,707	204,835
Blocos	2	1,869 <sup>ns</sup>	98,813 <sup>ns</sup>	470,432 <sup>ns</sup>	320,504 <sup>ns</sup>	661,094 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	7,447*	346,497**	754,542**	1104,78**	977,768**
Reg. Linear	1	21,333**	986,634**	2047,808**	2607,80**	2218,976**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	1,700	22,527	99,598	153,777	136,054
Interação (S x N)	12	0,554 <sup>ns</sup>	21,352 <sup>ns</sup>	44,241 <sup>ns</sup>	22,167 <sup>ns</sup>	23,747 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	9,74	21,47	12,42	9,79	12,78
CV2 (%)	-	12,81	14,19	9,37	10,87	10,41

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

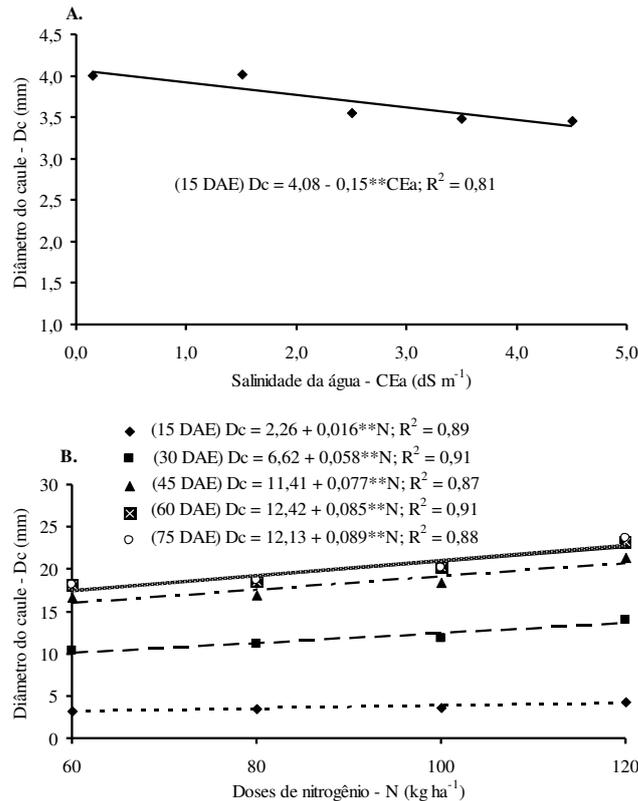
A salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento do diâmetro do caule ocorrendo conforme a equação de regressão (Figura 1A), decréscimo de 3,68% aos 15

DAE, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. Observa-se, neste trabalho, o efeito da CEa aos 15 DAE, mostrando diminuição no diâmetro caulinar da planta de girassol, que é sensível ao incremento da salinidade da água no início do crescimento. Resultados esses corroborando com Travassos et al. (2012) que constataram, estudando o crescimento e o desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina, encontraram informações de que o diâmetro caulinar decresce em 5,71, 9,91 e 9,99% aos 20, 30 e 50 DAP, com incremento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação.

O estresse salino provocado pela água de irrigação inibe o crescimento das plantas de girassol e segundo Arruda et al. (2002), plantas cultivadas sob estresse salino podem ter o crescimento inibido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, passíveis de reduzir a disponibilidade de água e os nutrientes absorvidos e, como consequência, a capacidade das plantas crescerem e se desenvolver é afetada negativamente.

O aumento das doses de adubação nitrogenada estimulou linearmente o crescimento em diâmetro do caule do girassol avaliado aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE e, conforme a equação de regressão (Figura 1B) ocorreu acréscimo de 29,81; 34,46; 28,82; 29,11 e 30,57%, nos intervalos das doses de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> N, respectivamente. O incremento das doses de adubação nitrogenada influencia o tamanho do diâmetro caulinar, mostrando que o nitrogênio é o elemento responsável pelo crescimento das plantas de girassol. Guedes Filho et al. (2013) encontraram, estudando biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada, resultados de que o diâmetro caulinar aumenta em 30,84; 26,22; 19,16; 14,59 e 18,16%, com o incremento das doses, nos intervalos de 40 a 100 kg ha<sup>-1</sup> N.

Os resultados também estão de acordo com os obtidos por Santos et al. (2013) que, trabalhando o comportamento produtivo do girassol verificaram que o diâmetro do caule aumentou com o incremento das doses de nitrogênio, variando de 0 a 120 kg ha<sup>-1</sup> e observaram que o máximo diâmetro da haste das plantas de girassol foi 25,65 mm, atingindo, com a aplicação de 83,5 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, valor um pouco superior ao obtido com a maior dose de N, no presente trabalho.



**Figura 1.** Diâmetro do caule de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 15 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE (B)

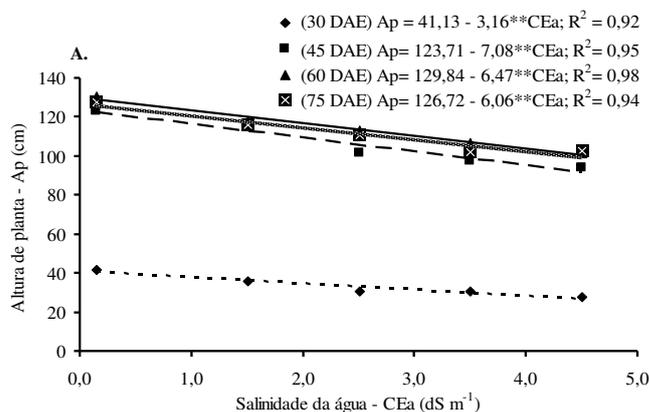
O aumento dos níveis de salinidade das águas de irrigação afeta a redução da altura da planta, e segundo a equação de regressão (Figura 2A), ocorreu decréscimo de 7,68; 5,72; 4,98 e 4,78% aos 30, 45, 60 e 75 DAE, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. O efeito de redução com o aumento da salinidade das águas de irrigação na altura da planta encontrado neste trabalho prejudica o crescimento e a produção do girassol, resultados esses em consonância com Travassos et al. (2012) que, estudando o crescimento e o desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina, encontraram decréscimos de 8,09; 11,09 e 11,61%, relativos à altura de planta, por incremento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação (CEa) aos 20, 30 e 50 DAP.

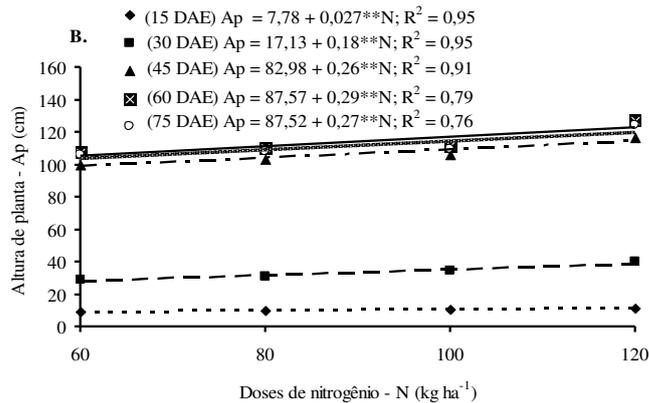
Esses resultados estão de acordo com Nobre et al. (2010) os quais observam que a altura da planta foi prejudicada de forma linear e negativamente, pela salinidade da água de irrigação a partir de 0,5 dS<sup>-1</sup>. E divergem de Moraes et al (2011) em estudos sobre influência da irrigação com água salina com CE máxima de 3,53 dS m<sup>-1</sup> na cultura

do girassol, não encontraram efeito significativo para altura da planta. Segundo os autores, a ausência dos efeitos entre os tratamentos demonstra que a variedade de girassol híbrido H251, tolera salinidade em condições de campo, não prejudicando o crescimento da planta.

A altura da planta foi estimulada pela adubação nitrogenada, de forma positiva e linear conforme a equação de regressão (Figura 2B), ocorrendo acréscimo de 17,23; 38,67, 15,83, 17,02 e 15,62% aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE, respectivamente, por incremento das doses de adubação nitrogenada, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. É notório que a adubação nitrogenada desempenha grande importância no crescimento da altura de plantas do girassol, afetando todas as épocas avaliadas; com isto, mostra que a altura da planta é um reflexo das condições nutricionais do N participando no alongamento do caule. Santos et al. (2013) encontraram, estudando o comportamento produtivo do girassol em função de doses de nitrogênio variando de 0 a 120 kg ha<sup>-1</sup>, encontraram respostas positivas na altura da planta de 26,69% em relação ao tratamento não adubado, com aumento das doses de nitrogênio.

Resultados positivos foram encontrados por Ivanoff et al. (2010) que notaram, estudando o crescimento do girassol em resposta a adubação parcelada de nitrogênio (60 kg ha<sup>-1</sup>), que o girassol evidencia diferenças no crescimento da planta.





**Figura 2.** Altura de planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30, 45, 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE (B)

De acordo com análise de variância, a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo para o número de folhas aos 75 DAE e área foliar aos 15, 30 e 75 DAE enquanto a adubação nitrogenada afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) o número de folhas aos 15, 30 e 75 DAE e a área foliar em todas as épocas de avaliação, exceto aos 90 DAE. Com a interação dos fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) constatou-se efeito significativo ( $p < 0,01$ ) apenas para área foliar, aos 15 DAE (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância referentes ao número de folhas (NF) e à área foliar (AF) de plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após a emergência - DAE				
Número de folhas		15	30	45	60	75
Salinidade (S)	4	1,516 <sup>ns</sup>	30,972 <sup>ns</sup>	1,566 <sup>ns</sup>	12,422 <sup>ns</sup>	46,468 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	-	-	-	-	183,447 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	1,185	8,579	2,107	4,632	4,493
Blocos	2	2,654 <sup>ns</sup>	31,329 <sup>ns</sup>	16,279 <sup>**</sup>	40,512 <sup>**</sup>	11,754 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	4,081 <sup>*</sup>	29,561 <sup>**</sup>	11,726 <sup>ns</sup>	16,788 <sup>ns</sup>	26,922 <sup>**</sup>

## Capítulo IV - Pesquisas realizadas no segundo ciclo

Reg. Linear	1	11,800**	88,563**	-	-	80,083**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	1,056	5,384	6,241	6,625	5,406
Interação (S x N)	12	0,227 <sup>ns</sup>	2,314 <sup>ns</sup>	2,511 <sup>ns</sup>	2,750 <sup>ns</sup>	3,043 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	17,97	18,17	6,94	11,70	15,51
CV2 (%)	-	16,97	14,40	11,95	13,99	17,01
<hr/>						
Área foliar						
Salinidade (S)	4	5022,40**	2712325,79**	5659042,85 <sup>ns</sup>	10873129,7 <sup>ns</sup>	12186031,62**
Reg. Linear	1	15822,04**	10596698,36**	-	-	43255938,31**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	387,67	231700,19	159318,24	3723751,98	1655551,96
Blocos	2	1651,38 <sup>ns</sup>	276801,52 <sup>ns</sup>	989399,62 <sup>ns</sup>	2622690,02 <sup>ns</sup>	2192191,73 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	8125,91**	2385325,72**	14685450,1**	21181979,9**	20723890,16 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	22928,34**	6945699,25**	37466181,6**	53061987,9**	54820163,45**
Reg. Quadrática	1	-	-	-	8294664,67*	-
Resíduo 2	30	279,18	65867,99	1834525,28	1533147,41	1111241,53
Interação (S x N)	12	853,98**	121637,83 <sup>ns</sup>	1710629,89 <sup>ns</sup>	1728679,95 <sup>ns</sup>	2301757,64 <sup>ns</sup>
CV 1 (%)	-	21,34	31,75	28,90	38,92	33,81
CV 2 (%)	-	18,11	16,93	31,01	24,27	27,70

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\* = significativo a 0,01 de probabilidade; \* = significativo a 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo

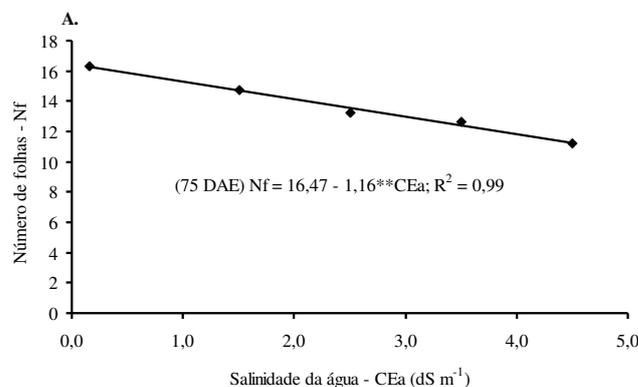
O aumento da salinidade da água de irrigação afetou a redução do número de folhas das plantas; conforme a equação de regressão (Figura 3A), ocorreu decréscimo de 7,04% aos 75 DAE, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. Verifica-se no presente trabalho, que a salinidade prejudica o crescimento vegetativo mostrando que a mesma afeta a cultura no período em que ocorre a queda das folhas do girassol, estando de acordo com Guedes Filho et al. (2013) de que o incremento da salinidade das águas de irrigação afetou, de forma negativa, o número de folhas aos 30 e 75 DAE, ocorrendo decréscimo de 1,66 e 4,76%, respectivamente, nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

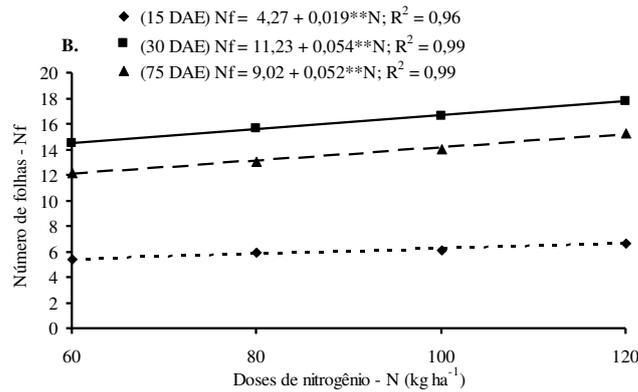
Para Travassos et al. (2012) o efeito da salinidade da água de irrigação afetou o número de folhas de forma negativa, ocorrendo decréscimo relativo de 5,92; 7,95 e

7,81%, aos 20, 30 e 50 DAP, respectivamente, por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Resultados encontrados por Oliveira et al. (2010) estudando a interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol, afirmam que o número de folhas por plantas reduziu linearmente em 27,7 % aos 40 DAS, com o incremento da salinidade da água utilizada na irrigação de 0,5 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

O aumento das doses de adubação nitrogenada afetou positivamente o número de folhas do girassol, de forma linear, conforme a equação de regressão (Figura 3B), ocorrendo acréscimo de 21,07; 22,65 e 25,70% aos 15, 30 e 75 DAE, respectivamente, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. Observa-se que o número de folhas na planta é influenciado pela adubação nitrogenada demonstrando que o efeito da deficiência de nitrogênio depende do estado de desenvolvimento da planta e de quando é imposto a baixos níveis de nitrogênio. Campos, (2012) em estudo com aumento das doses de nitrogênio nos intervalos de 0 a 100 kg ha<sup>-1</sup> N na cultura do girassol, observa-se que o aumento da dose de nitrogênio aos 40 DAS resultou no aumento do número de folhas, em que o incremento máximo (16 folhas) foi estimado com dose de 67,95 kg ha<sup>-1</sup> de N; O autor afirma ainda que a partir do ponto de máxima existe tendência de redução no número final de folhas.

Biscaro et al. (2008) observaram, estudando a aplicação parcelada de N em cobertura (0 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N) sobre a cultura do girassol em condição de campo, que o número de folhas aumentou em função dessas doses, em todas as datas de avaliação. Em pesquisa realizada no município de Bahawalpur, Paquistão, com a cultura do girassol submetida a adubação com NPK, Nawaz et al. (2003), verificaram que o maior número de folhas por planta foi obtido no tratamento de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.





**Figura 3.** Número de folhas das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, cultivado em função da salinidade da água de irrigação aos 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 15, 30 e 75 DAE (B)

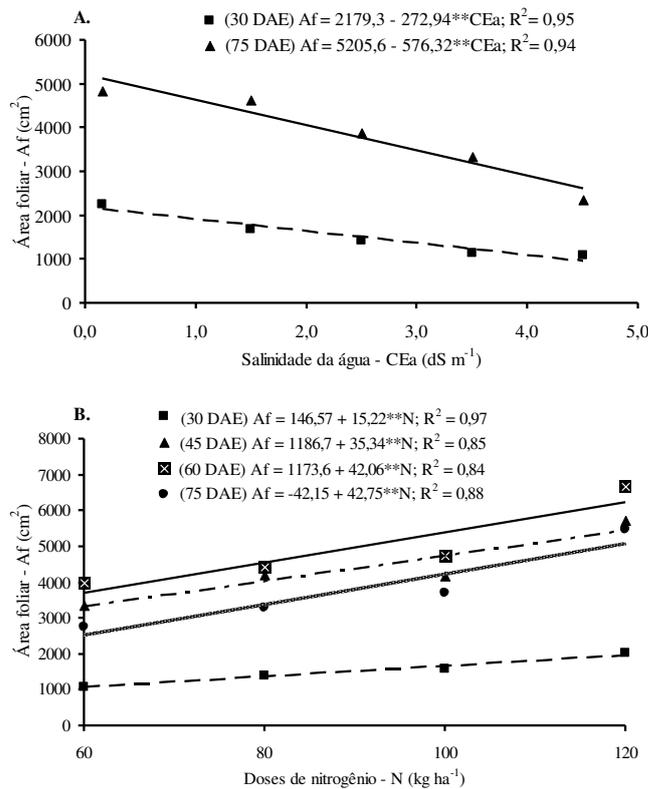
A área foliar do girassol foi afetada pela salinidade das águas de irrigação e, conforme a equação de regressão (Figura 4A), verifica-se decréscimo na AF de 12,52 e 11,07% aos 30 e 75 DAE, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. Nesta ocasião o aumento da CEa promoveu redução de 50,08 e 44,28% na AF das plantas irrigadas com águas de CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup>, em relação à CEa de 0,15 dS m<sup>-1</sup>. Nobre et al. (2011) encontraram, estudando produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, resultados de decréscimo na AF de 11,9% aos 50 DAS, por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 52,5% na área foliar das plantas irrigadas com água de 4,9 dS m<sup>-1</sup> em relação à testemunha.

Resultados encontrados por Guedes Filho et al. (2013), afirmam que o aumento da salinidade das águas de irrigação também prejudicou a área foliar do girassol com valores que decresceram em níveis de 5,93; 6,22; 7,82 e 9,26% aos 30, 45, 60 e 75 DAE, respectivamente, por aumento unitário da salinidade da água de irrigação.

O aumento das doses de adubação nitrogenada afetou positivamente a área foliar do girassol de modo que o comportamento desta variável se ajustou ao modelo de regressão linear (Figura 4B), ocorrendo acréscimo de 86,17, 64,12, 68,26 e 101,67%, aos 30, 45, 60 e 75 DAE, respectivamente, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. Resultados encontrados por Campos (2012) mostrou que a AF aumentou com a elevação das doses de nitrogênio nos tratamentos 100 kg ha<sup>-1</sup> de N os dados foram 81,68 e 32,16% superiores quando comparados aos tratamento controle (0 kg ha<sup>-1</sup> de N), para as plantas avaliadas ao 40 e 60 DAS. Os dados de área foliar submetidos ao

aumento das doses de adubação nitrogenada estão de acordo com os relatados por Ali et al. (2004), Cechin e Fumis (2004), De Giorgio et al. (2007) e Bakht et al. (2010).

Nobre et al. (2011) encontraram, estudando produção do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, resultados de que o N não promoveu efeito em nenhuma das épocas de avaliação realizada sobre a área foliar do girassol. Segundo os autores, o fato ocorreu em razão de o vermicomposto aplicado antes da semeadura, que forneceu quantidade equivalente a  $126 \text{ mg kg}^{-1}$  de N no solo, provavelmente ter mascarado o efeito de doses de N aplicado.



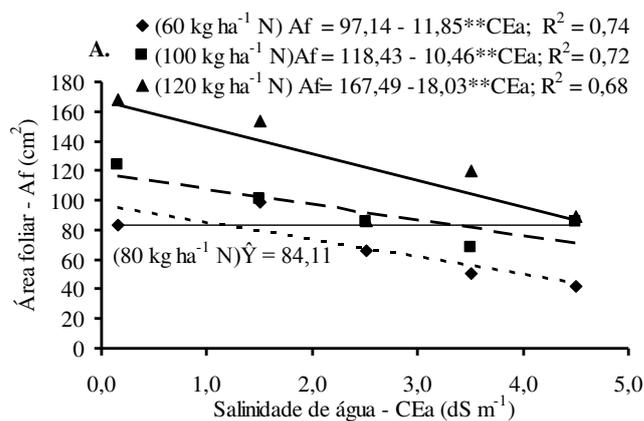
**Figura 4.** Área foliar das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 30, 45, 60 e 75 DAE (B)

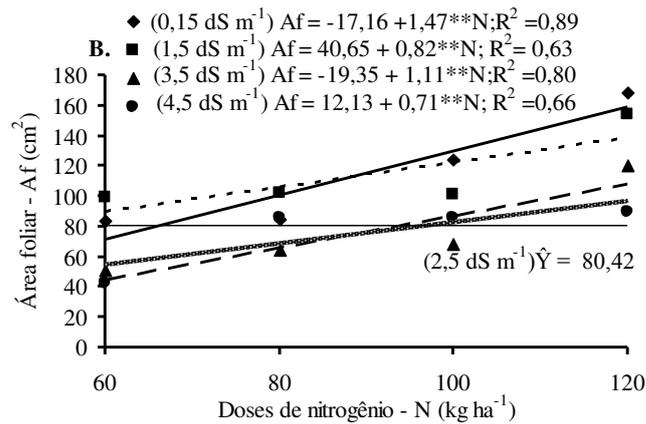
No desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio foram observados resultados significativos para as doses 60, 100 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N de forma linear (Figura 5A), ocorrendo decréscimo de 12,19; 8,83 e 10,76%, por incremento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação de modo que a área foliar das plantas cultivadas com  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N foi maior comparada com aquela proveniente de plantas adubadas com 100 e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,

deixando claro que o nitrogênio pode atenuar os efeitos da salinidade das águas de irrigação, caso em que a adubação com dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de N apresentou redução de 48,76% na AF das plantas irrigadas com CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup> em relação a 1,5 dS m<sup>-1</sup>.

Em referência ao desdobramento, o fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação mostrou resultados significativos para os níveis de salinidade 0,15; 1,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> de forma linear (Figura 5B), ocorrendo acréscimo de 124,16; 54,76; 140 e 77,84%, por aumento das doses de adubação nitrogenada, de modo que no presente trabalho o nível de salinidade da água de irrigação com CEa de 0,15 dS m<sup>-1</sup> dentro da dose de adubação 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, foi superior na AF em relação as menores doses testadas, em todos os intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. É importante ressaltar neste trabalho, que o período de avaliação de 15 DAE foi aplicado apenas 1/3 da adubação nitrogenada.

Os resultados estão de acordo com Guedes Filho et al. (2013) que encontraram, estudando biometria do girassol em função da CEa variando de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup> e doses de adubação nitrogenada de 40 a 100 kg ha<sup>-1</sup>, interação entre os fatores para área foliar da planta aos 15 DAE. Oliveira et al. (2010) não registraram, estudando, em ambiente protegido a interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol, aos 40 DAS, efeitos significativos entre os fatores sobre a área foliar.





**Figura 5.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondente à área foliar aos 15 DAE

## CONCLUSÕES

1. O diâmetro do caule, altura da planta, o número de folhas e área foliar do girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000, são comprometidos com o incremento da CEa de irrigação, a partir de 0,15 dS m<sup>-1</sup>;
2. O diâmetro caulinar, altura de planta, o número de folhas e área foliar do girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000 são estimulados positivamente pela adubação nitrogenada;
3. As doses de adubação nitrogenada atenuam o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a área foliar aos 15 dias após a emergência das plantas de girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, H.; RANDHAWA, S. A.; YOUSAF, M. Quantitative and qualitative traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by planting dates and nitrogen application. *International Journal of Agriculture & Biology*, v.6, n.2, p.410-412, 2004.

ARRUDA, F. P.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F. da; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.21-27, 2002.

BAKHT, J.; SHAFI, M.; YOUSAF, M.; SHAH, H. U. Physiology, phenology and yield of sunflower (autumn) as affected by NPK fertilizer and hybrids. *Pakistan Journal Botany*, v.42, n.3, p.1909-1922, 2010.

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*, v.32, n.5, p. 1366-1373, 2008.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Emergence and growth of corn and soybean under saline stress. *Scientia Agricola*, v.64, n.5, p. 451-459, 2007.

CAMPOS, V. B. Adubação NPK e irrigação na cultura do girassol em dois tipos de solo. Campina Grande: UFCG. 2012. 94p. Tese de Doutorado.

CECHIN, I.; FUMIS, T. F. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science*, v.166, p.1379-1385, 2004.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. *Revista de Engenharia Ambiental*, v.8, n.1, p.126-133, 2011.

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

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D. GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. da. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, n.4, p.514-521, 2009.

DE GIORGIO, D.; MONTEMURRO, V.; FORNARO, F. Four-year field experiment on nitrogen application to sunflower genotypes grown in semiarid conditions. *Helia*, v.30, n.47, p.15-26, 2007.

DI CATERINA, R.; GIULIANI, M. M.; ROTUNNO, T.; DE CARO, A.; FLAGELLA, Z. Influence of salt stress on seed yield and oil quality of two sunflower hybrids. *Annals of Applied Biology*, v.151, p.145-154, 2007.

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.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Crop water information: Sunflower. Disponível em: <[http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_sunflower.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_sunflower.html)>. Acesso em 18 jan. 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. 32p

FLORES, P.; BOTELLA, M. A.; MARÍNEZ, V.; CERDA, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: Nitrate uptake and reduction. *Journal of Plant Nutrition*, v.25, n.1, p. 177-187, 2002.

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS, J. B. GUEYI H. R.; CAVALCANTE, L. F.; FARIAS, H. L. de. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.7, n.5, p. 277-289, 2013.

IVANOFF, M. E. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J.; SEDYAMA, T. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na Savana de Roraima. Revista Ciência Agronômica, v.41, n.3, p.319-325, 2010.

LV, S.; ZHANG, K., GAO, Q.; LIAN, L.; SONG, Y.; ZHANG, J. R. Overexpression of an H<sup>+</sup>-PPase gene from *Thellungiella halophila* in cotton enhances salt tolerance and improves growth and photosynthetic performance. Plant & Cell Physiology, v.49, n.8, p. 1150-1164, 2008.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. Ciência Rural, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. Riscos de salinidade em áreas irrigadas. In: Miranda, J. H.; Pires, R. C. M. (ed.). Irrigação. Piracicaba: FUNEP, 2001. cap.5, p.255-314. Série Engenharia Agrícola, Irrigação.

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. Plant and Soil, v.274, n.1, p.3-6, 2004.

MORAIS, F. A.; GURGEL, M. T. OLIVEIRA, F. H. T.; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. Revista Ciência Agronômica, v.42, n.2, p.327-336, 2011.

NAWAZ, N.; SARWAR, G.; YOUSAF, M.; NASEEB, T.; AHMAD, A.; SHAH, M. J. Yield and yield components of sunflower as affected by various NPK levels. Asian Journal of Plant Sciences, v.2, n.7, p.561-562, 2003.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, v.39, p.758-765, 2009.

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

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.358-365, 2010.

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*, v.35, n.1, p.929-937, 2011.

OLIVEIRA, F. de A.; OLIVEIRA, F. R. A. de.; CAMPOS, M. de S.; OLIVEIRA, M. K. T. de.; MEDEIROS, J. F. de.; SILVA, O. M. dos P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.4, p.479-484, 2010.

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

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; WANDERLEY, J. A. C. Comportamento produtivo do girassol em função de doses de nitrogênio. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.8, n.2, p.49-54, 2013.

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, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; FERNANDES, C. R. R.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansô sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, n.2, p.240-246, 2009.

SILVA, S. M. S.; NEVES, A. N.; GUYEI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S. SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.4, p.335-342, 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*, v.56, n.5, p.602-610, 2009.

TRAVASSOS K, D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; BARROS, H. M. M.; DIAS, N. da S.; SILVA, F. V. da. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. *Irriga, Edição Especial*, p.324-339, 2012.

**IV.2. Irrigação com água salina e adubação nitrogenada nos componentes de produção e rendimento do girassol**

**RESUMO** - As práticas de manejo da irrigação com água salina e adubação nitrogenada na agricultura contribuem de forma expressiva para a expansão do cultivo do girassol na região semiárida do nordeste brasileiro. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os componentes de produção e o rendimento do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, submetidas a diferentes níveis de salinidade das águas de irrigação e doses de nitrogênio, em experimento conduzido em condições de campo no município de Remígio, Paraíba, entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013. Usou-se um delineamento em bloco casualizado analisado em parcelas subdivididas 5 x 4, testando cinco níveis de salinidade da água de irrigação variando entre 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup> e quatro doses de nitrogênio correspondentes a 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, com 3 repetições e 30 plantas por parcela. A salinidade da água de irrigação e a adubação nitrogenada afetam o cultivo de girassol de forma independente. Os níveis de condutividade elétrica das águas de irrigação a partir de 0,15 dS m<sup>-1</sup> influenciam linear e negativamente o número total de aquênios, o número de aquênios viáveis, a produtividade, o rendimento em óleo e a fitomassa seca do capítulo enquanto o número total de aquênios, o número de aquênios viáveis, a fitomassa de mil aquênios, o diâmetro do capítulo, a produtividade e a fitomassa seca do capítulo, aumentam com as doses de N e o teor de óleo dos aquênios do girassol é afetado de forma negativa.

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

**Irrigation with saline water and nitrogen fertilization on components of production and yield of sunflower**

**ABSTRACT** - The practice of management of irrigation with saline water and nitrogen fertilizer in agriculture contribute expressively to the expansion of the cultivation of sunflower in semiarid northeastern Brazil. In this context, the present study aimed to evaluate the compenentes of production and yield of sunflower crop cv. EMBRAPA 122 V-2000 subjected to different levels of salinity of irrigation water and nitrogen, in an experiment conducted in the municipality of Remigio - PB during November 2012

and February 2013. We used an experimental design in randomized blocks analyzed in split plot 5 x 4, referring to five salinity levels of irrigation water (0.15, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) and four nitrogen levels (40, 60, 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications and 30 plants per plot. The salinity of irrigation water and nitrogen fertilization affected the sunflower crop in independent way. Levels of electrical conductivity of irrigation water from 0.15 dS m<sup>-1</sup> linear and negatively influences the total number of achenes, the number of viable achenes, productivity, oil yield and dry matter of the chapter, while the total number of achenes, the number of viable achenes, biomass of thousand achenes, the head diameter, productivity and dry matter of the chapter, increases with N doses while the oil content of sunflower achenes is affected negatively.

**Key words:** *Helianthus annuus* L. Oilseed. Salinity. Nitrogen.

### INTRODUÇÃO

O consumo crescente de energia proveniente de combustíveis fósseis e seus impactos inerentes à mudança climática, levaram a políticas favorecendo a utilização de energias renováveis e ao desenvolvimento de produção de biomassa (MCKENDRY, 2002a; MCKENDRY, 2002b). Dentre as culturas consideradas para a produção de biocombustíveis o milho, a soja e o trigo são utilizados visando à obtenção de bioetanol e a mamona, o pinhão-manso e o girassol para biodiesel (RODRIGUES et al., 2010).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, originária da América do Norte. É mundialmente cultivada em todos os continentes tendo como principais produtores a Rússia, Ucrânia, Argentina e países do Oriente Médio (FAO, 2010). Pode ser cultivada em todas as regiões do País pois o rendimento é pouco influenciado pelas latitudes e altitudes, assim como pelo fotoperíodo, o que facilita a expansão do cultivo no Brasil (ZOBIOLE et al., 2010). Trata-se de uma espécie extremamente versátil cujos principais produtos são o óleo, produzido de seus aquênios (frutos) e a ração animal, além de ser utilizada na alimentação humana e como planta ornamental.

O cultivo de espécies oleaginosas na região semiárida do nordeste constitui alternativas a problemas econômicos e socioambientais, destacando-se a cultura do

girassol, que possui ampla adaptabilidade climática, é pouco exigente em água e segundo Katerji et al. (2000) como planta tolerante a salinidade.

A salinidade é um dos principais fatores ambientais limitantes ao crescimento e à produtividade das culturas (LV et al., 2008), uma vez que as altas concentrações de sais no solo podem, além de reduzir o seu potencial hídrico, provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA et al., 2009). Os efeitos negativos da irrigação com água salina em oleaginosas têm sido objeto de estudos de vários pesquisadores nacionais, como Correia et al. (2009) e Silva et al. (2009), inclusive na cultura do girassol (NOBRE et al., 2010).

Dentre as práticas técnicas utilizadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade dos cultivos, o suprimento nutricional se destaca sendo o nitrogênio o macronutriente exigido em maior quantidade (LAVRES JUNIOR et al., 2005), em razão de participar na formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo das plantas (FLORES et al., 2001).

O nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol; sua deficiência causa a desordem nutricional. Este nutriente é o que mais limita a produção do girassol visto que seu excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos (BISCARO et al., 2008).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar os componentes de produção e o rendimento do girassol submetido a diferentes níveis de salinidade das águas de irrigação e doses de nitrogênio.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em condições de campo, durante o período de 4 de novembro de 2012 a 9 de fevereiro de 2013 no Sítio Macaquinhos, localizado a 8 km ao Sul 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 média de 470 m. A classificação do solo da área experimental é Neossolo Quarteazarênico Eutrófico cuja caracterização física e química na camada de 0 - 20 e 20 - 40 cm foi realizada (Apêndices 3 e 4), utilizando-se as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em parcelas subdivididas no esquema 5 x 4, referentes a cinco 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 correspondentes a 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, com três repetições. Cada parcela correspondeu às dimensões de 4,0 x 3,0 m, totalizando 12 m<sup>2</sup>, tendo 30 plantas por unidade experimental, no espaçamento de 0,40 m entre plantas e de 1,0 m entre linhas. A variedade de girassol utilizada no experimento foi a EMBRAPA 122 V-2000.

O preparo da área constou de três gradagens, sendo duas aradora na profundidade de 30 cm de corte e uma niveladora. Foram incorporados às fileiras 15 kg de esterco bovino por parcela, 30 dias antes do plantio. A adubação em 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 oriundo do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada na forma de ureia foi aplicada conforme os tratamentos e a adubação potássica a 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 dois terços em cobertura, divididos em duas aplicações iguais aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas.

O preparo da água foi feito dentro de cinco recipientes com capacidade de 3000 L e para os níveis de salinidade das águas o NaCl foi adicionado à água proveniente de um açude com CEa de 0,15 dS m<sup>-1</sup> localizado próximo ao local do experimento sendo que as quantidades utilizadas no preparo das águas de irrigação foram determinadas conforme Rhoades et al. (2000), de forma a se obter a CEa do respectivo tratamento, conferindo-se o seu valor com auxílio de um condutivímetro. A irrigação foi realizada a cada dois dias pelo sistema de irrigação localizado por gotejamento usando-se fita gotejadora com vazão de 6,0 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 7,0 m.c.a. A lâmina de água de irrigação foi calculada com base na ETo estimado utilizando-se dados da estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada a 8 km de distância em linha reta da área experimental e no Kc da cultura (FAO, 2010).

A semeadura foi realizada manualmente semeando-se oito sementes equidistantes 0,4 m por cova. Aos 10 dias após a emergência (DAE) realizou-se o primeiro desbaste deixando-se as três plantas mais vigorosas por cova e aos 15 DAE efetuou-se novo desbaste mantendo-se apenas uma planta por cova. Aos 30 DAE foram realizadas uma capina manual para controlar as plantas daninhas e uma pulverização

com inseticida Provado 200 Sc na dosagem de 0,35 L ha<sup>-1</sup> em 100 L de água para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

As variáveis foram determinadas após colheita realizada aos 90 dias após emergência (DAE), determinando-se o número total de aquênios (NTA) pela contagem manual de todos os aquênios do capítulo; foi separado e contado o número de aquênios viáveis (NAV) para o cálculo da porcentagem de aquênios viáveis (%AV) pela relação entre o número de aquênios viáveis e o número total de aquênios; o diâmetro do capítulo (DCAP) foi medido com uma régua milimétrica, a fitomassa seca do capítulo (FSCAP) feita após a retirada dos aquênios, fitomassa de mil aquênios viáveis (F1000A), a produtividade (P) (kg ha<sup>-1</sup>) foi estimada pela produção das 30 plantas de cada unidade experimental com teor de umidade dos aquênios de 13%, o teor de óleo (TO) foi realizado na Embrapa Algodão com base em metodologias de Paz (1996) e o rendimento do óleo (RO) (kg ha<sup>-1</sup>) foi calculado pela equação:

$$R = P \times TO$$

Onde R = rendimento em óleo; P = produtividade; TO = teor de óleo

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' a nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade e nos casos de efeitos significativos realizou-se análise de regressão polinomial através do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras) (FERREIRA, 2003).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com análise de variância a salinidade da água de irrigação de forma isolada foi significativa ( $p < 0,01$ ) para o número total de aquênios e número de aquênios viáveis enquanto a adubação nitrogenada afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) todas as variáveis avaliadas, com exceção da porcentagem dos aquênios viáveis, em que não se verificou efeito significativo pelo teste F da interação entre os fatores salinidade das águas de irrigação e doses de adubação nitrogenada (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente ao número total de aquênios (NTA), número de aquênios viáveis (NAV), porcentagem de aquênios viáveis (%AV), fitomassa de 1000 aquênios viáveis (F1000A) e ao diâmetro do capítulo (DCAP) ao

## Capítulo IV - Pesquisas realizadas no segundo ciclo

final do ciclo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade das águas de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		NTA	NAV	% AV	F1000A	DCAP
Salinidade (S)	4	241781,23 <sup>**</sup>	199092,48 <sup>**</sup>	12,52 <sup>ns</sup>	352,05 <sup>ns</sup>	11,09 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	944866,48 <sup>**</sup>	775168,78 <sup>**</sup>	-	-	-
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	33187,93	24682,38	12,23	152,09	7,22
Blocos	2	71155,55 <sup>ns</sup>	57801,21 <sup>ns</sup>	20,40 <sup>ns</sup>	500,64 <sup>ns</sup>	15,61 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	239570,44 <sup>**</sup>	211569,21 <sup>**</sup>	4,56 <sup>ns</sup>	790,01 <sup>*</sup>	42,49 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	596926,41 <sup>**</sup>	521250,08 <sup>**</sup>	-	2360,96 <sup>**</sup>	116,93 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	25538,45	24131,03	11,29	178,61	3,72
Interação S x N	12	13288,01 <sup>ns</sup>	11461,66 <sup>ns</sup>	2,78 <sup>ns</sup>	48,37 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	19,73	18,71	3,85	13,47	16,87
CV2 (%)	-	17,31	18,50	3,70	14,60	12,12

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

O aumento da salinidade das águas de irrigação inibiu o número total de aquênios e, conforme equação de regressão (Figura 6A), ocorreu decréscimo de 7,30%, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. Esses resultados estão de acordo com Travassos et al. (2011) constataram, após conduzir experimento em casa de vegetação com o girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 sob irrigação com águas de diferentes salinidades (0,5 a 5,0 dS m<sup>-1</sup>), que a produção de aquênios decresceu 9,64% por incremento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. Katerji et al. (2000) obtiveram, na produção do girassol sob condições de diferentes CEa, um decréscimo de 56,12% irrigado com uma água de CE de 3,9 dS m<sup>-1</sup> em relação à água de CE de 0,8 dS m<sup>-1</sup>, decréscimo muito superior ao encontrado no presente trabalho.

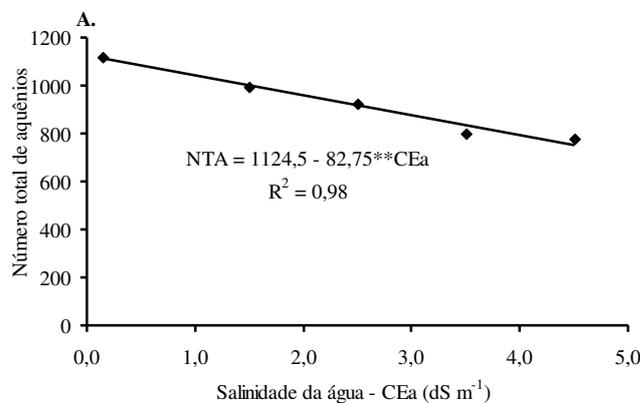
A diminuição na produção do número de aquênios é devida às condições salinas que a cultura do girassol é afetada, sendo um fator que limita o crescimento e a produtividade das plantas. Segundo Leonardo et al. (2003), em condições salinas ocorre

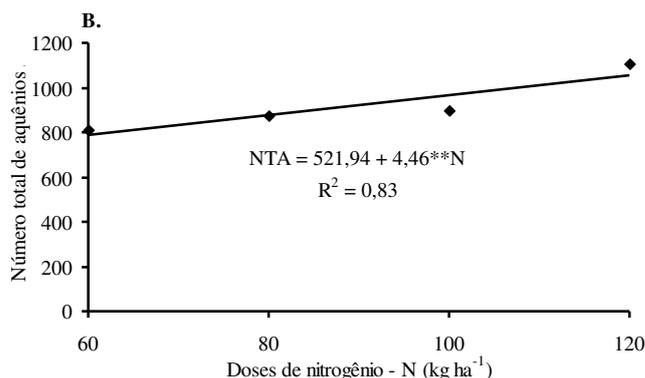
redução na disponibilidade de águas às plantas em razão do abaixamento no potencial osmótico da solução do solo; assim, a planta tende a dispende mais energia para absorver água e nutrientes.

O número total de aquênios foi afetado positivamente e de acordo com a equação de regressão (Figura 6B), ocorreu acréscimo de 33,89%, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Campos, (2012) afirma, estudando doses crescentes de N (0 a 100 kg ha<sup>-1</sup>) na cultura do girassol, em ambiente protegido, que a ausência de nitrogênio foi responsável pelo baixo número de aquênios (145,29); contudo, com o aumento das doses de N o número de aquênios (NA) foi elevado, promovendo o NA máximo de 570,23 unidades.

O nitrogênio é o macronutriente exigido em maior quantidade pela cultura do girassol e principal elemento responsável direto pelo crescimento das plantas. Sachs et al. (2006), afirmaram que o número de aquênios por capítulo é influenciado pela adubação nitrogenada com resposta máxima na dose de 46 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo os autores, vários fatores afetam o desenvolvimento do capítulo determinando o número potencial de flores e, conseqüentemente, o número de aquênios; esses fatores são a época de semeadura, cultivar, tratos culturais, frequência de agentes polinizadores e doses de N.

Resultados de aumento do número de aquênios com incremento das doses de N encontrados nesta pesquisa foram relatados por Malik et al. (2009). Os autores encontraram o maior número de aquênios por capítulo (283,4) com a dose de 130 kg ha<sup>-1</sup> N quando comparado ao controle (161,7), tendência de crescimento também foi observada por Abbadi et al. (2008).





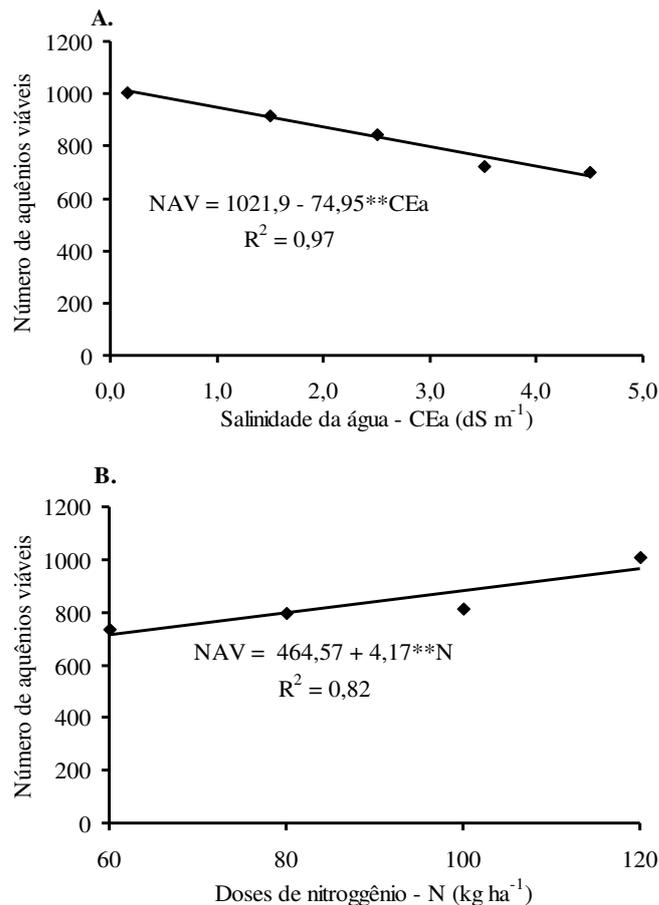
**Figura 6.** Número total de aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

Para a variável número de aquênios viáveis, o incremento dos níveis de salinidade das águas de irrigação afetou de forma decrescente (Figura 7A), ocorrendo decréscimo de 7,35%, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. Santos Junior et al. (2011) observaram, estudando sobre cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade variando de 1,7 a 11 dS m<sup>-1</sup>, em ambiente protegido, um decréscimo na variável número de aquênios viáveis de 11%, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Os autores encontraram uma média máxima de produção de aquênios viáveis no nível de salinidade CEa = 4,3 dS m<sup>-1</sup>, em torno de 300 unidades enquanto que no presente estudo foi encontrada uma média de 1010 e 684,62 unidades de aquênios viáveis com CEa de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.

O decréscimo na produção de aquênios viáveis pode ter ocorrido em razão do estresse salino que prejudicou a planta, provocando um desbalanço nutricional de vez que o excesso de sódio na solução do solo provoca distúrbio na absorção de nutrientes, afetando as concentrações de nutrientes, como o Ca, Mg e K na planta (VIANA et al., 2001).

O aumento das doses de adubação nitrogenada afeta o número de aquênios viáveis de forma positiva (Figura 7B) verificando-se acréscimo de 35,00%, com incremento das doses de adubação nitrogenada, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados bem maiores que no presente trabalho foram encontrados por Guedes Filho et al. (2011), estudando níveis crescentes das doses 60 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, resultando em acréscimos de cerca de 65% das sementes viáveis produzidas.

Pode-se atribuir o aumento na viabilidade do número de aquênios às funções do N no metabolismo das plantas; segundo Chaves et al. (2011), o nitrogênio é um dos macronutrientes responsáveis pelo aumento da produtividade e pela rentabilidade das culturas, por fazer parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas e clorofila, dentre outras moléculas, estando diretamente relacionado às características ligadas ao crescimento da planta.



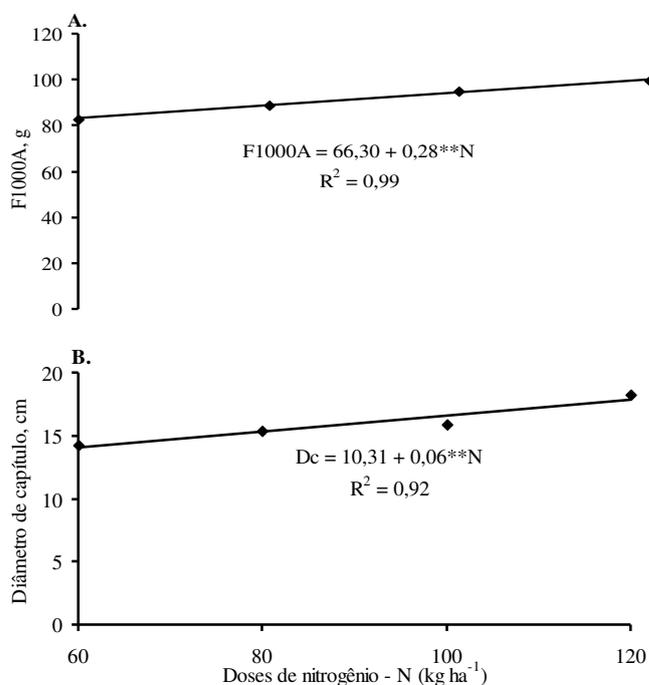
**Figura 7.** Número de aquênios viáveis do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

O aumento das doses de adubação nitrogenada afetou positivamente a fitomassa de 1000 aquênios viáveis ocorrendo, conforme equação de regressão (Figura 8A), ocorrendo acréscimo de 20,33%, nos intervalos das doses de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Esses resultados estão de acordo com Lobo et al. (2012) em estudo sobre efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol, os quais encontraram acréscimo de 23,78% com o aumento das dosagens de 50 a 130 kg ha<sup>-1</sup> de N na massa de mil sementes. Estudos de Nobre et al. (2011) em relação ao fator dose de N, mostraram que o efeito

sobre a massa de 100 aquênios foi positivo ocorrendo incremento de 6,9 % por aumento de 25% na dose de N (na presença de 2% de vermicomposto), o aumento da fitomassa dos aquênios, provavelmente pode ser pelo maior suprimento de nutrientes que foi fornecidos à planta.

O diâmetro do capítulo foi influenciado pelas doses de adubação nitrogenada de forma linear (Figura 8B), ocorrendo acréscimo de 25,90% nos intervalos das doses de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Lobo & Grassi Filho (2007) constataram que o N influenciou no diâmetro de capítulo do girassol, mas não foram aplicadas as doses de nitrogênio a média de diâmetro foi de 19,9 cm e onde foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de N os autores obtiveram média de 22,4 cm influenciando, desta maneira, a produtividade do girassol. O diâmetro do capítulo foi, no presente trabalho, superior ao obtido por Biscaro et al. (2008), em pesquisa sobre a cultivar H 358 da Dekalb, valor máximo alcançado de 11,9 cm na dose de 44,9 kg ha<sup>-1</sup> de N, parcelada em três vezes.

Ivanoff et al. (2010) afirmam que um manejo adequado da adubação nitrogenada pode proporcionar incrementos da ordem de 16% no diâmetro médio do capítulo do girassol. Efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o diâmetro do capítulo do girassol também foi registrado por Siddiqui et al. (2009), Abdel-Motagally e Osmar (2010) e Oyinlola et al. (2010).



**Figura 8.** Fitomassa de 1000 aquênios viáveis (A) e diâmetro de capítulo (B) de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da adubação nitrogenada

Com base na análise de variância os efeitos isolados dos fatores salinidade das águas de irrigação para produtividade, rendimento em óleo e fitomassa seca do capítulo, foram significativos ( $p < 0,01$ ) e a variação das doses de nitrogênio exerceu efeito significativo em todas as variáveis de avaliação, com exceção do rendimento em óleo. Observa-se não haver efeito interativo entre a salinidade das águas de irrigação e doses de adubação nitrogenada sobre as variáveis avaliadas indicando que as plantas irrigadas com diferentes CEa tiveram comportamento semelhante quando foram submetidas às diferentes doses de N e vice-versa (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância referente à produtividade (P), teor de óleo (TO), rendimento em óleo (RO) e fitomassa seca do capítulo (FSCAP) ao final do ciclo da cultura do girassol, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		P	TO	RO	FSCAP
Salinidade (S)	4	497470,68 <sup>*</sup>	3,89 <sup>ns</sup>	88447,09 <sup>*</sup>	769,05 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	1984625,42 <sup>**</sup>	-	35037,65 <sup>**</sup>	2798,20 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-
Resíduo 1	8	105447,94	16,83	18303,68	57,07
Blocos	2	184621,71 <sup>ns</sup>	14,71 <sup>ns</sup>	16511,46 <sup>ns</sup>	260,48 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	247766,55 <sup>**</sup>	31,32 <sup>*</sup>	11104,16 <sup>ns</sup>	1030,08 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	734778,03 <sup>**</sup>	90,31 <sup>**</sup>	-	2964,79 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-
Resíduo 2	30	47357,78	7,75	11353,03	59,53
Interação S x N	12	19863,16 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>	5394,30 <sup>ns</sup>	117,88 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	17,19	9,86	17,25	17,23
CV2 (%)	-	11,52	6,69	13,58	17,60

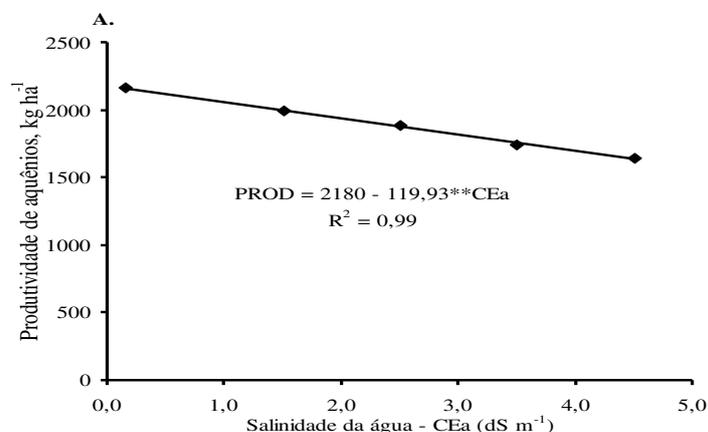
GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 0,01 de probabilidade; \*= significativo a 0,05 de probabilidade; ns = não significativo

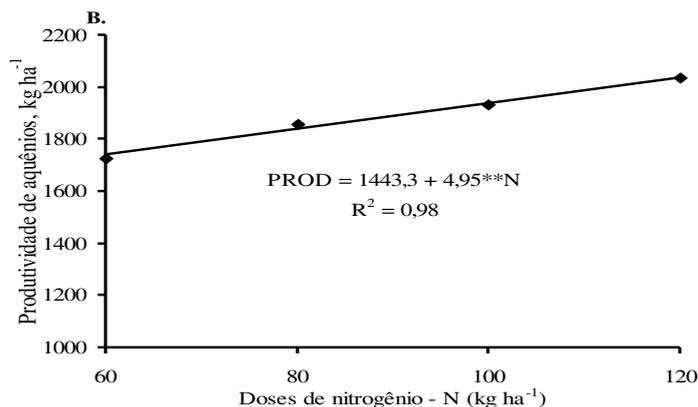
A salinidade da água de irrigação inibiu a produtividade dos aquênios ocorrendo, conforme equação de regressão (Figura 9A), decréscimos de 7,33%, na produtividade de 1010,65 e 684,62 kg ha<sup>-1</sup>, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de

irrigação, nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>. Observa-se no presente trabalho, que a produtividade dos aquênios é muito prejudicada com o aumento da salinidade das águas de irrigação, resultados que não corroboram com Morais et al. (2011) que em estudo sobre a influência da irrigação com água salina na cultura do girassol, não encontraram efeito negativo na produtividade com níveis crescentes de salinidade com CEa até 3,53 dS m<sup>-1</sup>. A ausência do efeito entre os tratamentos demonstrou que a variedade de girassol híbrido H251 tolera alta salinidade em condições de campo, sem prejuízos na produtividade de aquênios.

As doses de adubação nitrogenada afetaram positivamente a produtividade de aquênios de forma linear (Figura 9B), ocorrendo acréscimo de 17,06 % na produtividade de 1740,03 e 2037,30 kg ha<sup>-1</sup> de aquênios com aumento da dose de 60 para 120 kg ha<sup>-1</sup>. Lobo et al. (2012) verificaram, analisando os resultados da produtividade de grãos, que a produtividade variou de 2.152 para 3.802 kg ha<sup>-1</sup> para doses de N entre 50 e 130 kg ha<sup>-1</sup>, e a melhor dose de N para se obter a maior produtividade de grãos foi de 105 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo os autores, acima desta dosagem ocorreu diminuição da produtividade visto que o excesso de N favorece a inibição de outro elemento, como o B.

Biscaro et al. (2008) encontraram resultados que estão de acordo com o presente trabalho, estudando a aplicação parcelada de nitrogênio em cobertura (0 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N) sobre a cultura do girassol em condição de campo, e obtiveram produtividade de aquênios de 2101 kg ha<sup>-1</sup> com a cultivar H358 da Dekalb alcançando, com a dose de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N a máxima eficiência para produção. Para Smiderle et al. (2002) as maiores produtividades de girassol foram obtidas na dosagem de N de 84 kg ha<sup>-1</sup> e dosagens maiores prejudicaram a produção dos grãos.



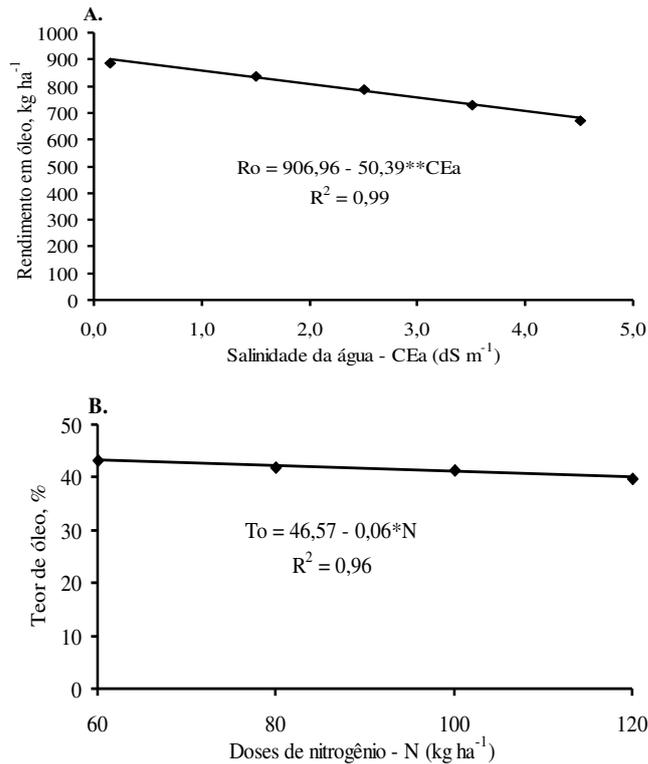


**Figura 9.** Produtividade do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

O rendimento em óleo é afetado de forma linear decrescente e conforme a equação de regressão (Figura 10A) ocorreu decréscimo de 5,55%, no rendimento de óleo de 899,40 e 680,20 kg ha<sup>-1</sup>, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação, nos intervalos de 0,15 a 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

O aumento das doses de adubação nitrogenada afetou negativamente o teor de óleo do girassol e de acordo com a equação de regressão (Figura 10B), ocorreu decréscimo de 8,45 %, nos intervalos das doses de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. O teor de óleo nos grãos resulta do balanço entre a deposição de lipídeos, proteínas e outras substâncias, dentro das características genéticas da cultivar; segundo Castro et al., (2005) o excesso de N também pode reduzir o teor de óleo na semente porém pode aumentar o teor proteico. Lobo et al. (2012) verificaram, estudando o efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol, que o aumento das doses de N acima de 70 kg ha<sup>-1</sup> diminui o teor de óleo no girassol. Smiderle et al. (2002) observaram que com o aumento das doses de N no girassol houve redução do teor de óleo.

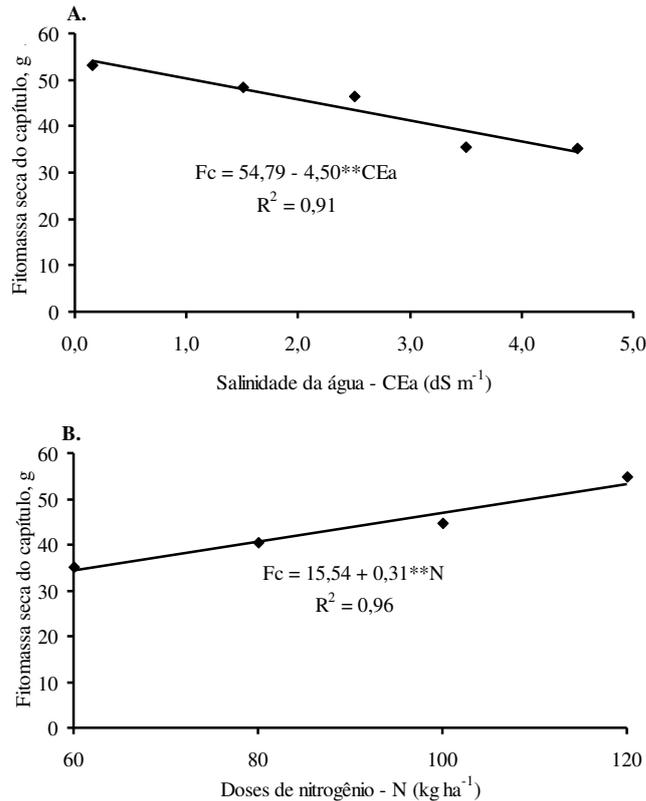
De acordo com o presente estudo, é importante enfatizar que o teor de óleo nos aquênios diminui, a produtividade aumenta o rendimento em óleo não é afetado em função do aumento das doses N, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 10.** Rendimento e teor de óleo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

O aumento da salinidade da água de irrigação inibiu a produção de fitomassa seca do capítulo de forma linear (Figura 11A), ocorrendo decréscimo de 8,21%, por aumento unitário da salinidade das águas de irrigação. O efeito da salinidade das águas de irrigação sobre a fitomassa seca do capítulo foi expressivo mostrando que a planta é prejudicada com a presença de sais na água. Resultados bem maiores que os do presente trabalho, foram mostrados por Santos Júnior et al. (2011), que encontraram valores decrescentes de 50,14% em relação à testemunha, com o aumento da CE de 4,3 dS m<sup>-1</sup>.

As doses de adubação nitrogenada influenciaram, de forma positiva, a fitomassa seca do capítulo ocorrendo, segundo a conforme equação de regressão (Figura 11B), acréscimo de 54,48%, por incremento das doses de adubação nitrogenada, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados que não corroboram com os de Oliveira et al. (2012) que, estudando níveis crescentes de doses de N na fitomassa seca do capítulo sem aquênios, constataram que o N não afetou a variável estudada; resultados de adubação nitrogenada no crescimento da fitomassa estão em consonância com os obtidos por Munir et al. (2007).



**Figura 11.** Fitomassa seca do capítulo de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)

## CONCLUSÕES

1. A salinidade das águas de irrigação e a adubação nitrogenada prejudicam, de forma distinta, as variáveis das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000;
2. O número total de aquênios, o número de aquênios viáveis, a produtividade, o rendimento em óleo e a fitomassa seca do capítulo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, decrescem de forma linear a partir da salinidade da água de irrigação de 0,15 dS m<sup>-1</sup>;
3. O número total de aquênios, o número de aquênios viáveis, a fitomassa de mil aquênios, o diâmetro do capítulo, a produtividade e a fitomassa seca do capítulo sem aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, foram afetados positivamente pela adubação nitrogenada;

4. O teor de óleo nos aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, é a variável mais afetada negativamente com o aumento das doses de N, e fitomassa seca do capítulo sem aquênios mais afetada com o aumento da CEa de irrigação.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBADI, J.; 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.

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 of Agricultural and Environmental Sciences*, v.8, n.4, p.397-401, 2010.

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

CAMPOS, V. B. Adubação NPK e irrigação na cultura do girassol em dois tipos de solo. Campina Grande: UFCG. 2012. 94p. Tese de Doutorado.

CASTRO C. de, OLIVEIRA F. A. de, VERONESI, C.O; SALINET, L. H. Acúmulo de matéria seca, exportação e ciclagem de nutrientes pelo girassol. In: XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16, 2005, Londrina. Anais Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2005. p. 29-31.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. *Revista de Engenharia Ambiental*, v.8, n.1, p. 126-133, 2011.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. da. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 4, p. 514-521, 2009.

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.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Crop water information: Sunflower. Disponível em: <[http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_sunflower.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_sunflower.html)>. Acesso em 18 jan. 2010.

FAO. FAOSTAT – Statistics database 2008. Disponível em: <[http:// apps.fao.org/](http://apps.fao.org/)>. Acesso em 10 outubro de 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2003. 32p

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

GUEDES FILHO, D. H.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, J. T. L. Production of sunflower and biomass depending on available soil water and nitrogen levels. Iranica Journal of Energy & Environment, v. 2, n.4, p. 313-319, 2011.

IVANOFF, M. E. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J.; SEDYAMA, T. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na Savana de Roraima. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n.3, p. 319-325, 2010.

KATERJI, N.; VAN HOORN, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. *Agricultural Management*, v.43, p.99-109. 2000.

LAVRES JUNIOR, J. BOARETO, R. M.; SILVA, M. L. de S.; CORREIA, D.; CABRAL C. P.; MALAVOLTA, E. Deficiência de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.2, p.145-151, 2005.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; GODOY, L. J. G.; MARCHESE, J. A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. *Horticultura Brasileira*. v.21, p.1-4, 2003.

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 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*, v.40, n.1, p.59-68, 2012.

LV, S.; ZHANG, K., GAO, Q.; LIAN, L.; SONG, Y.; ZHANG, J. R. Overexpression of an H<sup>+</sup>-PPase gene from *Thellungiella halophila* in cotton enhances salt tolerance and improves growth and photosynthetic performance. *Plant & Cell Physiology*, v.49, n.8, p. 1150-1164, 2008.

MALIK, M. A.; SALEEM, M. F.; SANA, M.; REHMAN, A. Suitable level of N, P and K for harvesting the maximum economic returns of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, v.6, n.2, p.240-242, 2009.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (Part 1): Overview of biomass. *Biodiesel Technology*, v.83, p.37-46, 2002a.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (Part 2): Conversion technologies. *Biodiesel Technology*, v.83, p.47-54, 2002b.

MORAIS, F. A.; GURGEL, M. T. OLIVEIRA, F. H. T.; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. *Revista Ciencia Agronomica*, v.42, n. 2, p.327-336, 2011.

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 of Botany*, v.39, n.2, p.441-449, 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.358-367, 2010.

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*, v.35, n.1, p.929-937, 2011.

OLIVEIRA, J. T. 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, n.1, p.23-32, 2012.

OYINLOLA, E. Y.; OGUNWOLE, J. O.; AMAPU, I. Y. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen application in a Savanna alfisol. *Helia*, v.33, n.52, p.115-126, 2010.

PAZ, L. M. Ressonância magnética nuclear (RMN), princípios e aplicações. *Óleos & Grãos*, v.7, n.33, p.32-33, 1996.

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

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. *Biodiesel Engineering*, v.106, n.195-204, 2010.

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.

SACHS, L. G.; PORTUGAL, A. P.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; SACHS, P. J. D. Efeito de NPK na produtividade e componentes químicos do girassol. *Semina: Ciências Agrárias*, v.27, n.4, p. 533-546, 2006.

SIDDIQUI, M. H.; OAD, F. C.; ABBASI, M.K.; GANDAH, A. W. Effect of NPK, micronutrients and N-placement on the growth and yield of sunflower. *Sarhad Journal of Agriculture*, v.25, n.1, p.45-52, 2009.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; FERNANDES, C. R. R.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansô sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, n.2, p.240-246, 2009.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: EMBRAPA. Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja-2001: Girassol e trigo. Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.33-39 (Embrapa Soja. Documentos, 218).

TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; SILVA, D. R. S.; NASCIMENTO, A. K. S. do; DIAS, N. da S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.371-376, 2011.

VIANA, A. P.; BRUCKNER, C. H. MARTINEZ, H. E. P.; HUAMAN, C. A. M.; MOSQUIM, P. R. Teores de Na, K, Mg, e Ca em porta-enxertos de videira em solução salina. *Scientia Agricola*, v.58, p.187-191, 2001.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.425-433, 2010.

### **IV.3. Irrigação com água salina e adubação nitrogenada na fitomassa e no teor nutricional NPK do girassol**

**RESUMO** - O uso da irrigação com água salina e a adubação nitrogenada são práticas de manejo indispensáveis para o cultivo do girassol na região semiárida do nordeste, onde ocorrem limitações em quantidade e qualidade da água. Neste contexto, buscou-se avaliar a fitomassa seca e o teor nutricional das plantas de girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 sob diferentes níveis de salinidade de água (CEa) e doses de nitrogênio, em experimento conduzido em condições de campo no município de Remígio, Paraíba, entre o mês de novembro de 2012 e fevereiro de 2013. Usou-se um delineamento em bloco casualizado analisado em parcelas subdivididas 5 x 4, testando cinco níveis de salinidade variando entre 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>, além de quatro doses de nitrogênio relativas a 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, com 3 repetições e 30 plantas por parcela. A salinidade da água de irrigação acima de 0,15 dS m<sup>-1</sup> afetou negativamente a fitomassa seca das plantas aos 45, 60 e 75 dias após emergência (DAE), o teor de potássio de forma quadrática aos 45 e linear aos 75 DAE e positivamente o teor de nitrogênio nas plantas aos 90 DAE; o aumento das doses de nitrogênio afeta positivamente a fitomassa seca em todas as avaliações realizadas nos intervalos de 15 a 90 DAE e o teor de fósforo aos 90 DAE, enquanto que a interação foi significativa para fitomassa seca aos 15 e 45 DAE, teor de nitrogênio 45, 60 e 90 DAE. Dentre as variáveis estudadas a fitomassa seca aos 15 e 45 DAE e o teor de N aos 45, 60 e 90 DAE na planta do girassol, são as variáveis mais sensíveis ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

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

**Irrigation with saline water and nitrogen fertilizer on biomass and nutrient content NPK in sunflower**

**ABSTRACT** - The use of irrigation with saline water and nitrogen are essential management practices for cultivating sunflower in semiarid northeastern region, where limitations in the quantity and quality of water occurs. In this context, we sought to evaluate the dry matter and nutrient content of sunflower plants cv. EMBRAPA 122 V-2000 under different salinity of irrigation water (ECa) and nitrogen fertilization in field experiment conducted in the municipality of Remigio during November 2011 and February 2012. We used an experimental design in randomized blocks analyzed in split plot 5 x 4, referring to five salinity levels of irrigation water (0.15, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) and four nitrogen levels (40, 60, 80 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications and 30 plants per plot. The salinity of irrigation water of 0.15 dS m<sup>-1</sup> negatively affected the dry weight of the plants at 45, 60 and 75 days after emergence (DAE), the potassium content varied in quadratic and linear way at 45 and 75 DAE and positively the nitrogen content in plants at 90 DAE; and increased in nitrogen levels positively affected dry matter of all avaliações accomplished at intervals from 15 to 90 DAE and the content of phosphorus at 90 DAE, while the interaction was significant for dry biomass at 15 and 45 and, nitrogen content at 45, 60 and 90 DAE. Among the variables studied, dry biomass at 15 and 45 and N content at 45, 60 and 90 DAE in the sunflower plant, are the most sensitive variables to increased electrical conductivity of the irrigation water.

**Key words:** *Helianthus annuus* L. Salinity. Nitrogen.

## **INTRODUÇÃO**

A prática da irrigação adequada consiste na melhor forma de garantir uma produção agrícola maior nas regiões áridas e semiáridas do nordeste brasileiro. É oportuno enfatizar que a região possui elevada evapotranspiração e precipitações insuficientes para lixiviar os sais do solo que contribuem com o acúmulo de sais, favorecendo a salinização das áreas irrigadas. O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes

do mundo, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (RHOADES et al., 2000).

Neste contexto, a utilização de águas salinas na agricultura deve ser considerada uma alternativa importante, tendo em vista a escassez de água de boa qualidade, porém existem poucos relatos sobre a tolerância ao estresse salino no girassol. Segundo Katerji et al. (2000), o girassol é uma cultura moderadamente sensível à salinidade mas ainda não se estudou sua tolerância quanto à produção de sementes sob o efeito de água salobra, nas condições semiáridas do Brasil.

O girassol (*Helianthus annuus L.*) vem sendo introduzido em áreas antes ocupadas por culturas tradicionais devido à diversidade de sua produção, uma vez que suas sementes contêm óleo que pode ser destinado à produção de biodiesel, além de fornecer subprodutos, como torta ou farelo (fitomassa), que podem servir de alternativa para alimentação de ruminantes (JONER et al., 2011). Pode ser cultivado em todas as regiões do País visto que o rendimento é pouco influenciado pelas latitudes e altitudes, tal como pelo fotoperíodo, o que facilita a expansão do cultivo no Brasil (ZOBIOLE et al., 2010)

Através de trabalhos realizados, tem-se construído propostas de produção agrícolas em condições de baixa disponibilidade quantitativa e qualitativa de água no cultivo do girassol. Assim, (GUEDES FILHO et al., 2013) têm investido no manejo da irrigação com águas salinas e na adubação nitrogenada, a fim de atenuar os efeitos dos sais das águas absorvidos pela cultura do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, cultivado em sistema de irrigação localizada em campo. Dantas Júnior et al. (2010) afirmam que o nitrogênio desempenha função essencial no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol e sua deficiência causa desordem nutricional.

As plantas cultivadas em condições de salinidade apresentam alterações nos parâmetros de crescimento das plantas em virtude da salinidade estar associada aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais provocados pelo excesso de sais no solo (MUNNS, 2002). Flores et al. (2001) reforçam que a fertilização nitrogenada não só promove o crescimento de planta mas também pode reduzir o efeito da salinidade nas plantas.

Para a nutrição mineral, na maior diversidade das plantas cultivadas, o nitrogênio é o macronutriente exigido em maior proporção, pois o desenvolvimento das plantas é altamente dependente da disponibilidade deste nutriente em virtude das

funções do N no metabolismo das plantas, que participa como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Diante do contexto o presente trabalho objetivou estudar a fitomassa seca e o teor nutricional NPK da planta de girassol, sob diferentes níveis de salinidade crescentes das águas de irrigação e doses de nitrogênio.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no período de 4 de novembro de 2012 a 9 de fevereiro de 2013 no Sítio Macaquinhos, localizado a 8 km ao Sul 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 média de 470 m. A classificação do solo da área experimental é Neossolo Quarteazarênico Eutrófico cuja caracterização física e química na camada de 0 - 20 e 20 - 40 cm foi realizada (Apêndices 3 e 4) utilizando-se as metodologias recomendadas por Embrapa (1997).

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em parcelas subdivididas no esquema 5 x 4, referentes a cinco 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 correspondentes a 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, com três repetições. Cada parcela correspondeu às dimensões de 4,0 x 3,0 m, totalizando 12 m<sup>2</sup>, sendo 30 plantas por unidade experimental, no espaçamento de 0,40 m entre plantas e de 1,0 m entre linhas. A variedade de girassol utilizada no experimento foi a EMBRAPA 122 V-2000.

O preparo da área constou de três gradagens, sendo duas aradora na profundidade de 30 cm de corte e uma niveladora. Foram incorporados às fileiras, 15 kg de esterco bovino por parcela, 30 dias antes do plantio. A adubação em 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 oriundo do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada na forma de ureia foi aplicada conforme os tratamentos e a adubação potássica a 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 dois terços em cobertura divididos em duas aplicações iguais aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas.

O preparo da água foi feito dentro de cinco recipientes com capacidade de 3000 L e para os níveis de salinidade das águas o NaCl foi adicionado à água proveniente de um açude com CEa de  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  localizado próximo ao local do experimento, sendo que as quantidades utilizadas no preparo das águas de irrigação foram determinadas conforme Rhoades et al. (2000), de forma a se obter a CEa do respectivo tratamento, conferindo-se seu valor com auxílio de um condutivímetro. A irrigação foi realizada a cada dois dias pelo sistema de irrigação localizado por gotejamento usando-se fita gotejadora com vazão de  $6,0 \text{ L h}^{-1}$  e pressão de serviço de 7,0 m.c.a. A lâmina de água de irrigação foi calculada com base na ETo estimada utilizando-se dados da estação meteorológica da UFPB, campus II, Areia-PB, localizada a 8 km de distância em linha reta da área experimental e no Kc da cultura (FAO, 2010).

A semeadura foi realizada manualmente semeando-se oito sementes equidistantes 0,4 m por cova. Aos 10 dias após a emergência (DAE) realizou-se o primeiro desbaste deixando-se as três plantas mais vigorosas por cova e aos 15 DAE efetuou-se novo desbaste mantendo-se apenas uma planta por cova. Aos 30 DAE foram realizadas uma capina manual para controlar as plantas daninhas e uma pulverização com inseticida Provado 200 Sc na dosagem de  $0,35 \text{ L ha}^{-1}$  em 100 L de água para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

Foram determinados, durante e no final do experimento, a fitomassa seca (folhas + caule) aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAE e o teor nutricional (NPK) da planta aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência da planta (DAE). A fitomassa do caule e as folhas (g) foram mensuradas após passarem por processo de secagem natural em uma estufa a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 h e em seguida pesadas com auxílio de uma balança de precisão; o teor nutricional aos 30, 45, 60, 75 e 90 DAE feito do tecido vegetal dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, sendo as análises feitas no laboratório de solos e nutrição de plantas – LSNP da Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pertencente à Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, na cidade de Pombal - Paraíba.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' a nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade e nos casos de efeitos significativos realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (FERREIRA, 2003).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com análise de variância o efeito da salinidade da água de irrigação foi significativo ( $p < 0,01$ ) na fitomassa seca da planta aos 45, 60 e 75 DAE e a variação das doses de nitrogênio afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) em todos as épocas avaliadas, nos intervalos dos 15 aos 90 DAE. Observa-se interação entre os fatores estudados (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) para fitomassa seca da planta aos 15 e 45 DAE, indicando que as doses de adubação nitrogenada influenciam nos níveis de salinidade da água de irrigação e vice-versa (Tabela 5).

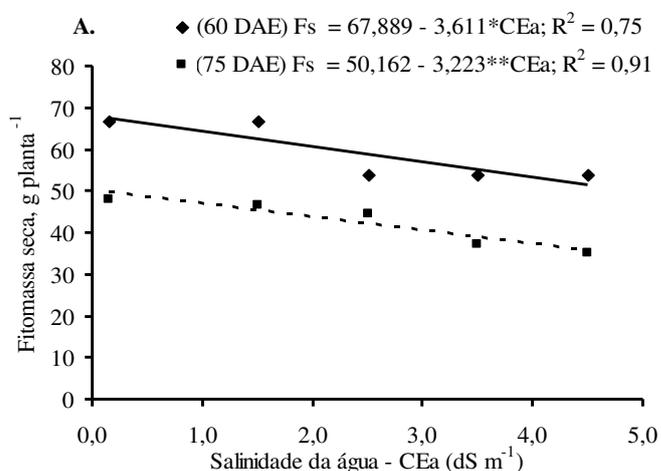
**Tabela 5.** Resumo da análise de variância referente à fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

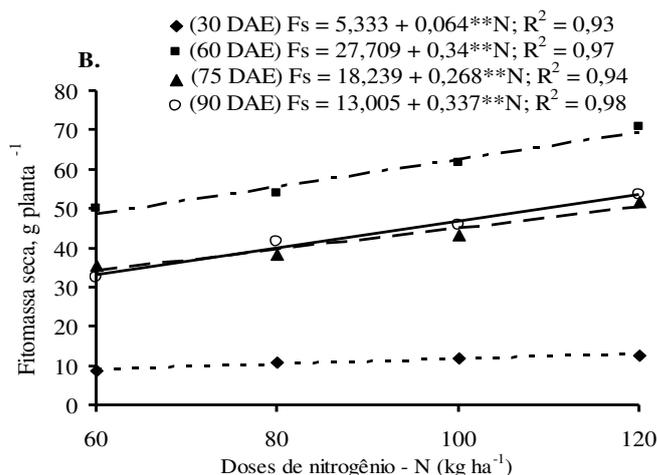
Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		Dias após emergência - DAE					
		15	30	45	60	75	90
Fitomassa seca							
Salinidade (S)	4	0,02 <sup>ns</sup>	10,34 <sup>ns</sup>	1247,45 <sup>**</sup>	597,56 <sup>*</sup>	395,43 <sup>**</sup>	421,5 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	-	-	4598,44 <sup>**</sup>	1798,97 <sup>**</sup>	1433,43 <sup>**</sup>	-
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-	-
Resíduo 1	8	0,01	4,20	44,90	97,47	47,65	200,10
Blocos	2	0,01 <sup>ns</sup>	9,55 <sup>ns</sup>	68,52 <sup>ns</sup>	69,66 <sup>ns</sup>	229,53 <sup>*</sup>	354,47 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	0,52 <sup>**</sup>	43,38 <sup>**</sup>	614,78 <sup>**</sup>	1254,73 <sup>**</sup>	761,78 <sup>**</sup>	1157,55 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	1,54 <sup>**</sup>	120,92 <sup>**</sup>	1709,76 <sup>**</sup>	3653,19 <sup>**</sup>	2151,34 <sup>**</sup>	3414,48 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	0,01	2,93	26,13	101,69	55,90	84,47
Interação S x N	12	0,04 <sup>**</sup>	4,51 <sup>ns</sup>	127,53 <sup>**</sup>	152,37 <sup>ns</sup>	60,27 <sup>ns</sup>	60,32 <sup>ns</sup>
CV <sub>1</sub> (%)	-	20,77	18,56	14,29	16,70	16,31	22,62
CV <sub>2</sub> (%)	-	13,02	15,50	10,90	17,06	17,66	21,19

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

O aumento da salinidade da água de irrigação diminuiu o crescimento da fitomassa seca da planta e, conforme a equação de regressão (Figura 12A), ocorrem decréscimos de 5,31 e 6,42% aos 60 e 75 DAE, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica das águas de irrigação. A planta mostrou-se sensível ao aumento dos sais presentes na água de irrigação, com redução na produção da sua fitomassa seca. Nobre et al. (2011) observaram, estudando a produção do girassol sobre estresse salino, redução da massa de matéria seca da parte aérea de 55,2% nas plantas irrigadas com água de 4,9 dS m<sup>-1</sup>, nos intervalos de 0,5 a 4,9 dS m<sup>-1</sup>.

As doses de adubação nitrogenada aumentaram a fitomassa seca da planta e, de acordo com a equação de regressão (Figura 12B) ocorreram acréscimos de 29,50, 29,78, 31,90 e 37,83% aos 30, 60, 75 e 90 DAE nos intervalos das doses de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Constatou-se, no presente trabalho, que a fitomassa seca foi afetada em todos os intervalos pela dose de N. Os resultados encontrados estão de acordo com Campos (2012) que verificou, em estudo sobre os efeitos de doses de nitrogênio no girassol em ambiente protegido, que doses de N influenciaram a fitomassa seca do caule e das folhas, encontrando valores de 90,16 e 150,03%, respectivamente, nos intervalos de 0 a 100 kg ha<sup>-1</sup>.





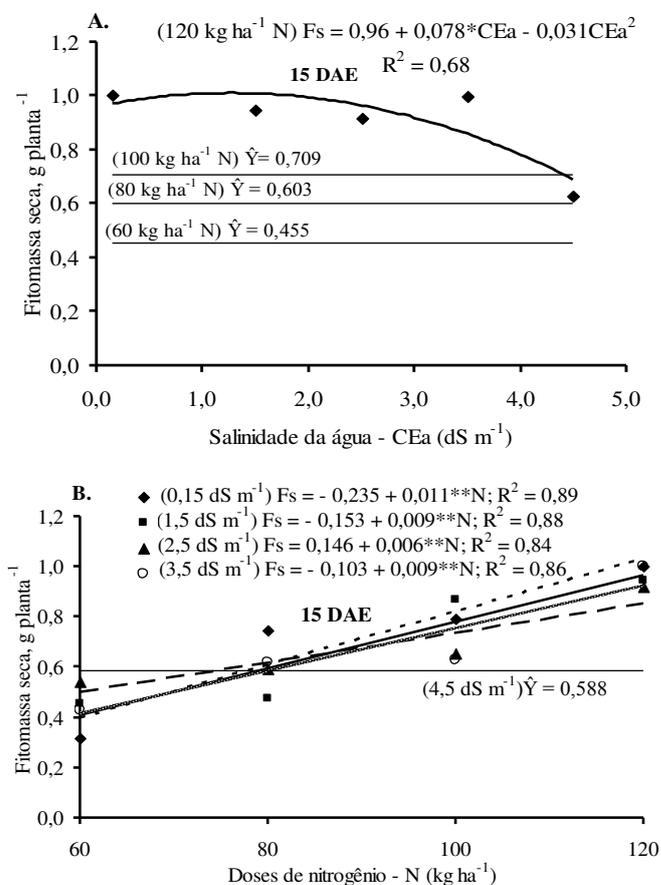
**Figura 12.** Fitomassa seca do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 60 e 75 DAE (A) e da adubação nitrogenada aos 30, 60, 75 e 90 DAE (B)

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para a fitomassa seca, mostrou resultados significativos de forma quadrática (Figura 13A) para a dose 120 kg ha<sup>-1</sup>, ocorrendo acréscimo de 11,81% até o ponto máximo e decréscimo de 61,68% por aumento unitário da CEa aos 15 DAE, indicando que a dose 120 kg ha<sup>-1</sup> para fitomassa seca da planta atenua o efeito da salinidade da água de irrigação.

O desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação mostrou resultados significativos de forma linear crescente (Figura 13B) para fitomassa seca da planta, ocorrendo acréscimo de 60,82; 58,25; 41,57 e 55,27% com relação aos níveis da CEa de 0,15; 1,5; 2,5 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> aos 15 DAE entre os intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Observa-se que a 120 kg ha<sup>-1</sup> dentro dos níveis de condutividade elétrica da água o resultado foi superior em todos os intervalos, confirmando que a salinidade da água de irrigação no cultivo do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, pode ser atenuada com o aumento da dose de N.

A adubação nitrogenada promove o crescimento da fitomassa seca das plantas diminuindo o efeito da sua salinidade. Para Silva et al (2008), em razão da acumulação do nitrogênio elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumentar a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino. Conforme Silveira et al. (2003) em condições de salinidade não apenas a assimilação de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> é requerida para o

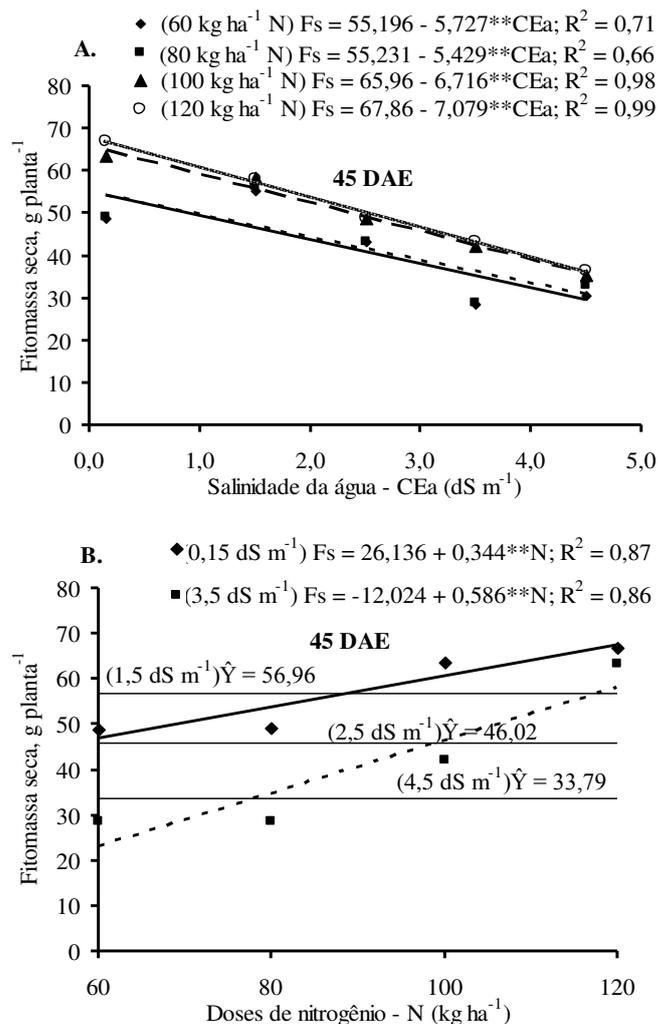
crescimento das plantas mas também alguns dos seus metabólitos derivados podem ser utilizados no ajustamento osmótico celular.



**Figura 13.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada níveis de salinidade da água de irrigação (B), correspondentes a fitomassa seca do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada, aos 15 DAE

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para a fitomassa seca mostrou resultados significativos de forma linear decrescente (Figura 14A) para as doses 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, ocorrendo decréscimo de 10,37; 9,82; 10,18 e 10,43 %, respectivamente, por aumento unitário da CEa aos 45 DAE. Observa-se que o nitrogênio atenua o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a fitomassa seca da planta. Para Chaves et al. (2011) o aumento das doses de N pode minimizar os efeitos adversos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas.

O desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro do fator salinidade da água de irrigação mostrou resultados significativos de forma linear crescente (Figura 14B) para fitomassa seca da planta, ocorrendo acréscimo de 30,61 e 60,31 % com relação aos níveis da CEa de 0,15 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> aos 45 DAE, por aumento unitário da condutividade elétrica da água, respectivamente. Para Leonardo et al. (2007) em condições salinas, por ocorrer um gasto maior de energia nas plantas para a absorção da água e nutrientes e ocorre por consequência, diminuição na produção matéria seca nas plantas. Observa-se que a dose 100 kg ha<sup>-1</sup> dentro dos níveis de salinidade da água de irrigação foi superior em todos os intervalos, indicando que a salinidade da água de irrigação no cultivo do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, pode ser atenuada com o aumento da dose de N. Campos et al. (2010) observaram, estudando efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol, resultados de interação dos fatores para fitomassa seca do caule.



**Figura 14.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio (A) e do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação (B), correspondentes a fitomassa seca do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada aos 45 DAE

De acordo com o resumo da análise de variância de forma isolada, a salinidade da água de irrigação afetou significativamente ( $p < 0,01$ ) o teor de nitrogênio na planta (N) aos 30 e 75 DAE, o fósforo (P) aos 75 DAE e o potássio (K) ( $p < 0,05$ ) aos 45 e 75 DAE enquanto que a adubação nitrogenada interferiu significativamente ( $p < 0,01$ ) no teor de nitrogênio aos 15 DAE e fósforo aos 60 DAE, não se constatando efeito estatístico para o teor de potássio (K) no tecido da planta. Constatou-se, com a interação dos fatores (salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada) efeito significativo somente para o teor de nitrogênio ( $p < 0,05$ ) aos 60 e 90 DAE (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância referente ao teor de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido seco das plantas de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após emergência - DAE				
		30	45	60	75	90
Nitrogênio						
Salinidade (S)	4	17,44 <sup>ns</sup>	6,82 <sup>ns</sup>	3,50 <sup>ns</sup>	4,72 <sup>ns</sup>	4,78 <sup>**</sup>
Reg. linear	1	-	-	-	-	-
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	9,18 <sup>**</sup>
Resíduo 1	8	5,87	12,11	2,45	4,21	0,46
Blocos	2	68,98 <sup>ns</sup>	18,67 <sup>ns</sup>	3,84	1,87	0,54 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	3,22 <sup>ns</sup>	4,63 <sup>ns</sup>	7,35 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	30	7,91	7,46	2,61	2,77	0,76
Interação S x N	12	10,09 <sup>ns</sup>	18,12 <sup>*</sup>	7,72 <sup>**</sup>	3,72 <sup>ns</sup>	3,70 <sup>**</sup>
CV1 (%)	-	11,63	27,22	14,64	33,79	24,66
CV2 (%)	-	13,51	21,37	15,10	27,43	31,59

## Capítulo IV - Pesquisas realizadas no segundo ciclo

Fósforo						
Salinidade (S)	4	0,78 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	8	0,22	0,11	0,20	0,15	0,12
Blocos	2	0,48 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	0,02 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>**</sup>
Reg. Linear	1	-	-	-	-	1,26 <sup>**</sup>
Reg. Quadrática	1	-	-	-	-	-
Resíduo 2	30	0,24	0,21	0,16	0,10	0,17
Interação S x N	12	0,29 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
CV <sub>1</sub> (%)	-	12,46	11,64	20,42	30,38	39,46
CV <sub>2</sub> (%)	-	12,72	15,97	17,81	24,25	45,85
Potássio						
Salinidade (S)	4	5,02 <sup>ns</sup>	200,81 <sup>*</sup>	16,18 <sup>ns</sup>	78,73 <sup>*</sup>	42,77 <sup>ns</sup>
Reg. Linear	1	-	487,21 <sup>**</sup>	-	134,93 <sup>*</sup>	-
Reg. Quadrática	1	-	259,92 <sup>*</sup>	-	-	-
Resíduo 1	8	23,02	37,51	50,16	17,82	45,83
Blocos	2	55,35 <sup>ns</sup>	516,97 <sup>ns</sup>	421,64 <sup>ns</sup>	2,17 <sup>ns</sup>	33,83 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	3	7,30 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>	49,09 <sup>ns</sup>	42,22 <sup>ns</sup>	26,73 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	30	21,42	29,30	32,85	28,48	33,64
Interação S x N	12	8,26 <sup>ns</sup>	20,41 <sup>ns</sup>	23,35 <sup>ns</sup>	41,27 <sup>ns</sup>	15,71 <sup>ns</sup>
CV1 (%)	-	16,24	17,04	26,22	13,71	31,02
CV2 (%)	-	15,67	15,06	21,22	17,33	26,58

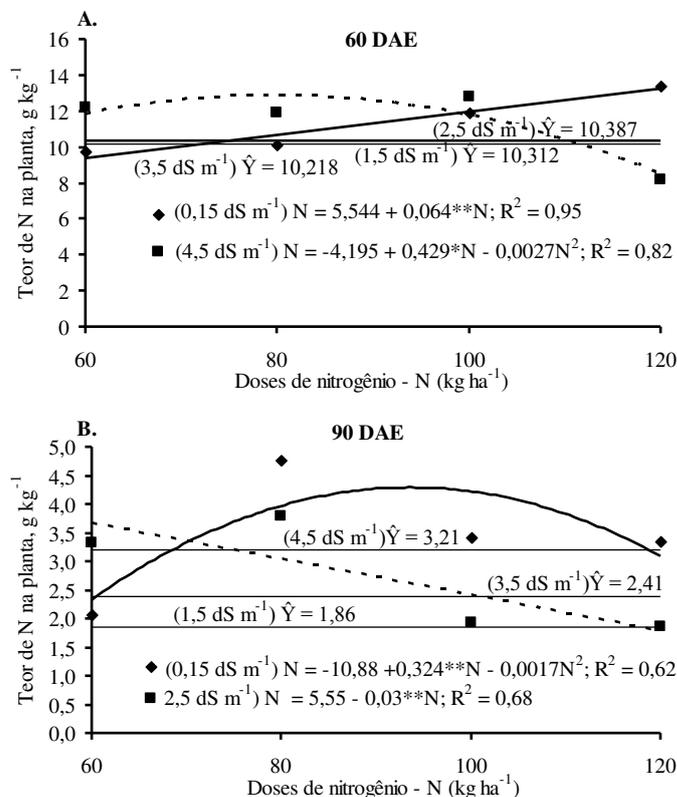
GL grau de liberdade; CV coeficiente de variação; \*\*significativo a 0,01 de probabilidade; \*significativo a 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo

O desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação para o teor de N na planta, mostrou-se significativo de forma linear crescente e quadrática (Figura 15A), com 9,19 e 13,19 g kg<sup>-1</sup> de N, ocorrendo acréscimo de 43,52% para o nível 0,15 dS m<sup>-1</sup> aos 60 DAE, nos intervalos de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados da quadrática com a dose 60 kg ha<sup>-1</sup> foram encontrados 11,84 g kg<sup>-1</sup> de N, comparando com o ponto máximo, obtido com dose calculada de 79,50 kg ha<sup>-1</sup> (12,89 g kg<sup>-1</sup>), ocorrendo acréscimo de 6,33%, e se comparando a dose 120 kg ha<sup>-1</sup> obtendo 8,44

$\text{g kg}^{-1}$ , ocorre decréscimo de 34,52% para o nível  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  aos 60 DAE com o aumento das doses de nitrogênio entre os intervalos de 60 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Também foram encontrados resultados significativos de forma linear decrescente e quadrática (Figura 15B), com  $3,75$  e  $1,95 \text{ g kg}^{-1}$  de N, ocorrendo decréscimo de 48,00% para o nível  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  aos 90 DAE, nos intervalos de 60 a  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  e resultados da quadrática, encontrados com a dose  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $2,44 \text{ g kg}^{-1}$  de N, em comparação com o ponto máximo obtido com dose calculada de  $95,29 \text{ kg ha}^{-1}$  tendo  $4,56 \text{ g kg}^{-1}$ , ocorrendo acréscimo de 86,88%, e se comparando a dose  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  obteve-se  $3,52 \text{ g kg}^{-1}$ , ocorre decréscimo de 21,92% para o nível  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  aos 60 DAE com o aumento das doses de nitrogênio, entre os intervalos de 60 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ .

A acumulação de compostos nitrogenados nas plantas é comumente relacionada a salinidade da água de irrigação mostrando que o uso de água na irrigação com CE a partir de  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  diminui o teor de N na planta dependendo da época em que a planta foi avaliada. Suhayda et al. (1990) relataram que com o aumento do tempo de exposição das plantas aos sais e/ou do nível salino pode ocorrer inibição na absorção de nitrato devido à interação  $\text{NO}_3/\text{Cl}$  nos sítios de absorção ou à despolarização da membrana pelo Na; esta constatação foi observada no presente estudo.



**Figura 15.** Desdobramento do fator doses de nitrogênio dentro de cada nível de salinidade da água de irrigação aos 60 (A) e 90 DAE, referente ao teor de N na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

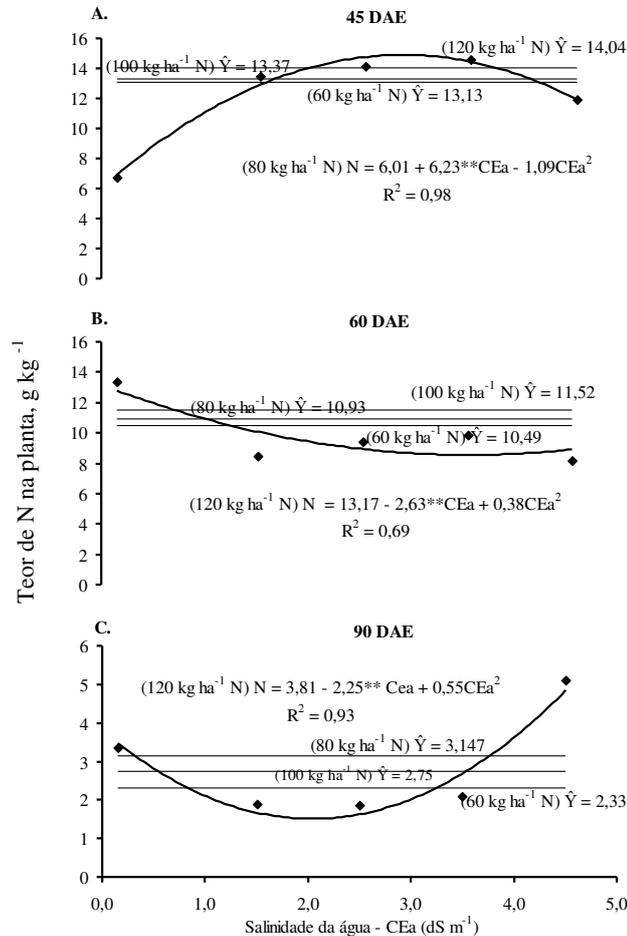
O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para o teor de nitrogênio na planta mostrou resultados significativos de forma quadrática (Figura 16A), resultando com a CEa  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  em  $6,90 \text{ g kg}^{-1}$  no teor de N na planta, ocorrendo acréscimo de 116,08%, em comparação com o ponto máximo da CEa de  $2,85 \text{ dS m}^{-1}$  com  $14,91 \text{ g kg}^{-1}$ ; ocorreu decréscimo de 19,71% com os dados da CEa de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  em  $11,97 \text{ g kg}^{-1}$ , em relação à dose  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  aos 45 DAE, nos intervalos com salinidade da água de irrigação de  $0,15$  e  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Resultados de desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para o teor de N na planta mostraram de forma quadrática (Figura 16B), obtendo com a CEa  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  em  $13,00 \text{ g kg}^{-1}$  no teor de N ocorrendo decréscimo de 33,61%, em comparação com o ponto de inflexão de CEa de  $3,46 \text{ dS m}^{-1}$  com  $8,63 \text{ g kg}^{-1}$ ; ocorreu acréscimo de 6,63% com os dados da CEa de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  com  $9,03 \text{ g kg}^{-1}$ , para a dose  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  aos 60 DAE, nos intervalos com salinidade das águas de irrigação de  $0,15$  e  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

O desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio para o teor de N na planta apontou resultados significativos de forma quadrática (Figura 16C), obtendo com a CEa  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  em  $3,48 \text{ g kg}^{-1}$  no teor de N, ocorrendo decréscimo de 56,89%, comparando com o ponto de inflexão de CEa de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  com  $1,50 \text{ g kg}^{-1}$ , e ocorreu acréscimo de 220,00% com os dados da CEa de  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  com  $4,80 \text{ g kg}^{-1}$ , para a dose  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  aos 90 DAE, nos intervalos com salinidade da água de irrigação de  $0,15$  e  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Prado & Leal (2006) encontraram, estudando desordens nutricionais por deficiência em girassol var. catissol-01, encontraram  $47,3 \text{ g kg}^{-1}$  de N no teor foliar aos 30 dias após aplicação dos tratamentos, utilizando CEa de  $0,1 \text{ dS m}^{-1}$ , valores bem maiores que no presente trabalho. Carvalho & Pissaia (2004) verificaram, em experimento testando, adubação nitrogenada em girassol e segundo Zhao et al. (2005) estudando o algodoeiro, que o aumento na dose de adubação nitrogenada, fornecida às

plantas, promoveu incremento no teor de N nas folhas, tal como observado neste trabalho.



**Figura 16.** Desdobramento do fator níveis de salinidade da água de irrigação dentro de cada dose de nitrogênio aos 45 (A), 60 (B) e 90 (C) DAE, referente ao teor de N na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada

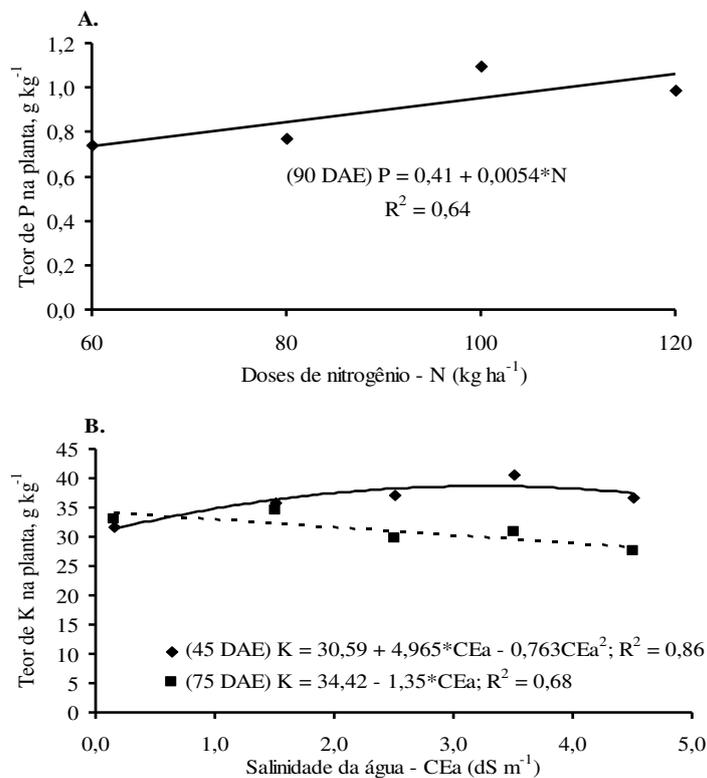
O aumento das doses de adubação nitrogenada influenciou positivamente o teor de P na planta, de forma linear (Figura 17A), de 0,73 e 1,06 g kg<sup>-1</sup> de P, ocorrendo acréscimos de 45,20 % aos 15 DAE, nos intervalos das doses de 60 para 120 kg ha<sup>-1</sup>.

Lobo et al. (2011) encontraram, estudando o efeito do nitrogênio na nutrição do girassol, encontraram resultados de forma quadrática com valores de teores foliares médios para P, e verificaram que os teores foliares adequados P foram adquiridos na dose 90 kg ha<sup>-1</sup>. Para Castro et al. (2005), os teores foliares P considerados adequados para cultura do girassol estão nos intervalos 2,9 a 4,5 g kg<sup>-1</sup>. Carvalho & Pissaia (2004)

verificaram, em trabalho com doses de N em girassol que com o aumento da dose de N não alterou o teor foliar de P.

O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação contribui, embora de forma negativa para o aumento do teor de potássio (K) no tecido da planta e conforme a equação de regressão (Figura 17B) verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram, foi o linear aos 75 DAE, ocorrendo decréscimo de 17,15 %, com valores de 34,21 e 28,34 g kg<sup>-1</sup> e de forma quadrática aos 45 DAE obtendo com a CEa 0,15 dS m<sup>-1</sup> em 31,31 g kg<sup>-1</sup> no teor de K, ocorrendo acréscimo de 23,18 % em comparação com o ponto máximo de CEa de 3,25 dS m<sup>-1</sup> com 38,57 g kg<sup>-1</sup>; ocorreu decréscimo de 4,0 % com os dados da CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup> com 37,00 g kg<sup>-1</sup>, nos intervalos com salinidade da água de irrigação de 0,15 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

A redução do teor de K na planta pode ocorrer em razão do incremento da concentração de NaCl na solução do solo, que pode prejudicar a absorção radicular de nutrientes, principalmente o K, e interferir nas funções fisiológicas (FERREIRA-SILVA et al., 2008). Os valores obtidos estão dentro da faixa considerada normal por Raij et al. (1996), que se situa entre 30 e 45 g kg<sup>-1</sup>, para amostras de quinta e sexta folhas abaixo do capítulo. Ressalta-se que no presente trabalho os dados foram obtidos a partir da fitomassa seca do caule e das folhas.



**Figura 17.** Teor de P na planta de girassol aos 90 DAE em função da adubação nitrogenada (A) e teor de K aos 45 e 75 DAE na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em função da salinidade da água de irrigação (B)

## **CONCLUSÕES**

1. A salinidade da água de irrigação afeta, de forma linear e negativamente, a fitomassa seca da planta do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 45, 60 e 75 e o teor de potássio aos 75 DAE e de forma quadrática aos 45 dias após a emergência (DAE);
2. As doses crescentes de adubação nitrogenada afetam positivamente a fitomassa seca da planta do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em todos os intervalos avaliados dos 15 aos 90, e de forma linear e negativamente, o teor de P aos 90 dias após emergência (DAE);
3. O nitrogênio atenua o efeito da salinidade da água de irrigação sobre a fitomassa seca da planta do girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000 aos 15 e 45, o teor de N aos 45, 60 e 90 dias após a emergência (DAE).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CAMPOS, M, de S.; OLIVEIRA, F, de A, de.; OLIVEIRA, F, R, A, de.; SILVA, R, C, P, da.; CÂNDIDO, W, dos S. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.5, n.3, p.165-171, 2010.

CAMPOS, V. B. Adubação NPK e irrigação na cultura do girassol em dois tipos de solo. Campina Grande: UFCG. 2012. 94p. Tese de Doutorado.

CARVALHO, D. B. de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: teores de nutrientes nas folhas. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, v.2, n.1 p.65-72, 2004.

CASTRO C. de, OLIVEIRA F. A. de, VERONESI, C. O; SALINET, L. H. Acúmulo de matéria seca, exportação e ciclagem de nutrientes pelo girassol. In: XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16, 2005, Londrina. Anais Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2005. p.29-31.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. Revista de Engenharia Ambiental, v.8, n.1, p.126-133, 2011.

DANTAS JUNIOR, E. E.; CHAVES, L. H. G.; COSTA, F. A. M.; MESQUITA, E. F.; ARAUJO, D Crescimento de duas cultivares de mamoneira adubadas com potássio, cobre e zinco. Revista Caatinga, v.23, n.4, p.97-107, 2010.

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.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Crop water information: Sunflower. Disponível em: <[http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_sunflower.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_sunflower.html)>. Acesso em 18 jan. 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: versão 4.3. Lavras: DEX/UFLA, 2003. CD-ROM.

FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; VOIGT, E. L.; SOARES, L. S. P.; VIÉGAS, R. A. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. Brazilian Journal of Plant Physiology, v.20, p.51-59, 2008.

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

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS, J. B. GUEYI H. R.; CAVALCANTE, L. F.; FARIAS, H. L. de. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.7, n.5, p. 277-289, 2013.

JONER, G.; METZ, P. A. M.; ARBOITIE, M. Z.; PIZZUTI, L. A. D.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J. Aspectos agronômicos e produtivos dos híbridos de girassol (*Helianthus annuus* L.) Helio 251 e Helio 360. *Ciência Animal Brasileira*, v.12, n.2, p. 266-273, 2011.

KATERJI, N.; VAN HOORN, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. *Agricultural Water Management*, v.43, p.99- 109, 2000.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARHCESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. *Revista Irriga* v.12, n.01, 2007.

LOBO, T, F.; GRASSI FILHO, H.; BRITO, I. C. A. Efeito do nitrogênio na nutrição do girassol. *Bioscience Journal*, v.36, n.3, p.187-193, 2011.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*, v.25, p.239-250, 2002.

NOBRE, R, G.; GHYEI H, R.; SOARES, F, A, L.; CARDOSO, J, A, F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2011.

PRADO, R. M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol-01. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.36 n.3, p.187-193, 2006.

RAIJ, B. VAN.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas. Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 285p, 1996.

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

SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. DE M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, p.335-342, 2008.

SILVEIRA, J. A. G.; VIÉGAS, R. A.; ROCHA, I. M. A.; MOREIRA, A. C. O. M.; MOREIRA, R. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Proline accumulation and glutamine sintetase activity are increased by salt induced proteolysis in cashew leaves. Journal of Plant Physiology, v.160, p.115-123, 2003.

SUHAYDA, C. G.; GIANNINI, J. L.; BRISKIN, D. P. Electrostatic changes in *Lycopersicon esculentum* root plasma membrane resulting from salt stress. Plant Physiology, v.93, p.471-478, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

ZHAO, D.; REDDY, K. R.; KAKANI, V. G.; READ, J. J.; KOTI, S. Selection of optimum reflectance ratios for estimating leaf nitrogen and chlorophyll concentrations of field-grown cotton. Agronomy Journal, v.97, p.89-98, 2005.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.425-433, 2010.

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES

## CONCLUSÕES

1. O crescimento do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em altura da planta, diâmetro caulinar, número de folhas e área foliar são afetados negativamente a partir da condutividade elétrica da água de irrigação de  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$ ;
2. O aumento das doses de adubação nitrogenada afeta positivamente o crescimento do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em altura da planta, diâmetro caulinar, número de folhas e área foliar;
3. A produção e a produtividade em aquênios e o rendimento em óleo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, são negativamente afetados pela condutividade elétrica da água de irrigação a partir de  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$ ;
4. As doses crescentes de adubação nitrogenada aumentam a produção e a produtividade em aquênios e rendimento em óleo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000,
5. A salinidade da água de irrigação afeta, de forma linear e negativamente, a fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência;
6. As doses crescentes de adubação nitrogenada afetaram positivamente a fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, em todos os intervalos avaliados dos 15 aos 90 dias após a emergência;
7. A salinidade da água de irrigação afeta negativamente o teor de fósforo (P) aos 75 e o potássio (K) aos 45 e 75 dias após emergência do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000;
8. A salinidade da água de irrigação afeta positivamente o teor de nitrogênio (N) aos 30 e 90 dias após a emergência do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000;

9. As doses crescentes de adubação nitrogenada afetaram positivamente o teor de N aos 15 e 90 e negativamente o teor de P aos 60 e 90 dias após emergência;
10. O teor de óleo nos aquênios do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, é afetado negativamente com o aumento das doses de N;
11. A área foliar aos 15, a fitomassa seca da planta aos 15, 30, 45 e 75, o teor de N aos 45, 60 e 90 DAE, a fitomassa seca do capítulo com aquênios e o diâmetro do capítulo do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, são as variáveis mais sensíveis ao aumento da salinidade da água de irrigação.

VI - APÊNDICES

**Apêndice 1** - Análise química do solo, esterco e da água do primeiro experimento

Solo											
Prof.	pH	CE	CaCO <sub>3</sub>	C.O	P	K	Mg	Na	Ca	H+Al	Al
(cm)	-	µs/cm	-	-	--mg/dm <sup>3</sup> --	-----cmol <sub>c</sub> /kg-----					
0-20	6,89	66,49	Aus.	0,66	5,34	1,17	2,30	0,02	0,25	0,80	-
20-40	5,90	63,46	-	0,11	0,41	0,76	1,44	0,01	0,80	1,67	0,20
40-60	6,15	64,96	-	0,29	2,08	1,03	2,09	0,01	0,24	2,47	0,10
EB*	8,76	6,58	-	-	5,47	10,25	13,34	2,47	8,8	-	-
Água	7,52	142,43	-	0,54	3,82	3,45	2,65	15,00	0,51	0,63	0,26

\*Esterco bovino

**Apêndice 2** - Análise física do solo nas profundidades de 0 - 20 e de 20 - 40 cm

Granulometria (%)	Profundidade	
	0 - 20 cm	20 - 40 cm
Areia	88,97	88,97
Silte	9,06	8,05
Argile	1,97	2,98
Classificação Textural	Areia	Areia
Densidade do solo g cm <sup>-3</sup>	1,52	1,53
Dens. de partículas g cm <sup>-3</sup>	2,65	2,65
Porosidade (%)	42,66	42,26
Unidade – (%) Natural		
0,10 atm		
0,33 atm	15,86	6,58
1,00 atm		
5,00 atm		
10,0 atm		
15,0 atm	5,95	2,67
Água disponível	9,91	3,91

Apêndice 3 - Características químicas do solo ao final do primeiro ciclo da cultura do girassol EMBRAPA 122 V-2000

Tratamentos*	Prof. cm	Complexo Sortivo											
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	CTC	V	pH	CE 1:2,5
		cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> de solo											
		%											
		-											
		dS m <sup>-1</sup>											
S1N1	0 – 20	2,66	1,08	5,57	0,18	0,23	0,18	0,6	4,15	4,93	69,98	5,68	0,39
	20 – 40	0,65	0,91	1,33	0,19	0,14	1,41	0,2	1,89	3,50	54,00	4,84	0,13
S1N2	0 – 20	1,49	0,74	3,9	0,3	0,13	1,51	0,3	2,66	4,47	59,51	4,67	0,11
	20 – 40	0,59	0,61	1,06	0,19	0,77	0,3	0,6	2,16	3,06	70,59	5,01	0,25
S1N3	0 – 20	1,73	0,8	4,58	0,23	0,16	2,56	1,3	2,92	6,78	43,07	5,01	0,23
	20 – 40	0,42	0,6	2,2	0,19	0,64	1,85	0,7	1,85	4,40	42,05	4,5	0,13
S1N4	0 – 20	0,92	0,59	5,29	0,21	0,08	1,3	0,4	1,80	3,50	51,43	5,1	0,17
	20 – 40	0,83	0,51	2,47	0,23	0,11	1,96	0,2	1,68	3,84	43,75	4,8	0,10
S2N1	0 – 20	1,33	0,62	5,01	0,14	0,77	0,3	0,6	2,86	3,76	76,06	5,01	0,25
	20 – 40	0,54	1,26	5,45	0,12	0,86	1,07	3,9	2,78	7,75	35,87	5,45	0,15
S2N2	0 – 20	1,14	0,71	4,23	0,19	0,61	1,65	0,4	2,65	4,70	56,38	5,03	0,17
	20 – 40	0,5	0,6	1,34	0,14	0,68	0,87	0,4	1,92	3,19	60,19	5,96	0,30
S2N3	0 – 20	1,6	1,13	5,58	0,12	0,68	0,5	0,2	3,53	4,23	83,45	6,11	0,51
	20 – 40	0,73	0,15	3,52	0,14	0,88	0,42	0,6	1,90	2,92	65,07	4,83	0,36
S2N4	0 – 20	1,1	1,00	5,17	0,07	1,45	0,6	0,3	3,62	4,52	80,09	5,5	0,35
	20 – 40	0,51	0,55	1,9	0,07	0,9	0,7	0,6	2,03	3,33	60,96	5,42	0,17
S3N1	0 – 20	2,55	2,01	5,6	0,12	1,09	2,07	0,6	5,77	8,44	68,36	5,64	0,55

	20 – 40	1,23	0,55	5,41	0,07	0,82	0,62	0,2	2,67	3,49	76,50	6,22	0,17
S3N2	0 – 20	2,92	1,18	5,64	0,16	3,2	0,64	0,8	7,46	8,90	83,82	6,17	0,63
	20 – 40	1,03	0,72	4,3	0,18	1,91	0,52	0,4	3,84	4,76	80,67	6,22	0,30
S3N3	0 – 20	1,48	0,75	5,6	0,09	1,64	0,61	0,8	3,96	5,37	73,74	5,62	0,36
	20 – 40	0,78	1,12	4,84	0,07	1,45	1,00	0,4	3,42	4,82	70,95	5,9	0,21
S3N4	0 – 20	2,00	1,26	4,38	0,14	1,64	0,42	0,6	5,04	6,06	83,17	6,11	0,51
	20 – 40	0,4	0,63	5,58	0,18	2,0	1,82	0,4	3,21	5,43	59,12	4,83	0,37
S4N1	0 – 20	2,0	0,8	5,46	0,24	2,00	0,62	0,4	5,04	6,06	83,17	5,54	0,41
	20 – 40	0,85	0,59	4,39	0,12	1,64	1,73	0,2	3,20	5,13	62,38	5,97	0,23
S4N2	0 – 20	1,05	0,88	5,31	0,23	2,65	0,8	0,8	4,81	6,41	75,04	5,61	0,43
	20 – 40	0,35	0,92	2,35	0,09	3,48	2,1	0,4	4,84	7,34	65,94	4,98	0,44
S4N3	0 – 20	1,58	0,7	4,38	0,32	0,9	1,15	0,6	3,50	5,25	66,67	5,9	0,23
	20 – 40	0,97	0,36	2,71	0,18	0,88	0,6	0,4	2,39	3,39	70,50	6,18	0,14
S4N4	0 – 20	1,7	0,78	5,57	0,26	1,91	1,00	0,6	4,65	6,25	74,40	5,86	0,38
	20 – 40	0,8	1,11	5,48	0,18	1,64	1,63	0,4	3,73	5,76	64,76	5,86	0,26
S5N1	0 – 20	1,55	0,97	5,61	0,12	2,1	0,73	0,8	4,74	6,27	75,60	5,72	0,22
	20 – 40	0,5	0,55	5,46	0,05	1,64	1,2	0,4	2,74	4,34	63,13	5,97	0,60
S5N2	0 – 20	1,17	0,87	3,18	0,09	1,55	2,78	0,2	3,68	6,66	55,26	6,32	0,22
	20 – 40	0,43	0,74	5,61	0,12	2,1	0,73	0,8	3,39	4,92	68,90	5,96	0,18
S5N3	0 – 20	2,07	1,2	5,61	0,28	2,65	0,42	0,6	6,20	7,22	85,87	5,97	0,60

	20 – 40	0,68	1,2	3,37	0,14	2,47	1,91	0,2	4,49	6,60	68,03	5,73	0,38
S5N4	0 – 20	2,38	1,45	5,6	0,14	2,56	0,8	0,6	6,53	7,93	82,35	6,00	0,33
	20 – 40	0,72	1,49	3,95	0,07	1,82	1,38	0,4	4,10	5,88	69,73	5,66	0,19
Salinidade													
Tratamentos*	Prof.	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	K	Na	PST	RAS	pH	CEes
	cm	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>							%	-	-	dS m <sup>-1</sup>	
S1N1	0 – 20	1,75	Aus.	2,0	Pres.	20,62	10,0	0,88	5,5	3,87	1,40	5,63	2,60
	20 – 40	2,5	Aus.	0,06	Pres.	3,25	1,62	1,58	3,11	4,0	1,99	4,73	0,55
S1N2	0 – 20	4,25	Aus.	1,6	Pres.	10,12	9,75	4,22	6,15	3,75	1,95	4,56	2,2
	20 – 40	2,25	Aus.	0,7	Pres.	3,87	2,63	1,94	2,93	3,90	1,62	4,37	0,57
S1N3	0 – 20	4,5	Aus.	1,4	Pres.	8,5	6,62	2,46	5,5	3,58	2,54	4,75	1,68
	20 – 40	4,25	Aus.	1,1	Pres.	2,0	6,5	1,76	4,03	21,59	2,0	4,35	0,67
S1N4	0 – 20	3,25	Aus.	1,0	Pres.	4,5	5,85	2,11	2,83	2,28	1,24	4,83	0,99
	20 – 40	4,5	Aus.	1,1	Pres.	3,5	5,87	2,64	5,5	2,86	2,54	4,46	0,83
S2N1	0 – 20	3,75	Aus.	0,9	Pres.	3,75	8,75	0,74	12,86	20,47	5,14	4,74	1,34
	20 – 40	3,75	Aus.	0,06	Pres.	2,87	4,88	0,44	12,86	22,05	6,53	4,86	0,93
S2N2	0 – 20	8,0	Aus.	1,6	Pres.	6,0	6,5	1,94	21,14	21,22	8,45	5,56	1,9
	20 – 40	9,5	Aus.	0,7	Pres.	2,12	5,38	0,77	16,54	15,54	8,54	4,7	1,2
S2N3	0 – 20	3,25	Aus.	0,9	Pres.	7,37	6,63	0,74	17,46	14,16	6,59	5,5	1,98
	20 – 40	6,0	Aus.	1,0	Pres.	2,13	4,12	0,53	17,46	29,33	9,88	5,7	0,98

S2N4	0 – 20	7	Aus.	1,1	Pres.	5	9,5	0,77	29,42	18,55	10,92	5,15	2,0
	20 – 40	7,25	Aus.	1,2	Pres.	2,75	5,37	0,30	18,38	40,50	9,12	4,94	1,2
S3N1	0 – 20	2,5	Aus.	3,4	Pres.	17,37	15,75	0,58	23,9	12,91	5,87	5,05	3,44
	20 – 40	2,5	Aus.	1,6	Pres.	2	2,25	0,16	16,54	23,49	11,34	5,81	0,89
S3N2	0 – 20	19,25	Aus.	1,4	Pres.	10,62	7,13	0,76	55,12	35,95	18,52	5,7	3,91
	20 – 40	18,85	Aus.	0,7	Pres.	3,75	2,75	0,88	39,54	40,12	21,93	5,56	2,36
S3N3	0 – 20	5,0	Aus.	1,4	Pres.	4,87	5,75	0,76	26,76	30,54	11,56	5,26	2,0
	20 – 40	5,0	Aus.	1,1	Pres.	1,62	2,63	0,32	27,58	30,08	19,91	5,28	1,48
S3N4	0 – 20	18	Aus.	1,4	Pres.	10	8,87	0,81	45,98	27,06	14,96	5,78	3,34
	20 – 40	22	Aus.	0,7	Pres.	4,62	2,88	1,76	35,96	36,83	18,51	4,58	2,63
S4N1	0 – 20	7,25	Aus.	1,0	Pres.	5,5	6,87	2,64	37,7	32,57	15,15	5,18	2,8
	20 – 40	9,75	Aus.	1,1	Pres.	1,75	3,12	0,42	27,58	31,96	17,67	5,27	1,5
S4N2	0 – 20	12,75	Aus.	1,0	Pres.	3,75	3,87	1,76	43,22	41,34	22,14	5,26	2,60
	20 – 40	26,5	Aus.	1,0	Pres.	1,62	3,75	0,32	53,42	47,41	31,99	4,49	2,84
S4N3	0 – 20	4,5	Aus.	1,2	Pres.	2,87	3,63	2,46	2,46	17,14	13,36	5,63	1,56
	20 – 40	5,25	Aus.	1,3	Pres.	1,62	2,13	0,7	18,38	25,95	13,42	5,68	1,0
S4N4	0 – 20	14,5	Aus.	2,0	Pres.	3,75	6,75	2,29	36,78	30,56	16,05	5,48	2,62
	20 – 40	13	Aus.	1,0	Pres.	2,0	2,87	0,77	29,42	28,47	16,85	5,28	1,64
S5N1	0 – 20	9	Aus.	1,0	Pres.	2,12	5,88	0,32	34,02	17,01	33,49	5,54	1,93
	20 – 40	7,25	Aus.	1,0	Pres.	1,62	3,13	0,23	25,04	16,70	37,78	5,17	1,31

S5N2	0 – 20	4,0	Aus.	1,0	Pres.	1,62	4,78	0,67	23,9	23,4	13,25	6,12	1,39
	20 – 40	9,25	Aus.	1,1	Pres.	1,62	4,85	0,21	25,74	26,74	15,70	5,37	1,36
S5N3	0 – 20	15	Aus.	1,2	Pres.	5,87	8,5	2,81	49,66	36,70	18,52	5,76	3,5
	20 – 40	18,5	Aus.	0,9	Pres.	1,62	3,5	0,56	43,22	37,42	27,01	5,11	2,4
S5N4	0 – 20	3,25	Aus.	1,2	Pres.	4,37	4,5	0,56	36,78	32,28	17,64	5,68	2,38
	20 – 40	3,75	Aus.	1,0	Pres.	1,5	4,2	0,18	24,82	30,95	14,80	5,19	1,24

\*S1, S2, S3, S4 e S5 = 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. \*N1, N2, N3 e N4 = 40, 60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### Apêndice 4 - Características químicas do solo ao final do segundo ciclo da cultura do girassol EMBRAPA 122 V-2000

Tratamentos*	Prof. cm	Complexo Sortivo											
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	CTC	V	pH	CE 1:2,5
		cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> de solo									%	-	dS m <sup>-1</sup>
S1N1	0 – 20	1,5	1,02	5,86	0,3	0,13	0,94	0,2	2,95	4,09	72,13	6,15	0,37
	20 – 40	0,58	0,94	2,89	0,23	0,13	0,72	0,4	1,88	3,0	62,67	5,4	0,34
S1N2	0 – 20	0,92	1,5	5,87	0,7	0,5	0,82	0,2	2,64	3,66	72,13	5,94	0,61
	20 – 40	0,9	0,97	5,91	0,21	0,5	0,9	0,4	2,58	3,88	66,49	5,68	0,67
S1N3	0 – 20	0,43	1,01	2,36	0,14	0,3	0,82	0,4	1,88	3,1	60,65	5,8	0,4
	20 – 40	0,48	0,99	3,09	0,17	0,3	1,1	0,2	1,94	3,24	59,88	5,62	0,5
S1N4	0 – 20	0,52	0,21	5,71	0,14	0,12	1,23	0,4	1,99	3,62	54,97	5,32	0,39
	20 – 40	0,3	1,33	5,28	0,14	0,15	1,26	0,4	1,92	3,58	53,63	5,8	0,45

S2N1	0 – 20	0,33	1,02	4,75	0,14	0,28	0,57	0,4	1,77	2,74	64,60	5,87	0,37
	20 – 40	0,45	0,83	4,42	0,05	0,81	1,28	0,2	2,14	3,62	59,12	6,0	0,55
S2N2	0 – 20	0,58	0,77	4,03	0,35	0,9	0,2	0,2	2,6	3	86,67	6,21	1,4
	20 – 40	0,35	0,43	4,93	0,19	0,9	1,12	0,4	1,87	3,9	47,95	5,84	0,8
S2N3	0 – 20	1,08	0,87	5,83	0,1	0,88	0,2	0,2	2,93	3,33	87,99	6,0	0,8
	20 – 40	0,49	0,96	5,0	0,05	0,9	0,9	0,2	2,4	3,59	66,85	6,0	1,1
S2N4	0 – 20	0,45	0,82	4,66	0,05	0,9	1,43	0,4	2,6	3,85	67,53	5,32	1,4
	20 – 40	0,38	1,03	2,27	0,05	1,45	1,1	0,2	1,87	4,41	42,40	5,56	1,32
S3N1	0 – 20	0,44	0,95	2,35	0,07	0,78	0,2	0,1	2,24	2,54	88,19	6,2	0,47
	20 – 40	0,33	0,87	4,99	0,14	0,9	0,1	0,1	2,24	2,44	91,80	6,0	0,7
S3N2	0 – 20	0,74	1,53	3,73	0,07	0,9	0,93	0,2	3,24	4,37	74,14	6,0	1,2
	20 – 40	0,4	0,64	5,57	0,05	2,56	1,04	0,4	3,65	5,09	71,71	5,6	0,7
S3N3	0 – 20	0,72	0,78	3,24	0,21	0,46	0,61	0,2	2,17	2,98	72,82	6,0	1,4
	20 – 40	0,37	0,93	2,75	0,10	0,89	0,44	0,2	2,29	2,93	78,16	6,0	1,6
S3N4	0 – 20	1,25	1,35	5,83	0,07	2,46	0,2	0,1	5,13	5,43	94,48	6,3	1,1
	20 – 40	0,32	1,02	5,01	0,09	2,1	1,4	0,2	3,53	5,13	68,81	6,0	1,4
S4N1	0 – 20	0,65	0,79	3,0	0,53	0,89	0,99	0,1	3,07	3,95	77,72	6,7	2,2
	20 – 40	0,75	0,66	5,75	0,3	0,36	0,63	0,1	5,42	6,15	88,13	6,2	1,4
S4N2	0 – 20	1,35	1,09	4,83	0,05	2,37	0,63	0,2	2,96	3,69	80,22	6,0	0,7
	20 – 40	0,56	0,53	2,25	0,05	0,47	1,13	0,45	2,04	3,72	54,84	5,0	2,2

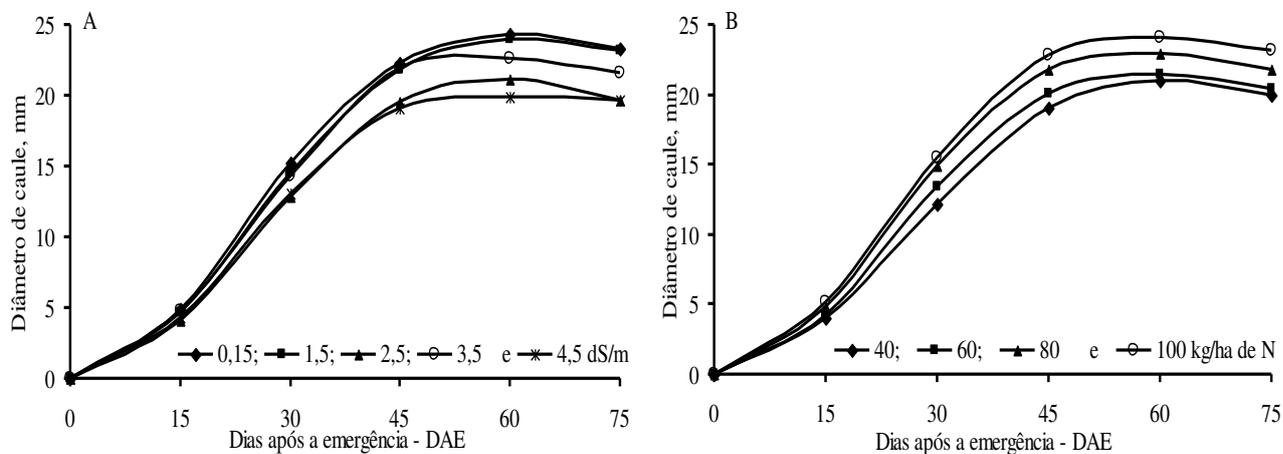
S4N3	0 – 20	0,48	0,89	2,86	0,05	0,89	1,56	0,4	2,76	4,72	58,47	5,9	0,8
	20 – 40	0,65	0,79	2,75	0,05	0,89	0,99	0,1	2,86	3,95	72,41	6,0	1,0
S4N4	0 – 20	1,47	0,77	5,75	0,07	2,11	1,07	0,2	5,42	5,69	95,25	6,2	2,3
	20 – 40	0,93	0,87	3,32	0,07	2,37	0,95	0,4	4,24	5,59	75,85	5,8	1,4
S5N1	0 – 20	0,16	0,56	5,47	0,05	1,36	0,71	0,2	3,13	4,04	77,48	6	2,2
	20 – 40	0,52	0,64	2,48	0,05	1,54	1,62	0,45	2,85	4,92	57,93	5,4	0,7
S5N2	0 – 20	1,13	0,9	5,54	0,05	1,54	0,1	0,1	3,62	3,82	94,76	6,5	1,2
	20 – 40	0,64	0,65	4,78	0,05	1,73	0,89	0,2	3,07	4,16	73,80	6,3	2,2
S5N3	0 – 20	2,11	1,84	5,72	0,05	2,0	0	0	6,0	6,0	100,00	6,35	0,8
	20 – 40	0,51	0,68	0,93	0,05	2,65	0,89	0,45	3,89	5,53	70,34	5,73	2,9
S5N4	0 – 20	1,75	0,87	5,17	0,17	0,6	0,61	0,2	3,39	4,2	80,71	6,5	1,2
	20 – 40	0,7	0,78	1,21	0,09	2,56	1,69	0,2	4,3	6,02	71,43	6,0	2,2
Salinidade													
Tratamentos*	Prof.	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	K	Na	PST	RAS	pH	CEes
	cm	----- mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----					%		-	-	dS m <sup>-1</sup>		
S1N1	0 – 20	2,75	Aus.	0,8	Aus.	0,75	0,12	0,77	2,28	3,17	2,35	5,55	2,6
	20 – 40	1,0	Aus.	0,8	Aus.	0,87	1,75	0,63	1,82	4,33	1,59	5,17	2,3
S1N2	0 – 20	2,5	Aus.	1,0	Aus.	1,0	2,5	0,56	5,78	13,66	5,16	5,74	3,64
	20 – 40	2,5	Aus.	0,7	Aus.	1,37	1,13	0,47	5,78	12,88	5,12	5,47	2,96
S1N3	0 – 20	2,0	Aus.	1,0	Aus.	1,25	1,37	0,32	4,21	9,67	3,22	5,73	2,6

	20 – 40	2,0	Aus.	1,0	Aus.	1,0	2,25	0,56	4,86	9,25	3,67	5,26	3,5
S1N4	0 – 20	1,0	Aus.	1,0	Aus.	1,37	2,0	0,42	3,11	3,31	2,39	5,66	3,7
	20 – 40	2,0	Aus.	0,9	Aus.	1,37	1,75	0,32	4,03	4,18	3,22	5,74	2,7
S2N1	0 – 20	2,0	Aus.	0,7	Aus.	1,0	1,5	0,24	4,3	10,21	3,87	5,56	1,7
	20 – 40	3,75	Aus.	0,8	Aus.	1,0	1,38	0,09	6,24	22,37	5,72	5,56	2,7
S2N2	0 – 20	5,25	Aus.	1,9	Aus.	1,15	0,87	0,79	9,0	30	8,26	6,78	2,2
	20 – 40	9,75	Aus.	0,7	Aus.	1,12	1,13	0,88	18,38	26,54	17,32	5,66	3,7
S2N3	0 – 20	2,0	Aus.	2,0	Aus.	1,0	1,2	0,14	8,17	24,42	7,93	6,0	3,5
	20 – 40	5,25	Aus.	1,1	Aus.	1,0	1,75	0,33	9,18	25,6	7,82	5,59	5,0
S2N4	0 – 20	13,75	Aus.	0,3	Aus.	0,87	1,5	0,14	20,22	23,37	18,57	5,22	1,9
	20 – 40	11,25	Aus.	1,1	Aus.	1,37	1,75	0,32	19,3	32,87	15,45	5,06	2,2
S3N1	0 – 20	2,5	Aus.	1,3	Aus.	1,0	1,75	0,38	4,58	30,70	3,90	6,6	2,3
	20 – 40	1,75	Aus.	0,8	Aus.	1,0	0,87	0,33	5,22	36,88	5,39	6,4	2,5
S3N2	0 – 20	11	Aus.	1,5	Aus.	0,87	1,25	0,18	18,38	20,59	17,85	6,3	1,0
	20 – 40	24,5	Aus.	0,7	Aus.	1,12	2,88	0,18	38,62	50,29	25,30	5,28	2,3
S3N3	0 – 20	2	Aus.	1,3	Aus.	1,5	0,37	0,37	4,49	15,43	4,64	6,6	2,4
	20 – 40	2,75	Aus.	1,5	Aus.	1,5	1,25	0,19	6,88	30,37	5,86	6,0	3,3
S3N4	0 – 20	7,5	Aus.	3,9	Aus.	1,37	1,38	0,24	20,22	45,30	17,24	6,0	1,8
	20 – 40	7,25	Aus.	1,7	Aus.	1,12	1,25	0,33	20,22	40,93	18,57	6,0	1,9
S4N1	0 – 20	3,75	Aus.	1,3	Aus.	1,15	1,25	0,88	7,34	22,53	6,25	6,5	3,0

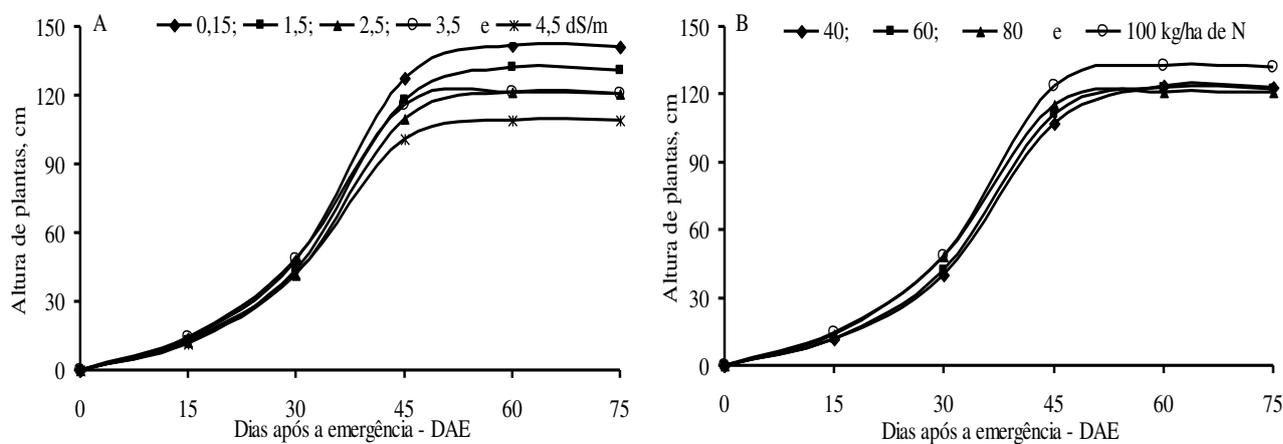
	20 – 40	3,75	Aus.	1,2	Aus.	1,0	2,12	0,46	8,54	35,78	6,83	6,4	1,5
S4N2	0 – 20	3,5	Aus.	0,8	Aus.	1,0	4,5	0,09	4,03	12,40	2,43	6,0	2,1
	20 – 40	10,25	Aus.	0,8	Aus.	0,87	4,38	0,1	17,46	24,86	10,77	5,0	1,9
S4N3	0 – 20	2,0	Aus.	1,1	Aus.	2,0	1,0	0,14	8,75	39,58	7,14	6,42	3,7
	20 – 40	2,75	Aus.	1,3	Aus.	1,25	2,12	0,18	6,24	18,85	4,80	5,66	3
S4N4	0 – 20	17,25	Aus.	1,3	Aus.	2,25	0,25	0,12	34,94	37,08	31,25	5,9	1,7
	20 – 40	17,5	Aus.	0,7	Aus.	1,0	2,12	0,09	34,02	42,39	27,23	5,4	1,8
S5N1	0 – 20	4,75	Aus.	0,7	Aus.	1,0	2,12	0,18	7,62	33,66	6,10	6,4	4,1
	20 – 40	13,5	Aus.	0,8	Aus.	1,0	3,87	0,64	22	33,33	14,13	5,3	2
S5N2	0 – 20	6,5	Aus.	1,5	Aus.	1,12	3,5	0,53	14,7	40,31	9,94	6,8	2,7
	20 – 40	11	Aus.	1,1	Aus.	0,87	3,13	0,12	20,22	41,58	14,29	5,8	2,1
S5N3	0 – 20	3,75	Aus.	2,3	Aus.	1,25	4,62	0,19	13,78	33,33	8,04	6,12	2,6
	20 – 40	21,75	Aus.	0,5	Aus.	0,85	4,13	0,21	40,46	50,66	25,58	5,21	2,2
S5N4	0 – 20	5,0	Aus.	0,6	Aus.	1,25	3,87	0,58	9,18	14,28	5,73	6,4	1,6
	20 – 40	13,75	Aus.	1,3	Aus.	1,37	3,76	0,7	24,82	42,52	15,49	5,4	2,3

\*S1, S2, S3, S4 e S5 = 0,15; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. \*N1, N2, N3 e N4 = 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

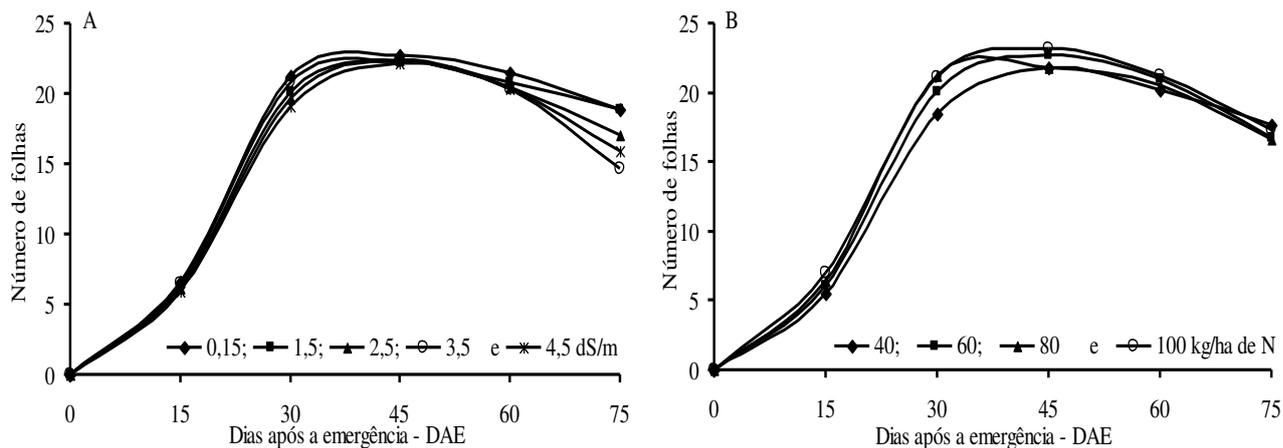
**Apêndice 5.** Evolução do crescimento e acúmulo de fitomassa seca e teor nutricional de planta de girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000, do primeiro ciclo



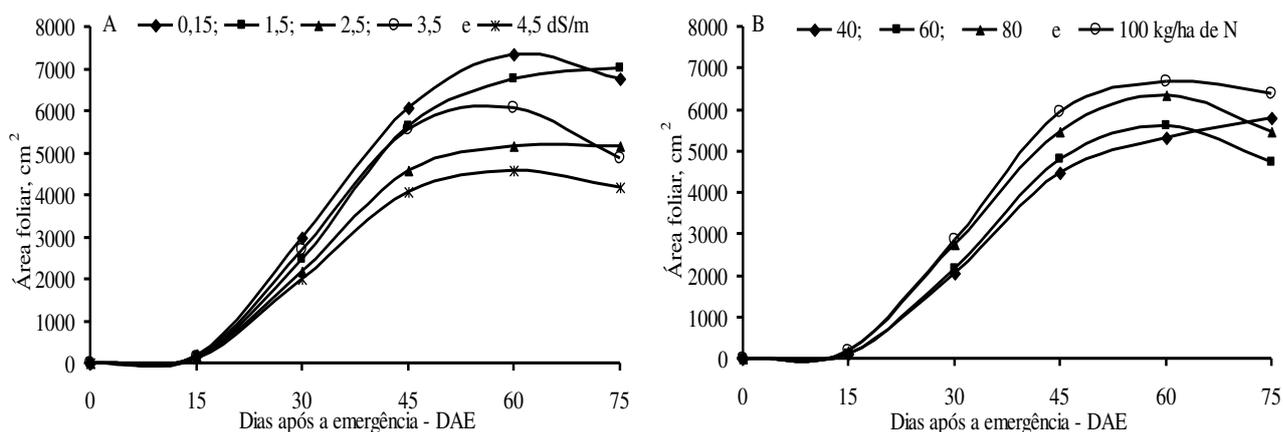
**Figura 1.** Evolução do crescimento em diâmetro caulinar do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



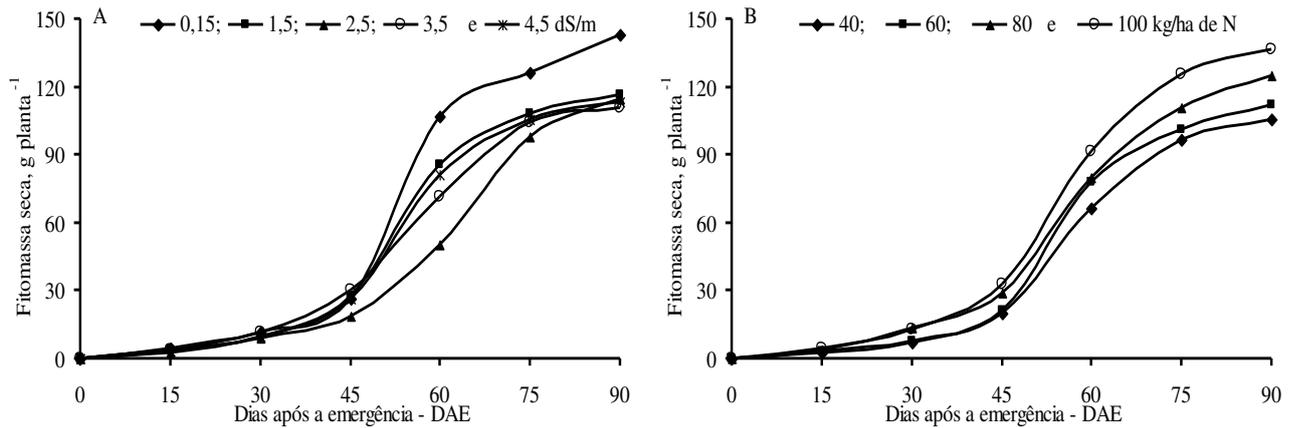
**Figura 2.** Evolução do crescimento em altura do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



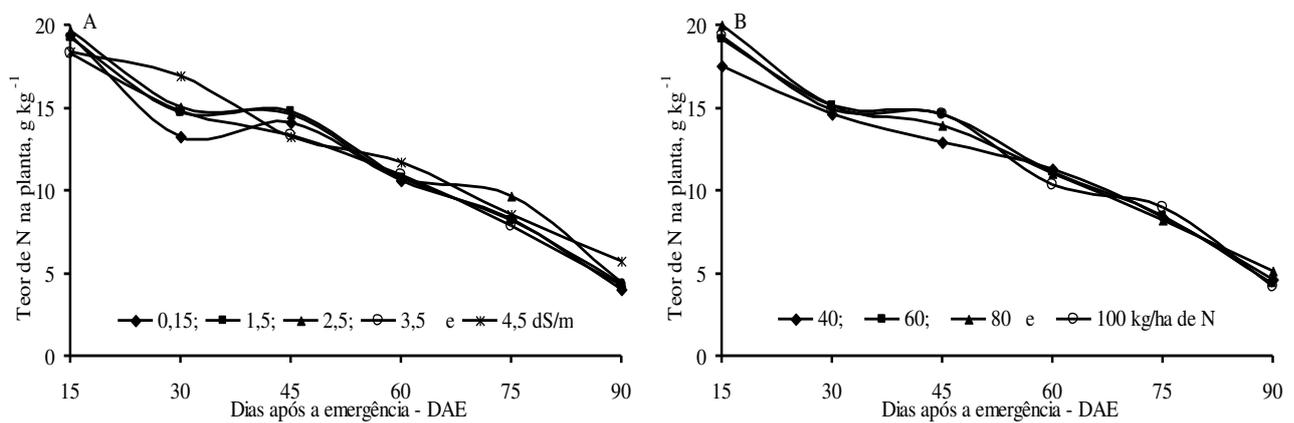
**Figura 3.** Evolução do crescimento em número de folhas do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



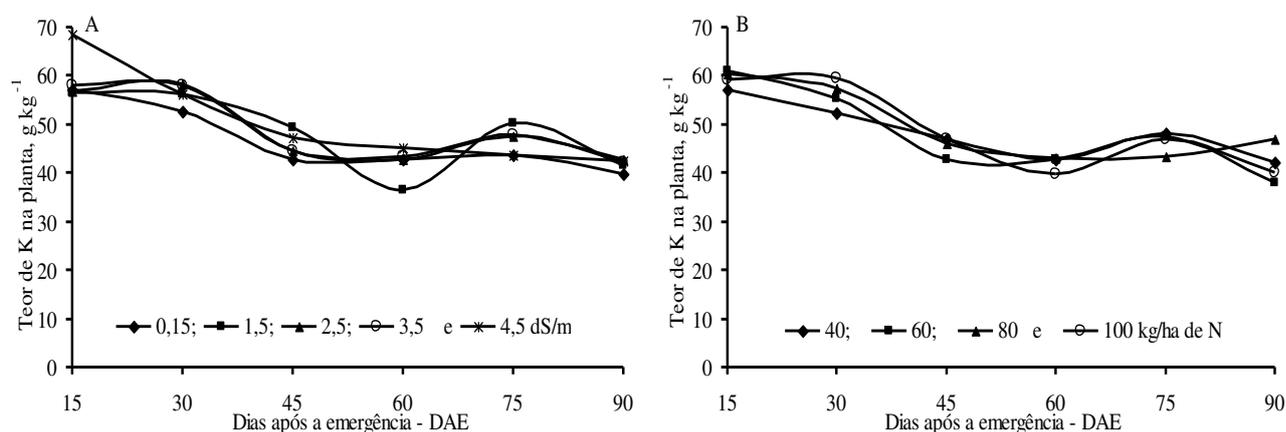
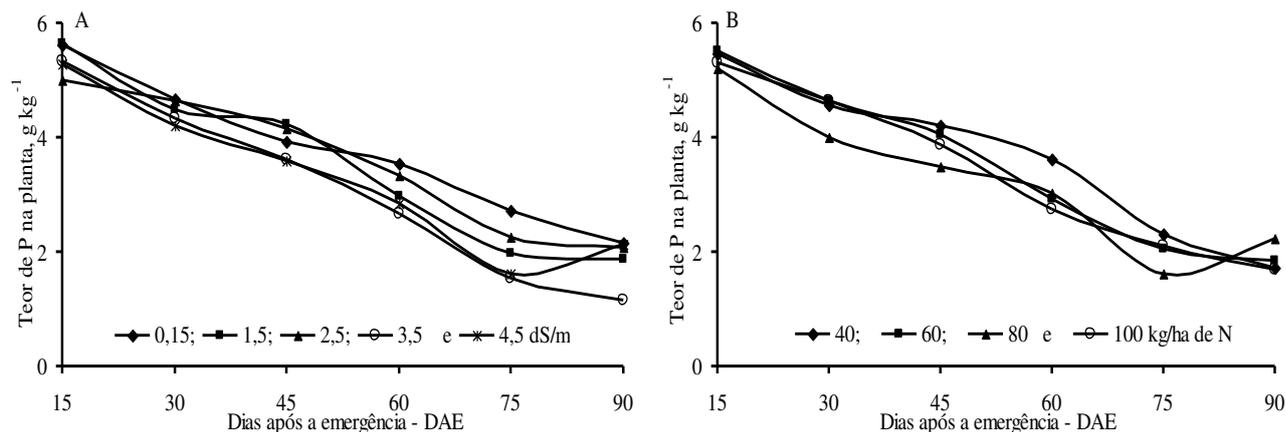
**Figura 4.** Evolução do crescimento em área foliar do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



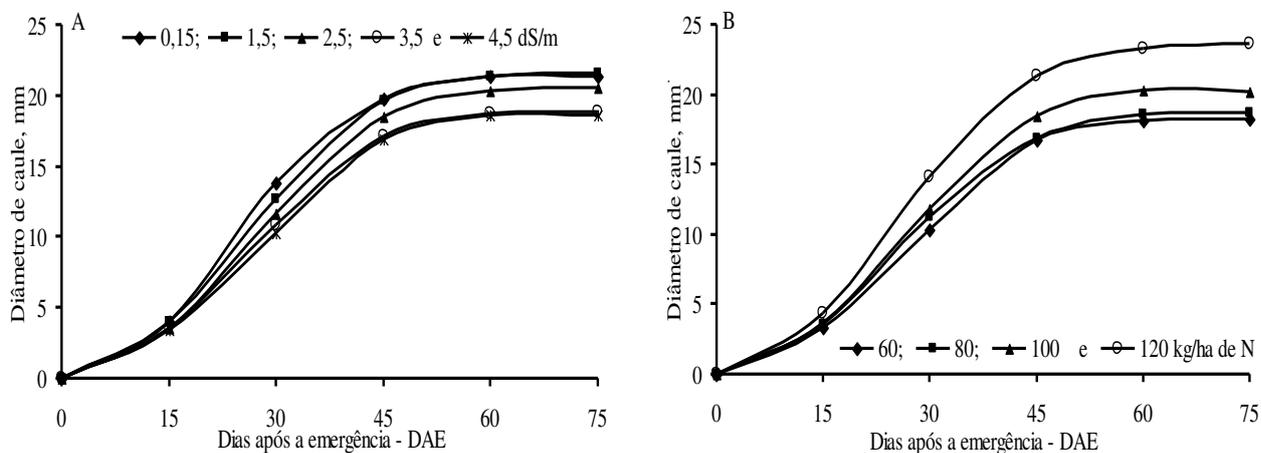
**Figura 5.** Acúmulo de fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



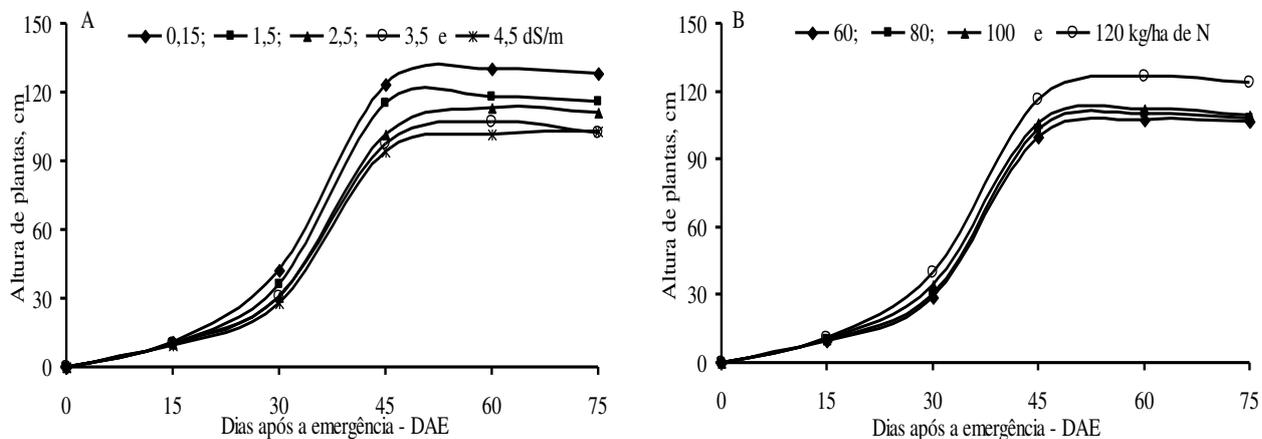
**Figura 6.** Acúmulo do teor de N na planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



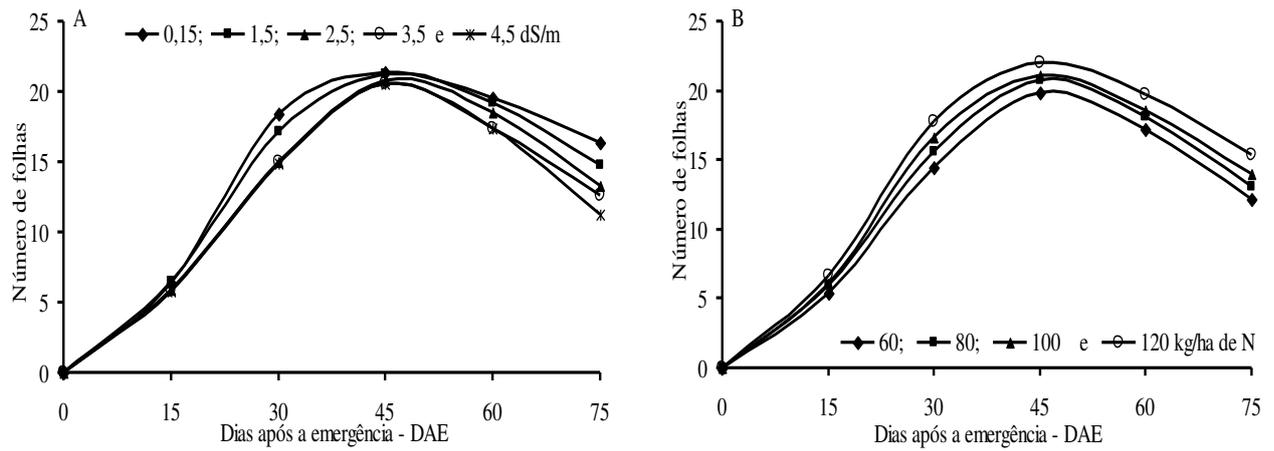
**Apêndice 6.** Evolução do crescimento e acúmulo de fitomassa seca e teor nutricional de planta de girassol cv. EMBRAPA 122 V 2000, do segundo ciclo



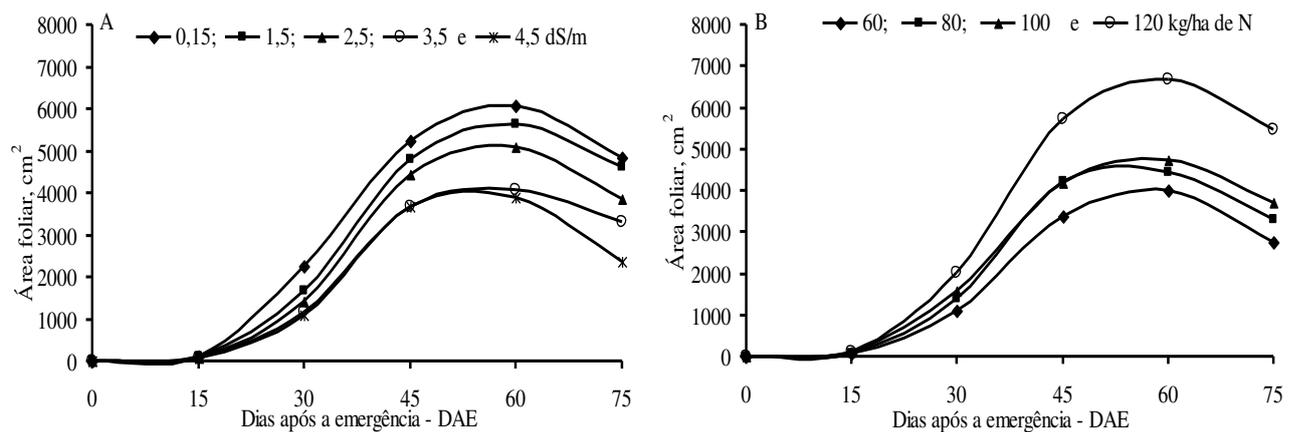
**Figura 1.** Evolução do crescimento em diâmetro caulinar do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



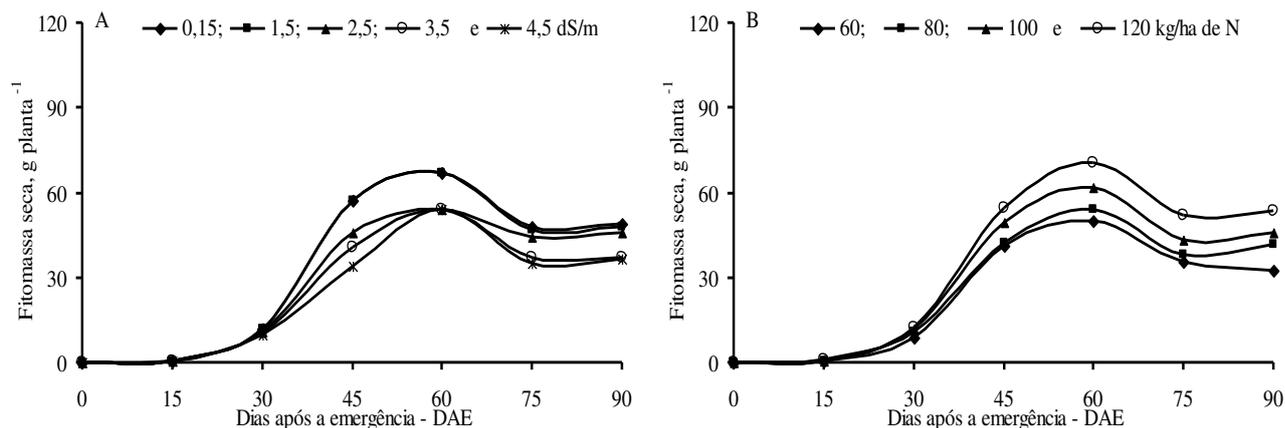
**Figura 2.** Evolução do crescimento em altura do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



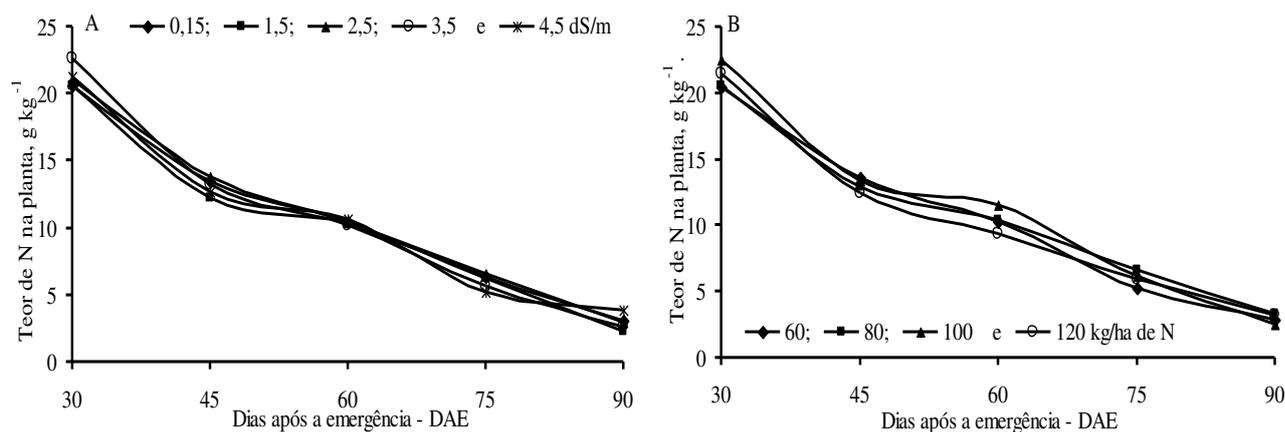
**Figura 3.** Evolução do crescimento em número de folhas do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



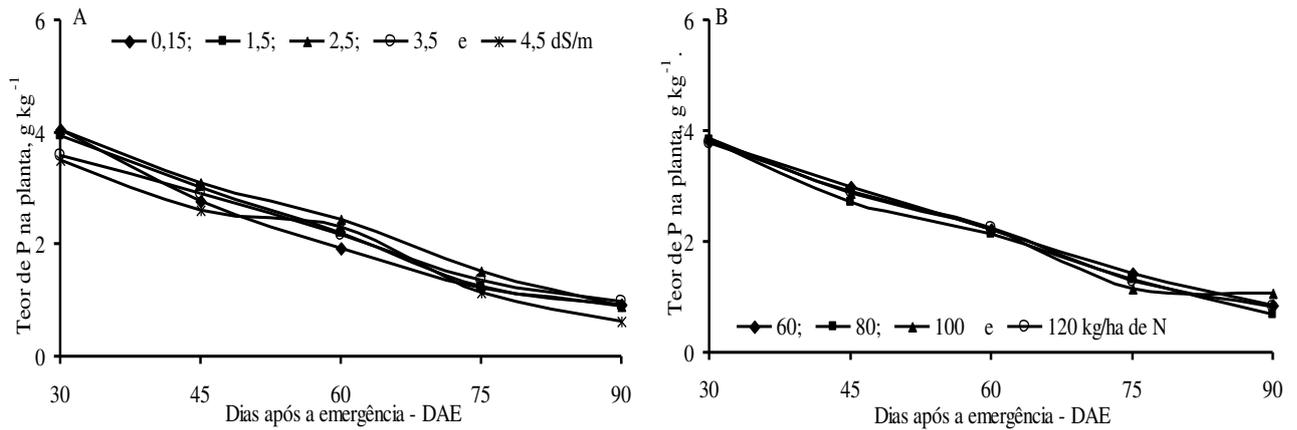
**Figura 4.** Evolução do crescimento em área foliar do girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



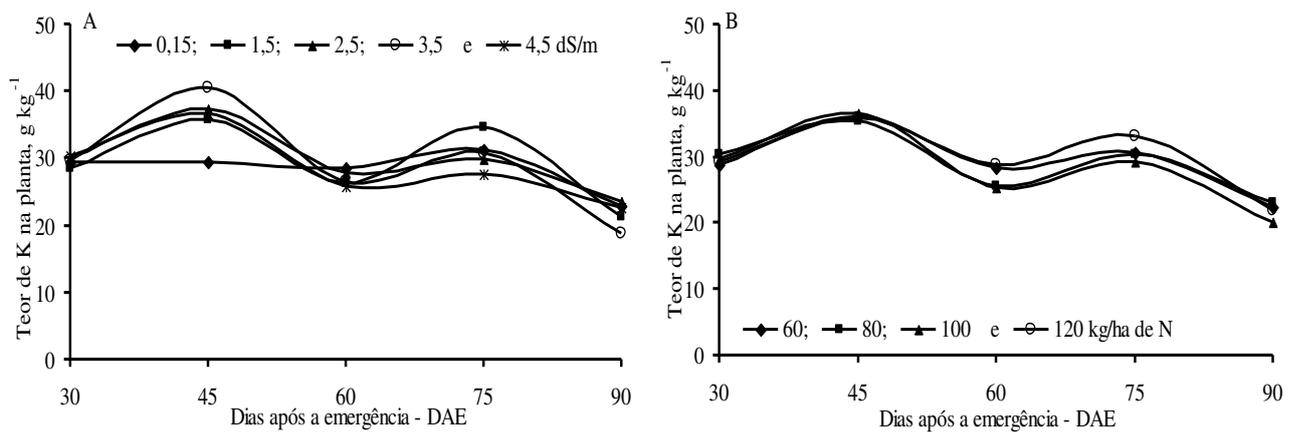
**Figura 5.** Acúmulo de fitomassa seca da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



**Figura 6.** Acúmulo do teor de N da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



**Figura 7.** Acúmulo do teor de P planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)



**Figura 8.** Acúmulo do teor de K da planta de girassol, cv. EMBRAPA 122 V 2000, aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B)