



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



Cultivo do girassol irrigado com água salina sob doses de nitrogênio

Pedro Henrique Pinto Ribeiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola com ênfase em Irrigação e Drenagem.

**Campina Grande
Agosto de 2013**

Pedro Henrique Pinto Ribeiro
Tecnólogo em Irrigação e Drenagem

Cultivo do girassol irrigado com água salina sob doses de nitrogênio

Orientador:

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola com ênfase em Irrigação e Drenagem.

Campina Grande
Agosto de 2013



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

PEDRO HENRIQUE PINTO RIBEIRO

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi – Orientador

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira –
Examinador

Prof. Dr. José Dantas Neto – Examinador

Prof. Dr. Nildo da Silva Dias – Examinador

AGOSTO –2013

Aos meus queridos pais,
Fabiano Pinto Ribeiro e Sandra
Gomes da Trindade, e irmãos,
Fabiana Gomes Ribeiro e José
Vitor Pinto Ribeiro pelo amor,
carinho, dedicação e incentivo
moral.

DEDICO

Ao meu grande incentivador,
Constantino Piris do Nascimento (*in
memoriam*).

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS todo poderoso, único e digno, por sempre estar ao meu lado e me guiar pelos caminhos mais difíceis e jamais me abandonará;

Ao meu Orientador Hans Raj Gheyi, pela oportunidade de trabalharmos juntos e ver a forma diferente de se pesquisar, organizar e ter responsabilidade;

Ao Prof Dr. Marconi Batista Teixeira, por nunca me abandonar e sempre me apoiar, hoje mais que nunca somos amigos;

Aos membros que compõem a banca examinadora deste trabalho, muito obrigado a todos;

Aos Professores: José Dantas Neto, Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Hugo Orlando Carvalho Guerra, Claudio “JAPA”, Nildo Dias, Frederico Soares, Lucia Helena Chaves e Eloy Dantas, pelos conselhos, ajuda e amizade adquirida, sem duvidas pessoas que sempre vou levar comigo;

A Professora Vera Antunes Lima, que sem dúvida abriu-me as portas e sempre sereir muito grato;

Ao Prof. M.Sc. João Pedro Pinto, pela ajuda prestada durante toda a minha caminhada, paciência, dedicação e espelho de vida;

Aos Professores: Milton Sergio Dornelles, Flavio Jesus, André Castro, Adriano Jakelaitis, Leandro Salomão, Alexandre Igor, Priscilla Prates de Almeida, Paulo Cesar, Tânia Araujo, pelo apoio e incentivo, muito obrigado a todos vocês;

Aos meus pais Fabiano Pinto Ribeiro e Sandra Gomes Ribeiro, pela coragem e luta;

Aos meus irmãos, José Victor Pinto Ribeiro e Fabiana Gomes Ribeiro, pela perseverança e nunca desistirem de seus sonhos;

Aos meus Avós Pedro Vicente da Silveira e Corina Elias, por ser meu porto seguro e sempre me apoiar;

A meu grande “amor” Vô João Gomes da Trindade, por me fazer ver as coisas de uma forma diferente e ver como trabalhar é digno e gratificante;

Aos meus Avós José Ribeiro e Dirce Pires Ribeiro, por me ajudar e apoiar;

A minha Bisavó Dorcelina Elias da Silva, por me amar e me dar tanta alegria;

A minha Tia Sirlei Gomes da Trindade e Celso Gomes da Trindade, no que precisar estarei pronto para ajudar;

Ao meu Tio Derisvaldo, por toda confiança e amizade;

Aos meus primos, Michele, João Luiz Batista Jr., Silvio, por todo apoio e dedicação;

Aos meus Tios, João Luiz e Silvia, pelo amor e carinho;

As minhas Tias Taciana e Amanda, pelo carinho, amor, dedicação e cuidado;

Aos Professores; Dermeval Furtado, Maria Sallydelandia, Marx Preste, João Miguel, José Geraldo Barachuy, Soad Arruda, Ronaldo Nascimento, Pedro Vieira, Lourival Cavalcante, Luciano Saboia, Reginaldo, por todo apoio e ajuda;

A Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, por me ajudar e facilitar os trametes;

A CAPES pela concessão da Bolsa de estudos;

A UFCG em nome do Professor Dr. Edilson, por todo apoio e ajuda dada durante todo o tempo de mestrado;

Aos funcionários do departamento de Engenharia Agrícola, Seu Geraldo, Dona Marlene, Dona Cassia, Doutor, Wilson, Edil, China, Pedro, Zé Maria, pela ajuda no que precisei;

A Rain Bird Brasil pela doação dos materiais de irrigação que foram utilizados durante a pesquisa, André Beltrão, Frederico Haun, José Giacoia, Kelly e Mario Eugenio;

A Agroflora, Hidrobrás e Irrigar, pelo apoio nos materiais hidráulicos utilizados na pesquisa;

Aos meus Amigos, Kellen, Elizandra, Silvana Sisil, Navilta, Doroteu, João Tadeu, Epitácio (in memorian), Riuzuani, Lenildo, Arsenio, Benjamim, Aaron, Marcos Mendonça, Helder Moraes, Kaline Travassos, Aline Ferreira, Janivan Suassuna, Eduardo Laime (Janio), Anderson (Lenildo), Suzane, Bruno Abreu, Silvana Gaucha, Enoque, Flavio, Rosinaldo, Sebastiao, Maísa Rios, Kuem, Vinicius Campos, Yoli, Carlos Pedro, Rennan, Salatiel, Rodrigo, Franklin, Klebsom, Antônio Antunes, Anna Michielle, Leandro Oliveira, Antônio Suassuna...

A um grande amigo, Cruz Ramon, que sem dúvida contribuiu com a pesquisa para que ela fosse realizada;

A Júlia Montenegro e sua família, por me acolherem e me proporcionar tanto carinho e atenção;

Aos estagiários PIBIC, Natasha, Sabrina, Roberta, Raiza, Marcel, Rodolfo, Gidé, Ricardo, Hulle, Cardoso e Diego, obrigado a todos vocês.

A todos que contribuíram de forma direta e indireta para que esse trabalho fosse realizado o meu muito obrigado e desculpas se esqueci de algum nome.

“Nenhum cientista pensa com formulas” – Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo geral	12
2.2. Objetivos específicos	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. A cultura do girassol	21
3.1.1. Características gerais	21
3.1.2. Principais usos	23
3.1.3. Aspectos econômicos	24
3.2. Necessidades hídricas da cultura do girassol	25
3.3. Exigências nutricionais da cultura	28
3.4. Nitrogênio na cultura do girassol	29
3.5. O uso de águas salinas	30
3.5.1 Efeito da irrigação com água salina sobre as culturas	32
3.5.2 Tolerância das culturas a salinidade	33
3.6 Tolerância do girassol a salinidade	33
3.7 Efeitos da salinidade nos solos	36
3.8 Estresse salino nas plantas	37
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
4.1. Localização	40
4.2. Solo	40
4.3. Variedade do girassol	42
4.4. Delineamento estatístico e tratamentos	43
4.5. Instalação e condução do experimento	44
4.6 Água para Irrigação	46
4.7. Operação do sistema de irrigação	47
4.8. Biometria conduzida	52
4.8.1 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	51
4.8.2. Altura da planta (AP) e número de folhas (NF)	52

4.8.3. Diâmetro do caule (DC)	53
4.8.4. Área foliar (AF)	53
4.8.5. Diâmetro do capítulo	53
4.8.6. Fitomassa	54
4.8.7. Produtividade média (PM).....	54
4.8.8. Aquênios	54
4.8.9. Consumo e eficiência do uso de água.....	54
4.9. Análise estatística	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1. Índice de velocidade de emergência (IVE) e Consumo de água (CA)	56
5.2. Altura de Plantas (AP)	59
5.3. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta (TCAAP)	62
5.4. Taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCRAP)	64
5.5. Diâmetro Caulinar (DC)	66
5.6. Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro Caulinar (TCADC).....	69
5.7. Taxa de Crescimento Relativo do Diâmetro Caulinar (TCRDC).....	70
5.8. Área foliar (AF)	71
5.9. Número de folhas.....	74
5.10 . Fitomassa Seca na Colheita (FSNC).....	76
5.11 . Produção	79
6. CONCLUSÕES	85
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Vista geral do experimento dividido em delineamento de parcelas subdivididas.....	44
Figura 02. Vasos (A) e preenchimento com solo (B).....	44
Figura 03. Desbaste de plântulas.....	45
Figura 04. Detalhe da polinização artificial cruzada.....	46
Figura 05. Conjunto eletrobomba (A) e linha lateral (B).....	48
Figura 06. Evaporímetro de PICHE instalado no ambiente protegido.....	49
Figura 07. Evaporação dentro da casa de vegetação durante a condução do experimento.....	49
Figura 08. Quadro de controle e energia do sistema de irrigação (A) Vista dos reservatórios utilizados no experimento (B) Formação do bulbo no vaso (C) Linhas de Gotejadores (D) Manômetro para controle de pressão dentro da unidade de irrigação (E) Válvulas elétricas de acionamento da linha lateral (F).....	50
Figura 09. Vista das plantas do experimento aos 15 – DAS (A) e aos 65 – DAS (B).....	52
Figura 10. Medida do comprimento da folha.....	53
Figura 11. Medida do diâmetro do capítulo.....	54
Figura 12. Consumo de água em função da %N dentro da salinidade da água de irrigação e da salinidade dentro das doses de nitrogênio.....	58
Figura 13. Altura das plantas de girassol aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.....	61
Figura 14. Altura das plantas irrigadas com água de CE de 0,5, 1,5, 2,5 3,5 e 4,5 dS m ⁻¹ em função dos dias após semeadura (DAS).....	62
Figura 15. Taxa de crescimento absoluto da altura (TCA _{AP}) de planta no período de 15 – 30 e dos 31 – 45 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.....	64
Figura 17. Diâmetro do caule das plantas do girassol aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.....	67
Figura 18. Diâmetro do caule das plantas irrigadas com água de CE de 0,5, 1,5, 2,5 3,5 e 4,5 dS m ⁻¹ em função dos dias após semeadura (DAS).....	68
Figura 20. Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule dos 15 aos 30 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.....	71

- Figura 21.** Área foliar das plantas do girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação. 73
- Figura 24.** Número de folhas das plantas irrigadas com água de CE de 0,5, 1,5, 2,5 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ em função dos dias após semeadura (DAS)..... 76
- Figura 25.** Fitomassa seca da parte aérea aos 15, 30, 45 e 95 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação. 78
- Figura 26.** Fitomassa seca da parte aérea na colheita no final do experimento em função da salinidade da água de irrigação. 79
- Figura 27.** Fitomassa seca total, dos capítulos (FCAP); dos aquênios total (FAT) e aquênios não viáveis (FANV) em função da salinidade da água de irrigação. 80
- Figura 28.** Fitomassa dos aquênios não viáveis (FANV) e percentual de aquênios viáveis (%FAV) em função da dose de nitrogênio..... 81
- Figura 29.** Número total de aquênios (NAT) e de aquênios não viáveis (NANV), em função da salinidade da água de irrigação. 82
- Figura 30.** Diâmetro do capítulo seco em função da salinidade da água de irrigação. . 83

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Características físicas do solo utilizado no experimento.....	41
Tabela 02. Características químicas do solo utilizado no experimento.....	42
Tabela 03. Características químicas da água da Companhia Estadual de Abastecimento Público, utilizada no experimento	47
Tabela 04. Característica técnica do modelo de tubo gotejador de acordo com o fabricante: vazão nominal ($L h^{-1}$), diâmetro interno (mm) e faixa operacional (m.c.a).....	51
Tabela 05. Avaliações feitas durante o experimento para avaliar o sistema de irrigação por gotejamento superficial; CUC – Coeficiente de uniformidade de Christiansen, CUD – Coeficiente de uniformidade de distribuição, CV _q – Coeficiente de variação de vazão encontrado, GE – Grau de entupimento .	51
Tabela 06. Resumo das análises de variância para IVE (índice de velocidade de emergência) e CA (consumo de água) de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada	56
Tabela 07. Resumo das análises de variância da altura de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada	59
Tabela 08. Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento absoluto da altura de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada	63
Tabela 09. Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento relativo da altura de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada	65
Tabela 10. Resumo das análises de variância do diâmetro caulinar de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada.....	67
Tabela 11. Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada	69

- Tabela 12.** Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada 70
- Tabela 13.** Resumo das análises de variância da área foliar de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 72
- Tabela 14.** Resumo das análises de variância para número de folhas de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 74
- Tabela 15.** Resumo das análises de variância para fitomassa seca da parte aérea de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio e colheita (FSNC), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 77
- Tabela 16.** Resumo das análises de variância para fitomassa dos capítulos (FCAP); fitomassa total dos aquênios (FAT), aquênios viáveis (FAV) e não viáveis (FANV) e o percentual de aquênios viáveis das plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 79
- Tabela 17.** Resumo das análises de variância para número total de aquênios (NTA), aquênios viáveis (NAV) e não viáveis (NANV), percentual de aquênios viáveis (%AV) e não viáveis (%ANV) de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 81
- Tabela 18.** Resumo das análises de variância para diâmetro do capítulo seco (DCS) de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada 83

RESUMO

RIBEIRO, PEDRO HENRIQUE PINTO. **Cultivo do girassol irrigado com água salina sob doses de nitrogênio**. 2013. 99p. Dissertação apresentada ao Programa de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola com ênfase em Irrigação e Drenagem, Campina Grande - Paraíba. Orientador: Professor Dr. Hans Raj Gheyi.

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma das espécies vegetais de maior potencial para a produção de biocombustível, além de se constituir em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas. Sua ampla adaptação as diferentes condições climáticas torna-se muito promissora para o Nordeste brasileiro. A salinidade do solo é um dos principais problemas da agricultura irrigada e tem reduzido à produção em áreas de cultivo no mundo inteiro. Uma das formas de atenuar os efeitos da salinidade sobre as plantas é a melhoria na qualidade nutricional do solo. Como são escassos os estudos ao respeito no semiárido, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar o crescimento e a produção da variedade de girassol (Embrapa 122 / V-2000) sob o efeito da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Os fatores estudados foram cinco teores de sais na água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹) e cinco doses de nitrogênio no solo (60, 80, 100, 120 e 140% da recomendação de N para experimentos em vasos), combinados em esquema 5 x 5 e em delineamento experimental em parcelas subdivididas, níveis de salinidade e dentro de cada de salinidade os níveis de nitrogênio, com três blocos, com uma planta por parcela. As plantas foram cultivadas em vasos de 20 L, preenchidos com Neossolo Regolítico. As irrigações foram realizadas diariamente, de forma automática deixando o solo a capacidade de campo. Foram analisadas variáveis de crescimento (altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar, número de folhas, taxa de crescimento absoluto e relativo, e fitomassa) e de produção (diâmetro do capítulo, fitomassa dos aquênios, fitomassa do capítulo seco, produtividade média, número e percentagem de aquênios viáveis), o índice de velocidade de emergência e o consumo de água, onde os resultados foram submetidos a análises de variância e de regressão, para àquelas que obtiveram efeitos significativos. O girassol teve seu crescimento e a produção reduzida a partir da salinidade de 1,5 e 2,5 dS m⁻¹, respectivamente. Os níveis de nitrogênio influenciaram apenas a fitomassa total dos aquênios, a dos aquênios não viáveis e a percentagem de aquênios viáveis. O consumo de água foi afetado tanto pela salinidade quanto pelas doses de nitrogênio, observando-se que a dose de N que atenuou o efeito na planta dos sais foi a de 100% da dose recomendada.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., salinidade, fertilidade.

ABSTRACT

RIBEIRO, PEDRO HENRIQUE PINTO. **Cultivation of sunflower irrigated with saline water under nitrogen doses.** In 2013. 99p. Dissertation submitted to the Program of Agricultural Engineering, Federal University of Campina Grande - UFCG, as a prerequisite for obtaining the title of Master in Agricultural Engineering with emphasis on Irrigation and Drainage, Campina Grande - Paraíba. Advisor: Prof. Dr. Hans Raj Gheyi.

The sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of the most potential oilseed specie for the production of renewable fuel besides being an important alternative for the farmer in rotation systems and crop sequence. Its wide adaptation to different climatic conditions makes of the sunflower a highly promissory crop for the Brazilian Northeast. Soil salinity is one of the main problems of irrigated agriculture and has reduced production in growing areas worldwide. One way to mitigate the effects of salinity on plants is to improve the nutritional quality of the soil. Due to the scarcity of information in this grad in the semiarid region, a study was conducted, under greenhouse conditions, to evaluate the growth and yield of Embrapa 122 / V-2000 sunflower variety under the influence of different water salinities and nitrogen fertilization. The factors studied were 5 salt salinity of irrigation water (0.5, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m⁻¹) and five nitrogen doses (60, 80, 100, 120 and 140% of the recommended nitrogen for experiments in pots), combined in a 5 x 5 split plot experimental design with three blocks, with one plant per conducted. The plants were grown in 20 L pots, filled with a Entisol. The irrigations were automatically daily leaving the soil at field capacity. Growth variables (plant height, stem diameter, leaf area and phytomass), production variables (capitulum diameter, productivity, number and percentage of viable achenes) velocity of germination and water use by the sunflower were measured, and the results submitted to analysis of variance and regression for those which were significant. Sunflower reduced its growth and production at water salinity levels greater than 1.5 and 2.5 dS m⁻¹, respectively. Nitrogen levels influenced only the total phytomas of achenes and non viable achenes and the percentage of viable achenes. Water consumption was affected much by salinity as by nitrogen, observing that the N doses which mitigated the effect of salt on the plant was equivalent to 100% of the recommended dose.

Keywords: *Helianthus annuus* L., salinity, nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

O consumo crescente de energia não renovável e seus impactos inerentes à mudança climática do planeta têm despertado o interesse pelo uso de energias renováveis e pelo desenvolvimento de produção de biomassa, em várias regiões do mundo.

Entre as principais culturas consideradas para a produção de bicompostíveis se destacam a cana-de-açúcar, a beterraba, o milho e o trigo na produção do bioetanol (USDA, 2005). Para biodiesel no Brasil tem-se utilizado principalmente a soja, o algodão, a mamona, o pinhão manso e o girassol. O girassol se adapta bem às condições variáveis de temperatura, considerando-se a faixa entre 18 e 24°C como a melhor para o seu desenvolvimento (WATANABE, 2007); esta cultura responde por cerca de 13% de todo o óleo vegetal produzido no mundo (PRADO e LEAL, 2006). O girassol é de suma importância notadamente por possuir relativa tolerância a baixas temperaturas e a déficits hídricos, por concentrar elevadas quantidades de óleo em seus aquênios, cerca de 40%, ciclo curto e apresentar rusticidade, sistema radicular extensivo e mecanismos de osmorregulação em condições de baixa disponibilidade hídrica e estresse salino (ELNAZ EBRAHIMIAN e AHMAD BYBORDI, 2011).

O girassol, além de ser uma das principais culturas utilizadas para a produção de combustível renovável em função do elevado teor de óleo encontrado nos aquênios (entre 30 e 40%) e de sua ampla adaptação às diferentes regiões edafoclimáticas (DALL'AGNOL et al., 2005), tem ampla adaptabilidade climática, alta tolerância à seca, ao frio e ao calor, tornando-se pouco influenciada pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo (ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, 2010).

Para garantir a produção de biomassa e o aumento da produtividade do girassol, no semiárido faz-se o uso de técnicas como a fertirrigação (RODRIGUES et al., 2010), devido especialmente à distribuição irregular das chuvas, porém a agricultura enfrenta um grande problema em todo o mundo com a escassez de recursos hídricos adequados forçando os produtores a utilizarem águas com elevada concentração de sais para irrigação das culturas (CONAB, 2011).

O uso de água salina pode causar a salinização dos solos, um dos principais problemas da agricultura irrigada, em virtude dos seus efeitos negativos, em relação ao rendimento das culturas. Estima-se que 20% das terras cultivadas no mundo,

correspondendo, aproximadamente à metade das áreas irrigadas, estejam afetadas por sais (SAIRAM e TYAGI, 2004). Em muitas áreas o principal agente promotor da salinidade está associado à sodicidade do solo e ao uso de água de irrigação contendo elevadas concentrações de sódio, carbonato e bicarbonato. Altas concentrações de sais, além de reduzir o potencial hídrico do solo podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SILVA et al., 2003).

A utilização dessas águas fica condicionada, então, à tolerância das culturas à salinidade e às práticas de manejo da irrigação e adubação, que devem evitar impactos ambientais e consequentes prejuízos às culturas. Kafkafi (1984) relata que entre os diversos efeitos da salinidade sobre as plantas existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta. Por outro lado, nitrogênio amoniacal reduz os teores de Ca e Mg na planta, diminuindo a permeabilidade seletiva da membrana radicular, proporcionando aumento na absorção de cloreto, quando o mesmo se encontra em concentração elevada no meio (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Este mesmo autor demonstra que plantas mais tolerantes à salinidade exibem valores mais elevados de certas relações de nutrientes nas folhas do que aquelas menos tolerantes, sendo as relações N/Cl, K/Na e Ca/Na as que mais se destacam. Desta forma, o aumento da dose de determinados fertilizantes aplicados em uma cultura sensível à salinidade poderá elevar essas relações nas folhas e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade.

Estratégias para minimizar os efeitos da salinidade sobre o crescimento e a produção do girassol têm sido intensamente investigadas, destacando-se a utilização de fertilizantes nitrogenados (BISCARO et al., 2008; NOBRE et al., 2008; NOBRE et al., 2010; ELNAZ EBRAHIMIAN e AHMAD BYBORDI, 2011). Há evidências de que esse nutriente não só atua sobre o crescimento de plantas cultivadas em condições salinas, mas também na atenuação dos efeitos deletérios do estresse, aumentando, dessa forma, sua tolerância (ELNAZ EBRAHIMIAN e AHMAD BYBORDI, 2011), partindo do pressuposto de que o íon nitrato e o amônio estejam envolvidos com o ajustamento bioquímico da cultura do girassol às condições salinas.

A eficiência da adubação nitrogenada depende do tipo de absorção do nutriente, nível de salinidade do solo, presença ou ausência de matéria orgânica, dentre outros fatores. Acrescente-se, também, que escassos são os relatos sobre a interação

salinidade x nitrogênio sobre o girassol variedade Embrapa 122 / V-2000 nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro.

Faz-se necessário, portanto, realizar pesquisas na região onde se possa avaliar o crescimento e os seus componentes de produção da variedade de girassol Embrapa 122 / V-2000 sob o efeito da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o crescimento e a produção da variedade de girassol Embrapa 122 / V-2000 sob o efeito da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a tolerância da cultura do girassol sob o efeito interativo da salinidade da água de irrigação versus fertilidade do solo;
- Quantificar o consumo de água na produção do girassol sob os efeitos da adubação com doses de N e irrigação com águas salinas;
- Determinar as curvas de crescimento desta cultura submetidas a doses de nitrogênio e salinidades da água de irrigação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura do girassol

3.1.1. Características gerais

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. O girassol (*Helianthus annuus* L.) tem sido usado como planta forrageira para alimentação animal, como planta melífera, ornamental, na produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis (MORGADO et al., 2002; NEVES et al, 2008; CORRÊA et al. 2009). 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.

Conforme Watanabe (2007), a planta apresenta caule ereto e vigoroso, cilíndrico e maciço em seu interior, não é ramificado e a superfície exterior é rugosa; sua altura nas variedades comerciais varia entre 0,3 e 5,0 m, enquanto o diâmetro da haste varia entre 1 e 10 cm; as folhas de girassol podem apresentar até 30 cm de largura e 50 cm de comprimento, variando em número de 8 a 70, dependendo das condições de cultivo; as cores oscilam do verde-escuro ao verde-amarelado; o pecíolo possui, na parte superior, uma espécie de canaleta que leva a água das chuvas até o caule, onde escorre até as raízes.

A inflorescência é um capítulo formado por inúmeras flores arranjada em arcos radiais. A base do capítulo é chamada receptáculo sobre o qual estão as brácteas e flores. Círculos sucessivos, de um a quatro discos florais, se abrem diariamente durante 5 a 10 dias, dependendo do tamanho do capítulo e da temperatura ambiente (UNGARO, 2000).

Para Connor e 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.

O girassol pode ser plantado durante todo o ano uma vez que haja disponibilidade de água possibilitando o melhor aproveitamento das áreas agrícolas, através de rotação com outras culturas. No Brasil, grande parte do território é considerada apta para o cultivo de girassol por apresentar condições climáticas satisfatórias (MEDEIROS, 2007). 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 faixa mais adequada entre 18 e 24 °C.

Balla et al. (1997) afirmam ser o girassol uma planta muito rústica, resistente à seca, ao frio e ao calor. 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: soja aumento de 15% e milho de 30%.

A cultura do girassol necessita de disponibilidade adequada de água durante o período da germinação à emergência visando à 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 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 variar de 200 a 900 mm por ciclo, o que constitui um forte incentivo para novas pesquisas nesta área.

Os solos mais adequados para a cultura do girassol são os argilo arenosos profundos, férteis, permeáveis e com elevado teor de matéria orgânica. Os solos demasiadamente pesados, impermeáveis e os demasiadamente arenosos, com excesso de sal ou pedregosos, muito ácidos ou fortemente alcalinos, não são adequados para a cultura (ROSSI, 1998). É uma planta que se desenvolve bem em solos com fertilidade média; no entanto, altas produções só são obtidas em solos corrigidos quanto à acidez, férteis ou com boa fertilização suplementar (UNGARO, 2000).

3.1.2 Principais usos

Dentre as diversas características da cultura quatro merecem destaque: possui elevado teor de óleo nos grãos (38% a 50%), está altamente relacionada com a quantidade de cascas que a cultivar apresenta e que varia de 20 a 25% em função dos genótipos; o custo de extração do óleo é baixo pois é facilmente obtido por meio do uso de prensas; ocupa, basicamente, uma “janela temporal” do sistema de produção, não competindo, assim, com a cultura principal e é uma cultura com melhor aproveitamento da água do solo e da adubação remanescente (CASTRO C. et al., 2010). As folhas podem ser usadas como herbicida natural (ALVES, 2007) e os capítulos fornecem sementes (aquênios), também utilizadas na alimentação animal e, por fim, podem ser utilizadas como plantas ornamentais.

Do girassol também se pode extrair a farinha panificável, que tem sido utilizada na fabricação de pão misto, em mistura com as farinhas de trigo, milho e sorgo (SACHS et al., 2005). Nos países eslavos as sementes de girassol são torradas, moídas e utilizadas como sucedâneo do café. Na área de floricultura e ornamentação, sua utilização pode ser ampliada com a criação de girassois coloridos (VIEIRA, 2005).

Da biomassa pode-se obter vários tipos de combustível (sólidos, líquidos e gasosos) de caráter renovável, entre os quais o álcool etílico é um dos mais nobres, por não ser tóxico, é de fácil transporte e pode substituir, em parte, o consumo de gasolina (ORTEGA et al., 2008). Desta forma, a casca pode ser posta para fermentar e produzir cerca de 50 L de álcool etílico a partir de 600 a 700 kg de casca de girassol (PORTAS, 2001).

A cultura do girassol apresenta, ainda, características muito importantes para o solo visto que suas raízes promovem a reciclagem de nutrientes. A grande quantidade de massa seca produzida por esta cultura também faz com que os níveis de matéria orgânica no solo sejam elevados proporcionando, assim, melhor estruturação do mesmo; por todos esses motivos a cultura do girassol é apropriada para a rotação de culturas comerciais (LEITE et al., 2005).

É oportuno enfatizar que a grande quantidade de biomassa produzida nesta cultura também pode acumular elevada concentração de íons metálicos em seus tecidos, característica que faz com que o girassol seja bastante empregado no processo denominado fitorremediação; neste processo, as plantas são empregadas para extrair ou assimilar íons metálicos, pesticidas, xenobióticos ou compostos orgânicos deixando o

solo ou o ambiente aquático sem esses contaminantes, mesmo que isto gere alguns problemas para o seu crescimento e desenvolvimento. A fitorremediação é considerada uma tecnologia segura, que apresenta baixo custo e causa menor impacto ao meio ambiente que outros processos adotados com a mesma finalidade (PILON-SMITS, 2005).

3.1.3. Aspectos econômicos

O girassol (*Helianthus annuus* L.) está entre as cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível (6,5% da produção mundial de oleaginosas na safra 2001/2002), ficando atrás apenas da soja (56,8% do total), do algodão (11,3% do total), da colza (11,1% do total) e do amendoim (10,23% do total) (FAGUNDES, 2002). Destaca-se a nível mundial como quarta oleaginosa em produção de farelo, depois da soja, colza e algodão e terceira em produção mundial de óleo, depois da soja e colza. 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%. 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).

A produção nacional de girassol deverá ficar em torno de 74,4 mil toneladas, ou seja, inferior à safra anterior em 4,4%. Na safra 2011/12 é esperada uma produtividade em torno de 1.216 kg/ha, com uma variação negativa de 3,1%, se comparada com a safra passada. A região campeã de produtividade deverá ser a Sul, com destaque para o Paraná (1.380 kg/ha) e a região Centro-Oeste com destaque para o Estado de Goiás (1.400 kg/ha). Este aumento de produtividade nos referidos Estados foi devido ao melhoramento nos tratos culturais e no emprego de novas tecnologias adotadas pelos produtores (CONAB, 2011).

A cultura do girassol avança para os estados do Brasil Central (baixas latitudes) fundamentada em novos genótipos, alguns importados diretamente da Argentina havendo, portanto, a necessidade de se ajustar melhor a população de plantas para altos rendimentos (MONTEIRO, 2001).

O girassol é uma das culturas com potencial de utilização no Brasil em projetos de inclusão social, como integrante de sistemas de produção de grãos e biodiesel nos

sistemas de rotação de culturas. O girassol pode desempenhar papel importante na ciclagem de nutrientes sobretudo dos fertilizantes aplicados nas culturas anteriores, possibilitando um gasto menor para a aquisição dos mesmos (OLIVEIRA et al., 2005). Segundo Silva (1990), a região Sul do Estado de Minas Gerais é considerada, dentro da faixa de potencialidade climática para a cultura do girassol, apta para dois cultivos anuais complementares de girassol, no mesmo solo.

Recentemente e com o incentivo do Governo Federal em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional através de sua adição ao óleo diesel comercializado, ressalta-se que a cultura do girassol apresenta viabilidade técnico-ambiental na produção de biocombustíveis Embrapa, 2003 e Fagundes, 2002.

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% do seu conteúdo, muito útil à alimentação animal (GRANDO, 2005).

A composição da torta de girassol, encontrada por Silva et al. (2002b) e expressa em matéria natural, apresentou 7,57% de umidade, 22,19% de proteína bruta, 22,15% de extrato etéreo, 4,68% de material mineral, 0,35% de cálcio, 0,70% de fósforo e 23,28% de fibra bruta.

3.2. Necessidades hídricas da cultura do girassol

Comumente, o girassol é cultivado como cultura de sequeiro, embora não seja altamente tolerante à seca. Todavia, apresenta boa resposta à irrigação e acréscimos de rendimentos acima de 100% é comum em comparação com cultivos sem irrigação (ANDRADE, 2000).

Conforme Silva (1990), as carências hídricas para a cultura do girassol, no Brasil, ainda não estão bem definidas mas, de modo geral, variam de 200 a 900 mm por ciclo e os maiores rendimentos são obtidos na faixa de 500 a 700 mm, desde que bem distribuídos. Unger (1990) explica que a água requerida pelo girassol varia de 600 a 1000 mm, dependendo do clima e do ciclo da cultura. Aumentos na evapotranspiração são observados no estabelecimento e no florescimento da cultura podendo, ainda, ser mantidos durante a formação das sementes e no início da maturação.

O consumo de água pela cultura do girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo do solo e da cultura. Entretanto, solos bem preparados e/ou com alta capacidade de armazenamento de água permitem, à planta, tolerar maiores períodos sem chuvas e/ou irrigação (CASTRO, 1999).

Na irrigação do girassol deve-se calcular o volume de água para uma profundidade de até 60 cm. Assim são utilizados, em geral de 5000 a 10000 m³ ha⁻¹ de água, parcelados de acordo com as fases da planta e tipos de solo.

Gomes et al. (2003) observaram, trabalhando com a cultura de girassol em Limeira, SP, com semeadura em junho incrementos de 28 e 44% na produtividade de grãos dos tratamentos irrigados nas fases críticas (aparecimento do botão floral e enchimento de grãos) e dos tratamentos irrigados durante todo o ciclo da cultura, respectivamente, quando comparados aos tratamentos não irrigados, além de aumento de 10% no peso médio de 1000 aquênios nos tratamentos irrigados (70,1 g) quando comparados com os tratamentos não irrigados (63,9 g).

Gomes et al. (2005) constataram, trabalhando com girassol irrigado em Limeira, SP, nos anos de 2001, 2002 e 2003, que sob severo e moderado estresse hídrico com suplementação hídrica nas fases de formação do botão floral e no enchimento de grãos, a produção de grãos de girassol reduziu cerca de 30 e 17,2%, respectivamente, em comparação com plantas sem restrição hídrica.

Para Naim e Ahmed (2010), o intervalo na irrigação é papel fundamental para o estabelecimento das culturas o 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, os 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 tiveram redução no rendimento de aquênios, peso de 1000 aquênios, número de aquênios por capítulo e teor de óleo.

O déficit de irrigação na região sul da Turquia em cultivo de girassol, segundo Demir et al. (2006), afeta significativamente o rendimento de grãos e o rendimento biológico, além de reduzir a percentagem de óleo. Iqbal e Ashraf (2006) afirmam que, mesmo utilizando diferentes doses de glicinabetaína, a qual é usada para aumentar tolerância a estresses, a percentagem de sementes a biomassa fresca e seca das plântulas reduziram na presença do estresse hídrico.

Estudando o crescimento e o rendimento de girassol sob diferentes regimes de irrigação no Paquistão, Ghani et al. (2000), concluíram que, quanto maior a lâmina de água aplicada maiores também o diâmetro do capítulo, o número de sementes viáveis, o peso de 1000 sementes e o rendimento de sementes; entretanto, sem diferenças estatísticas para o número de plantas por parcela.

Bakht et al. (2010), avaliaram, cultivando girassol em Islamabad, Paquistão, avaliaram o efeito de quatro regimes hídricos em referência à fisiologia e ao rendimento dessa cultura e constatando tendência linear crescente da fenologia, índice de área foliar e do rendimento de sementes.

Após testar 25 genótipos de girassol submetidos a estresse hídrico, Tahir et al. (2002), observaram redução da altura de plantas (6,42%), área foliar (25,56%), diâmetro do capítulo (15,21%), peso de 1000 aquênios (22,63%), rendimento por planta (34,13%) e peso seco da haste (19,56%) nos tratamentos com menores conteúdos de água disponível no solo. Karam et al. (2007), encontraram diminuição da área foliar e da produção de sementes de girassol sob déficit hídrico.

Nezami et al. (2008), concluíram, estudando o crescimento de plantas de girassol cultivadas em vaso, que a altura de plantas, matéria seca, diâmetro do caule, diâmetro do capítulo, área foliar, número de sementes por capítulo, peso de 100 sementes e produção de sementes, decaíram nos menores valores de capacidade de campo dos vasos.

Raulf e 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.

A maioria das componentes respondeu de maneira linear, independente da fase analisada. Não houve baixa produtividade da cultura do girassol com ausência de irrigação, igual a 2271 kg ha⁻¹; no entanto, a maior produtividade, 3063 kg ha⁻¹, foi alcançada por meio da irrigação que utilizou coeficientes de cultura iguais 0,4, 0,8, 1,2, 0,8 e 0,4, nas fases fenológicas 1 (Germinação), 2 (Crescimento), 3 (Floração), 4 (Enchimento dos aquênios) e 5 (Maturação), respectivamente (GOMES et al., 2010).

Em pesquisa sobre irrigação suplementar com a cultura do girassol no Estado do Paraná, Gomes et al. (2012) afirmaram que as maiores lâminas de irrigação resultaram em também maior crescimento e produção dessa oleaginosa.

3.3. Exigências nutricionais da cultura

Segundo Leite (2005), o girassol proporciona melhoria da fertilidade do solo, pois “apresenta uma elevada capacidade de ciclagem de nutrientes absorvidos em profundidade e uma taxa reduzida de exportação de nutrientes”. Mesmo assim, existem restrições fitossanitárias, e a rotação de áreas de cultivo de girassol é uma das opções para a conservação do solo, com a introdução da cultura a cada quatro anos, numa mesma área.

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 e 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 e Lima (2008), na cultura do girassol o período em que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes e crescimento mais acelerado está entre a formação do botão floral e a completa expansão da inflorescência. Os autores registram, entretanto, a necessidade de disponibilidade de nutrientes desde o início do crescimento das plantas, para o estabelecimento normal da cultura.

Pesquisas realizadas por Castro et al. (2005), mostram que dos 28 aos 56 dias DAE existe um rápido aumento na exigência nutricional. Nas fases de florescimento e início do enchimento de aquênios, entre os 56 e 84 dias, tende a uma diminuição gradativa na velocidade de absorção de nutrientes quando se alcança o nível máximo de acúmulo em quantidades variáveis para cada nutriente (CASTRO e OLIVEIRA, 2005).

Segundo a Embrapa (2003), o principal período para ocorrência da maior taxa de absorção de nutriente e crescimento mais acelerado da planta do girassol, é a fase imediatamente após a formação do botão floral até o final do florescimento.

Conforme Nobre (2010), o período de florescimento é bastante importante na definição do potencial produtivo das plantas. A exigência nutricional do girassol é superior à de outras culturas como trigo, sorgo e milho, requerendo quantidade maior de nitrogênio e outros macronutrientes (VIGIL, 2009). Segundo Evangelista e Lima (2008), na cultura do girassol o período em que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes e crescimento mais acelerado está entre a formação do botão floral e a completa expansão da inflorescência. Os autores registram, entretanto, a necessidade de

disponibilidade de nutrientes desde o início do crescimento das plantas, para o estabelecimento normal da cultura.

Considerando que os nutrientes minerais têm funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas, para garantir uma produtividade adequada, o manejo da adubação deve visar à manutenção de teores médios a elevados de fósforo e potássio no solo (MALAVOLTA et al., 1997).

Como o nitrogênio é extraído pela cultura em grandes quantidades e não apresenta efeito residual direto no solo, a produtividade esperada é um componente significativo para definição de suas doses (CANTARELLA, 2003).

Pesquisas realizadas por Castro et al. (2005), mostram que dos 28 aos 56 dias DAE existe um rápido aumento na exigência nutricional. Nas fases de florescimento e início do enchimento de aquênios, entre os 56 e 84 dias, tende a uma diminuição gradativa na velocidade de absorção de nutrientes quando se alcança o nível máximo de acúmulo em quantidades variáveis para cada nutriente (CASTRO e OLIVEIRA, 2005). Pesquisas têm mostrado que tanto o crescimento da planta (ORDONEZ, 1990), como o teor de óleo nos aquênios, respondem positivamente aos fertilizantes nitrogenados (SCHEINER e LAVADO, 1999; LÓPEZ-BELLIDO et al., 2003).

O girassol é uma cultura exigente em fertilidade, acumulando grande quantidade de nutrientes; no entanto, sua resposta à adubação é limitada pelo potencial produtivo e também pela taxa de exportação de nutrientes, que não é elevada, Leite et al., 2005.

3.4. Nitrogênio na cultura do girassol

O nitrogênio é o constituinte de aminoácidos e nucleotídeos e o principal nutriente para obtenção de produtividades elevadas em culturas anuais. Nas oleaginosas o nitrogênio determina o equilíbrio nos teores de proteínas acumuladas e na produção de óleo, já que influencia o metabolismo de síntese de compostos de reserva nas sementes. Quando adubado com N em grandes quantidades, o girassol eleva os teores do nutriente nos tecidos e reduz a síntese de óleos, favorecendo a rota metabólica de acúmulo de proteínas nos aquênios (CASTRO et al., 1999).

Para a cultura do girassol o nitrogênio é o nutriente mais requerido, o qual absorve 41 kg de N por 1000 kg de grãos produzidos, podendo ser tanto a partir da adubação quanto através de restos culturais, exportando 56% do total absorvido (CASTRO e OLIVEIRA, 2005).

Blamey et al. (1997) argumentam que o nitrogênio é o maior limitante nutricional na produtividade do girassol, proporcionando redução de até 60 % de seu potencial de produção em decorrência da sua deficiência. Verificou-se, também, que com 80 a 90 kg ha⁻¹ de N se tem a produção máxima do girassol (SMIDERLE et al., 2002; SMIDERLE et al., 2004; CASTRO et al., 2004).

Recomendações de nitrogênio para a cultura de girassol no Estado de São Paulo indicam aplicações de 50 kg ha⁻¹ de N, distribuídos 10 kg ha⁻¹ em fundação e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura (QUAGGIO e UNGARO, 1997).

O excesso de nitrogênio provoca crescimento excessivo do girassol, tornando as folhas mais sensíveis, favorecendo a incidência de doenças e pragas no cultivo, além de problemas com acamamento (VRANCEANU, 1977).

3.5. O uso de águas salinas

A água é essencial aos seres vivos e fator de fundamental importância à produção de alimentos. A prática da irrigação é em muitas situações, a única maneira de garantir uma produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é caso do semiárido brasileiro, onde há deficiência hídrica às plantas devido a taxa de evapotranspiração ser maior que a de precipitação, durante a maior parte do ano. Nessas áreas sem um manejo adequado da irrigação a salinização do solo é inevitável (HOLANDA e AMORIM, 1997).

A utilização de águas salinas para irrigação é uma realidade em várias partes do mundo, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. O uso dessas águas tem sido fator imperativo no aumento da disponibilidade de água, no aumento na produção agrícola e no controle dos riscos ambientais (ANA, 2011).

Quantidades consideráveis de águas salinas (oriundas de drenagens agrícolas, dejetos de dessalinizadores ou naturais) se encontram disponíveis em várias partes do mundo onde diversos estudos têm demonstrado que essas águas, geralmente classificadas inadequadas para atividades agrícolas podem de fato, ser utilizadas com sucesso na agricultura irrigada e na aquicultura, sem consequências em longo prazo ao meio ambiente quando se adotam práticas de manejo adequadas (Hoffman et al., 1995).

Rhoades et al. (1992) relatam que o uso de águas salinas tornou-se prática imprescindível nos países que sofrem com escassez de água. Nos Estados Unidos, as águas salinas que apresentam condutividade elétrica variando de 4,1 a 6,9 dS m⁻¹, têm

sido utilizadas com sucesso na irrigação de várias áreas do Sudeste, incluindo o Vale do Arkansas (Colorado), Vale do Rio Salgado (Arizona), Rio Grande e Vale do Rio Pecos (Novo México) e a Oeste do Texas (ERICKSON, 1980).

Em Israel o uso de águas salinas é regulamentado em legislação específica e faz parte de programas governamentais de irrigação. De acordo com a legislação israelense, solo com textura leve e média pode ser irrigado com qualquer água salina, até o limite de tolerância à salinidade da cultura e solos pesados podem ser irrigados com águas com condutividade elétrica de 3,5 a 5,5 dS m⁻¹, desde que se tenha sistema de drenagem. A maioria dessas águas é subterrânea e tem condutividade elétrica entre 2 e 8 dS m⁻¹ (FRENKEL e SHAINBERG, 1975; KEREN e SHAINBERG, 1978).

Na Tunísia águas salinas do Rio Medjerda, com condutividade elétrica média de 3 dS m⁻¹, são usadas sobretudo para irrigação de tâmara, sorgo, cevada, centeio e alcachofra (VAN'T LEVEN e HADDAD, 1968; VAN HOORN, 1971). A Índia vem obtendo êxito utilizando águas salinas de até 8 dS m⁻¹ de poços tubulares no cultivo de algodão, milho, trigo e mostarda; entretanto, em algumas áreas se utiliza, como forma de manejo, a mistura dessas águas com as de melhor qualidade, com aplicação de modo contínuo ou alternado (BOUMANS et al., 1988).

No Brasil vem crescendo a dedicação de pesquisadores em estudar o aproveitamento de águas salinas na agricultura (FERREIRA NETO et al., 2002; CARMO et al., 2003; TORRES et al., 2004; TAVARES et al., 2005; SOUZA et al., 2004; NOBRE et al., 2008; NOBRE et al., 2010) e seus impactos sobre o meio ambiente. Esses estudos estão norteados para o cultivo de frutíferas, flores, oleaginosas, olerícolas, forragens e gramíneas.

Para Ayers e Westcot (1999), as águas de irrigação contêm mistura de sais de origem natural; conseqüentemente, os solos irrigados com essas águas encerram misturas similares, mas geralmente com concentrações mais elevadas. A intensidade da acumulação de sais no solo depende da qualidade da água, do manejo de irrigação e da eficiência de drenagem. Para se evitar as perdas de rendimento das culturas ocasionadas pela acumulação excessiva de sais, estes devem ser mantidos numa concentração inferior aquela que afetaria seus rendimentos.

Os sais, em excesso, no solo, na água de irrigação ou na solução nutritiva, prejudicam o comportamento germinativo, vegetativo e produtivo das plantas, pela ação dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos na solução do solo (LEITE, 2005).

Concentrações elevadas de sais no solo prejudicam o crescimento e desenvolvimento das plantas, resultando também em desequilíbrio nutricional e acúmulo excessivo de sódio e outros íons nos diferentes órgãos das plantas, sobretudo na parte aérea. Esse desbalanço nutricional, provocado pelo excesso de sais (Na e Cl) na solução do solo leva a um distúrbio na absorção de nutrientes, alterando as concentrações dos nutrientes N, P, Ca, K, Mg e Na na planta (HOLANDA e AMORIM, 1997). Esse desequilíbrio nutricional se reflete na alteração de funcionamento dos processos metabólicos vegetais (LEITE, 2005).

À medida em que a qualidade da água piora, o controle da salinidade se torna mais difícil; portanto, a proporção em que a salinidade aumenta, deve-se tomar maior cuidado em lixiviar os sais da zona radicular, antes que alcancem concentrações perigosas e provoquem perdas nos rendimentos (AYERS e WESTCOT, 1999). Deve-se considerar, ainda, a utilização das culturas tolerantes a salinidade esperada na zona radicular em função da salinidade da água utilizada na irrigação e outros fatores edafoclimáticos. A frequência da lixiviação de sais depende da qualidade de água de irrigação e da tolerância das culturas a salinidade.

3.5.1 Efeito da irrigação com água salina sobre as culturas

Os sais são transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam sempre em que a água se evapora ou é consumida pelas culturas. Os sais do solo e da água reduzem a disponibilidade da água em virtude do potencial osmótico, para as plantas a tal ponto que afetam os rendimentos das culturas (AYERS e WESTCOT, 1999).

A salinidade afeta muitos aspectos do metabolismo da planta, como reduções na transpiração, fotossíntese, translocação, respiração, desequilíbrio iônico e/ou hídrico, assim como efeitos tóxicos de íons Na^+ e Cl^- e, como resultado, ocorrem decréscimos do crescimento e da produtividade (GOMES et al., 2005).

Um fator relevante da salinização é a toxidez de íons específicos (principalmente sódio e cloreto) contidos na água os quais, acumulados nas plantas em concentrações suficientemente altas, podem causar danos e reduzir os rendimentos das culturas sensíveis. Esses sais também propiciam a corrosão excessiva dos equipamentos aumentando os custos de manutenção e reparos (AYERS e WESTCOT, 1999).

De tudo que precede, a salinidade reduz a disponibilidade de água de forma similar para todos os tipos de plantas; no entanto, nem todas as culturas são igualmente afetadas pelo mesmo nível de salinidade, pois algumas culturas são mais tolerantes que outras e podem extrair água, mesmo em condições salinas. Os rendimentos diminuem quando a lixiviação não é suficiente para controlar a salinidade a nível tolerado pela cultura, caso em que se torna essencial uma alternativa de manejo para selecionar uma cultura mais tolerante no nível de salinidade esperado.

3.5.2 Tolerância das culturas a salinidade

A tolerância ao estresse salino requer uma série de adaptações integradas envolvendo sistemas celulares e metabólicos. A tolerância à salinidade é uma característica multigênica com grande quantidade de genes divididos em grupos funcionais diferentes, responsáveis pela minimização dos efeitos do excesso de sal (MUNNS, 2005).

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a altos níveis de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos, cuja diferença se deve a melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água. A tolerância à salinidade de algumas culturas pode alcançar valores entre 8 e 10 vezes a tolerância de outras (AYERS e WESTCOT, 1999). A amplitude desta tolerância relativa permite maior uso das águas de salinidade moderada e aumenta a faixa aceitável das águas salinas consideradas adequadas para irrigação.

A utilização destas águas fica condicionada à tolerância das culturas à salinidade e às práticas de manejo da irrigação e adubação, que devem evitar impactos ambientais e consequentes prejuízos às culturas. Kafkafi (1984) relata que entre os diversos efeitos da salinidade sobre as plantas, existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta.

3.5.3 Tolerância do girassol a salinidade

Nas regiões áridas e semiáridas, nas quais se inclui o Nordeste brasileiro, a prática de irrigação consiste na melhor forma de garantir a produção agrícola com

segurança; entretanto, o manejo inadequado da irrigação e a existência de elevada evapotranspiração e de precipitações insuficientes para lixiviar os sais do solo contribuem com o acúmulo de sais, ocasionando a salinização das áreas irrigadas.

O excesso de sais no solo exerce efeitos adversos em plantas, incluindo distúrbios osmóticos, o que dificulta a absorção de água pelas raízes, toxicidade por íons e desequilíbrio nutritivo (TORRES et al., 2004). Altos níveis de salinidade têm limitado a produção agrícola, sendo fator determinante para o crescimento e a produção de culturas, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores (ASHRAF e HARRIS, 2004; MUNNS, 2005; CONUS, 2009). Para garantir sua sobrevivência às condições ambientais desfavoráveis, as plantas acumulam solutos compatíveis que aumentam a habilidade das células em reter a água sem afetar o metabolismo normal (HAMILTON e HECKATHORN, 2001).

As plantas estão sujeitas as condições de múltiplos estresses que limitam seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência, onde quer que elas cresçam. Um dos métodos mais difundidos para a determinação da tolerância das plantas aos estresses salinos é a observação da capacidade germinativa das sementes nessas condições (LARCHER, 2000). A fisiologia da resistência das plantas à salinidade tem sido estudada em muitos trabalhos, nos quais se procura verificar os mecanismos de adaptação a essas condições (SILVA et al., 1992).

A porcentagem de germinação das sementes em substrato salino tem sido um dos métodos mais difundidos para determinação dessa tolerância. A redução desta variável quando comparada ao controle, serve como indicador da tolerância da espécie à salinidade. A inibição do crescimento ocasionada pela salinidade se deve tanto ao efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica produzida, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma. As sementes são sensíveis aos efeitos da salinidade e, quando semeadas em soluções salinas, observa-se inicialmente uma diminuição na absorção de água (FERREIRA e REBOUÇAS, 1992).

As concentrações de sais que restringem o crescimento da planta variam amplamente entre as espécies, e dependem não apenas do tipo de sal, mas do tempo de exposição e de seu estágio de desenvolvimento.

Algumas estratégias podem ser usadas para minimizar os impactos negativos do aproveitamento de água salina na irrigação, entre elas: escolha de espécies ou cultivares mais tolerantes, utilização dessas fontes de água nos estádios de maior tolerância das culturas, mistura de águas de diferentes qualidades para reduzir os níveis de salinidade,

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).

A salinidade é um dos principais fatores ambientais limitantes ao crescimento e produtividade das culturas, uma vez que as altas concentrações de sais no solo, além de reduzir o 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 (NOBRE et al., 2010; SILVA et al., 2009). Apesar disso, Katerji et al. (2000) classificaram o girassol como tolerante à salinidade.

A salinidade inibe 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 e do tipo de solo cultivado (ASHRAF e HARRIS, 2004; TESTER e DAVENPORT, 2003).

Um dos principais fatores ambientais que podem afetar a tolerância da cultura esta relacionado com a textura do solo, pois, solos com textura mais arenosa favorecem a lixiviação e conseqüentemente a redução no acúmulo de sais na zona radicular, conforme resultados obtidos por Silva et al. (2008). Os sais podem se acumular no solo, afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas, dependendo das condições edafoclimáticas da região e das técnicas de manejo adotadas.

Apesar da grande expansão de áreas destinadas 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 se utilizando água contendo elevados teores de sais (OLIVEIRA et al., 2010).

3.6 Efeitos da salinidade nos solos

A salinidade no solo ocorre devido ao excesso de sais derivados de metais alcalinos e alcalinos terrosos, primariamente Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} . Os ânions predominantes são usualmente Cl^- , SO_4^{2-} e HCO_3^- . O solo salino pode conter concentração de sais capaz de comprometer o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Este excesso de sais pode ser inerente ao próprio solo, advindo da água de irrigação e por elevação do lençol freático.

A salinidade da solução do solo pode ser medida por meio da condutividade elétrica, uma vez que esta é proporcional à concentração iônica da solução. Quanto maior a concentração salina da solução, maior é o efeito sobre as plantas, e quanto maior a solubilidade do sal, maior é sua nocividade sobre as plantas, enquanto o sal pouco solúvel geralmente se precipita antes de alcançar níveis de concentração prejudiciais às plantas (PIZARRO, 1978).

Um solo é considerado salino, quando existe uma concentração elevada de sais solúveis, reduzindo o potencial da água a níveis prejudiciais às plantas. Ele atinge tal classificação quando, em geral, a condutividade elétrica da pasta saturada excede 4 dSm^{-1} (RICHARDS, 1954), sendo que a água é salina quando a condutividade elétrica é maior que $0,70 \text{ dSm}^{-1}$ (RHOADES et al., 2000). A salinidade do solo é um dos fatores que mais afetam o rendimento das cultivares.

Em se tratando de regiões áridas irrigadas, constitui um sério problema, limitando a produção agrícola e reduzindo a produtividade das culturas em níveis antieconômicos. Nessas regiões, devido aos baixos índices pluviométricos e intensa evaporação, a baixa eficiência da irrigação e drenagem insuficiente contribui para aceleração do processo de salinização (BERNARDO, 1995).

Historicamente, a salinização das áreas de produção agrícola resulta na substituição de culturas mais sensíveis por outras tolerantes, o que, juntamente com as técnicas adequadas de manejo, tem possibilitado aos agricultores não apenas a utilização de áreas com problemas de salinidade, mas, também, a obtenção de produções economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis sob condições de estresse salino, as plantas respondem de forma diferente, conforme a sua tolerância. Dentre as técnicas preconizadas de manejo de agricultura irrigada em condições de salinidade, a

utilização de lâminas de lixiviação é eficaz no convívio com as adversidades do ambiente salino (OLIVEIRA, 2005).

A salinização de um solo ocorre mediante o acúmulo de sais ao longo do tempo, haja vista que a água salina raramente contém quantidades de sais suficientes para causar injúrias imediatas às plantas, a não ser que ocorra contato foliar, no entanto, a concentração de sais no solo aumenta com a irrigação, e a salinidade pode ser incrementada com o tempo se as técnicas de manejo adequadas não forem adotadas.

De acordo com Medeiros e Gheyi (1997) o nível de salinidade dos solos deve ser sempre inferior ao nível nocivo às plantas cultivadas. No Nordeste brasileiro, as águas utilizadas na irrigação apresentam, na maioria das vezes, concentração de sais na faixa de 1 a 30 mmol_c L⁻¹ correspondendo à faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m⁻¹ (HOLANDA; AMORIM, 1997).

3.7 Estresse salino nas plantas

Dentre os vários fatores que afetam o crescimento das plantas, o problema de salinidade, isto é, acumulação de sais solúveis e a elevação do lençol freático são os que mais se destacam. Ainda que não se disponha de dados exatos sobre a extensão do problema de salinidade no mundo, estimativas da FAO mostram que aproximadamente a metade de área irrigada apresenta sérios problemas de salinidade, pois as grandes áreas irrigadas estão localizadas nas regiões áridas e semiáridas, nas quais a evaporação é superior à precipitação.

A origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação do solo, que é um produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo.

A salinidade afeta as plantas de três maneiras, baixando o potencial osmótico do solo, o que reduz a disponibilidade de água, causando toxicidade através do acúmulo de íons específicos, proporcionando um efeito indireto de ordem nutricional e incluindo o que ocorre pela desestruturação do solo. As plantas são, em geral, relativamente tolerantes à salinidade durante a germinação, mas se tornam mais sensíveis durante a emergência e no estágio inicial do crescimento; conseqüentemente é imperativo manter a salinidade baixa no solo próximo às sementes nesse período.

A irrigação com águas salinas tem sido um empasse, visto que promove o acúmulo de sais na zona radicular, a qual acarreta na redução da produtividade da

maioria das culturas. Vale lembrar que o menor crescimento das plantas irrigadas com água salina pode reduzir não somente a eficiência do uso da água, como também resultar em menor extração de nutrientes pelas culturas, reduzindo a eficiência de utilização dos nutrientes aplicados (LACERDA, 2005).

Segundo Campos et al. (2010), para utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se adotar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada.

Os efeitos negativos da salinidade são observados no crescimento e no rendimento das plantas, quando no acúmulo extremo ocorre perda total da cultura, como consequência aproximadamente cerca de 10 milhões de hectares estão sendo abandonados a cada ano, mediante a esses problemas, a importância do desenvolvimento de pesquisas que minimizem os efeitos da salinidade no solo decorrentes da irrigação.

Os efeitos negativos da irrigação com água salina em oleaginosas têm sido observados por alguns autores na literatura nacional científica (SILVA. et al., 2009). Apesar disso, Katerji et al. (2000) classificaram o girassol como tolerante à salinidade. Ashraf e Tufail (1995) verificaram que há grande variação de tolerância à salinidade em genótipos de girassol.

Travassos et al. (2011), concluíram, avaliando os componentes de produção e a produção de aquênios do girassol (*Helianthus annuus* L., variedade Embrapa 122/V-2000) sob irrigação com diferentes níveis de salinidade (N1 - 0,5; N2 - 1,0; N3 - 2,0; N4 - 3,0; N5 - 4,0 e N6 - 5,0 dS m⁻¹) de água em ambiente protegido, que a massa total de aquênios e o número de aquênios decresceram de 11,39 e 9,64%, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. A fitomassa seca da raiz foi mais afetada pela salinidade da água de irrigação que a fitomassa seca da parte aérea, os níveis de salinidade da água de drenagem no final do experimento foi cerca de 2,2 vezes da condutividade elétrica do extrato de saturação.

Oliveira et al. (2010) relatam que a área foliar do girassol reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação, apresentando uma diminuição de 101,37 cm² de área foliar por aumento unitário da salinidade da água, sendo estimado os menores valores para as plantas irrigadas com água de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹). A produção de massa de matéria seca total também foi afetada negativamente pelo aumento da salinidade, sendo reduzida linearmente em resposta ao incremento da salinidade, com redução em cerca de 48,7% na massa de matéria seca.

Morais et. (2011), observaram, estudando a influência da irrigação com água salina na cultura do girassol, que a cultura do girassol se mostrou tolerante à salinidade da água de irrigação, indicando que ela pode ser irrigada com água de CE de até 3,53 dS m⁻¹ durante todo o ciclo e a tolerância a salinidade não dependeu da fase de desenvolvimento.

Nobre et al. (2010) constataram que a altura de planta, o diâmetro de caule, a fitomassa seca da parte aérea, o início do florescimento e os diâmetros de capítulo interno e externo de girassol foram afetados linear e negativamente pela salinidade da água de irrigação a partir de 0,5 dS m⁻¹. Entretanto, não houve diferença significativa entre os níveis de salinidade em relação ao número de folhas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus I, Campina Grande, Paraíba, cujas coordenadas geográficas são 7°12'52" Sul e 35°54'24" Oeste e altitude de 531 m.

A casa de vegetação usada é do tipo capela, construída em estrutura de alvenaria e ferro, com orientação norte-sul, possuindo 9 m de comprimento, 8 m de largura e 4 m de altura do pé direito, totalizando 72 m²; a cobertura é de telha transparente e translúcida, com laterais com meia parede, na altura de 0,80 m, de alvenaria e 3,2 m coberto com telado de cor branca e ainda chão de concreto.

4.2. Solo

O material de solo utilizado no preenchimento dos vasos foi o Neossolo Regolítico Eutrófico de textura areia franca, coletado em São José da Mata - PB. A amostra foi coletada na camada de 0 – 0,4 m do solo e, após ser secado ao ar, foi peneirado e caracterizado quanto aos aspectos físicos (Tabela 01) e químicos (Tabela 02).

Tabela 01. Características físicas do solo utilizado no experimento.

Análise de Solo	
Características Físicas	Profundidade
	0-40
Granulometria - %	
Areia	84,02
Silte	7,93
Argila	8,05
Classificação Textural	Areia Franca
Densidade do Solo - g cm⁻³	1,49
Densidade de Partículas - g cm⁻³	2,63
Porosidade - %	43,85
Umidade - %	
Natural	4,27
10,13 KPa	20,33
33,43 KPa (CC)	17,01
101,32 KPa	6,74
506,62 KPa	2,44
1013,25 KPa	2,28
1519,87 KPa (PMP)	2,08
Água Disponível	14,93

Tabela 02. Características químicas do solo utilizado no experimento.

Análise de Solo - Fertilidade/Salinidade	
Características Químicas	Profundidade
	(cm)
	0 – 40
Cálcio (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	1,55
Magnésio (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	1,00
Sódio (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	0,14
Potássio (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	0,25
S (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	2,94
Hidrogênio (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	1,86
Alumínio (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	0,00
T (Cmol _c Kg ⁻¹ de solo)	4,80
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência
Carbono Orgânico - %	0,37
Matéria Orgânica - %	0,64
Nitrogênio - %	0,03
Fósforo Assimilável (mg Kg ⁻¹)	8,00
pH H ₂ O (1:2,5)	5,45
CE – dS m ⁻¹ (Suspensão Solo-Água 1:2,5)	0,15
Extrato de Saturação - pH	5,13
Cloreto (mmol _c L ⁻¹)	6,50
Carbonato (mmol _c L ⁻¹)	0,00
Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹)	1,80
Sulfato (mmol _c L ⁻¹)	Ausência
Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	4,87
Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	6,38
Potássio (mmol _c L ⁻¹)	0,60
Sódio (mmol _c L ⁻¹)	2,56
Percentagem de Saturação	25,00
Relação de Adsorção de Sódio (mmol L ⁻¹)	1,08
PST	12,86
Salinidade	Normal
Classe do Solo	Normal

4.3. Variedade do girassol

A variedade de girassol estudada foi a Embrapa 122/ V-2000, que se destaca pela precocidade (ciclo vegetativo de 100 dias), com início do florescimento aos 53 dias, sendo cerca de 20 dias mais precoce que os híbridos atualmente cultivados no Brasil e foi escolhida pela grande facilidade de adaptação e boa produtividade quando

comparada a outras variedades. A falta de arranjo de plantas de girassol em diferentes condições edafoclimáticas, a falta de zoneamento agroclimático para risco a déficit hídrico e de doenças, a falta de estudos no uso de subprodutos para o biodiesel e alimentação animal, são alguns entraves que a cultura sofre. A variedade estudada possui porte baixo e custo competitivo aos outros híbridos disponíveis no mercado brasileiro atingindo média de produtividade de 1503 a 1741 kg ha⁻¹ e teor médio de óleo nos aquênios de 39,91 a 43,55 % (EMBRAPA, 2002).

4.4. Delineamento estatístico e tratamentos

Foram testados 25 tratamentos, distribuídos em delineamento em parcelas subdivididas (Figura 01), analisados em esquema de parcelas 5 x 5 com três repetições, num total de 75 unidades experimentais, como está descrito no croqui experimental em anexo. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação do fator salinidade: condutividade elétrica da água de irrigação (CEa): S₁ = 0,5; S₂ = 1,5; S₃ = 2,5, S₄ = 3,5 e S₅ = 4,5 dSm⁻¹ e doses de nitrogênio: 60, 80, 100, 120 e 140% das dose de N recomendada na literatura para a cultura. As águas salinas foram preparados mediante a adição de NaCl à água do sistema de abastecimento local por meios da equação proposta por Richards (1954), e o fator doses de nitrogênio conforme recomendação para a cultura, identificada como N₃ (100%), segundo recomendação de Novais (1999). A primeira e segunda dose (N₁ e N₂) foram 40 e 20% inferiores a N₃, respectivamente, e as outras (N₄ e N₅) foram, respectivamente, 20 e 40% superiores a N₃, onde foi cultivada uma planta de girassol até a colheita, aos 100 dias após semeadura (DAS).



Figura 01. Vista geral do experimento dividido em delineamento de parcelas subdivididas e com detalhes dos vasos e do recipiente para coleta da água de drenagem.

4.5. Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental foi constituída de um vaso plástico perfurados na parte inferior, para facilitar e monitorar a drenagem, com capacidade volumétrica de 20 L no qual foram colocados e espalhados na parte inferior, 250 g de brita, para facilitar a drenagem de água, tela para garantir que os drenos não fossem obstruídos e 18 kg de solo (Figura 02).



Figura 02. Vasos plásticos com brita na parte inferior (A) e vasos com material de solo (B).

Para montagem dos lisímetros em cada vaso foi colocado um dreno para avaliar o consumo de água pela planta, mantendo assim, sua drenagem, o mesmo foi usado para fazer o balanço hídrico do solo.

Após a neutralização da acidez do solo e a incorporação dos fertilizantes, de acordo com os tratamentos, o solo foi irrigado com as respectivas soluções salinas até atingir a capacidade de campo (CC), de forma a garantir a efetivação do processo de germinação e de desenvolvimento das plântulas, realizando-se em seguida a semeadura com 10 sementes de forma equidistante por vaso, na profundidade de 1,0 cm. Depois da germinação, por volta dos quinze dias após a semeadura (15 DAS), foi realizado no final o desbaste, deixando-se apenas duas plantas por vaso (Figura 03) e aos 45 DAS uma planta por vaso.



Figura 03. Plântulas de girassol aos 15 DAS momento em que ocorreu o desbaste.

A adubação nitrogenada foi parcelada em três vezes, sendo $1/3$ do total aplicado na fundação e os $2/3$ restantes divididos em 3 adubações de cobertura.

A adubação potássica e a fosfatada foram de acordo com a análise química do solo e seguiram as necessidades nutricionais da planta para condição de casa de vegetação. O fósforo foi aplicado, em seu total em fundação e a adubação potássica foi feita em três épocas, juntamente com o nitrogênio (sendo $1/3$ em fundação e $2/3$ dividido em 3 coberturas), diluído em água e aplicada logo após a irrigação e em período de menor temperatura, sempre as 18 horas para que não volatilizasse o nutriente. Foram usadas para adubação 30 g de super simples para 20 kg de solo (por vaso) e 6 g de sulfato de potássio para 20 kg de solo (por vaso), 37,6 g de ácido bórico

para as 75 unidade experimentais. Em relação ao super simples o mesmo foi levado ao liquidificador para aumentar a reação química quando colocado ao solo.

O controle fitossanitário foi de caráter preventivo e/ou curativo quando da incidência de eventuais pragas e doenças. As pulverizações foram preferencialmente no período da noite, como forma de diminuir a ocorrência de morte de insetos polinizadores, quando da aplicação dos agroquímicos, como garantia da polinização das plantas foi utilizada polinização artificial cruzada (Figura 04).



Figura 04. Detalhe da polinização artificial cruzada de flor de girassol.

4.6 Água utilizada na irrigação

Visando obter as águas com condutividade elétrica desejada para as irrigações, adicionou-se o NaCl comercial (sem iodo) na água do sistema de abastecimento local de Campina Grande, PB (proveniente da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, Campina Grande, PB – (CAGEPA). A quantidade de cloreto de sódio (QNaCl) utilizado no preparo da água foi determinada considerando-se a condutividade elétrica inicial da água, determinada conforme metodologia proposta por Richards (1954):

$$QNaCl \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times (\text{CEa desejada} - \text{CEa inicial}) \quad \text{eq. 01}$$

em que: CEa- condutividade elétrica da água, em dS m^{-1}

Na Tabela 03, está apresentada a análise química da água de abastecimento utilizada no experimento.

Tabela 03. Características químicas da água da Companhia Estadual de Abastecimento Público, utilizada no experimento

Características químicas	Valor
pH	7,47
Condutividade elétrica, (dS m ⁻¹)	0,39
Cloreto ⁻	2,21
Carbonato	0,00
Bicarbonato	1,30
mmol _c L ⁻¹ Sulfato	Ausente
Cálcio ²⁺	1,00
Cálcio ²⁺ + Magnésio ²⁺	1,30
Potássio ⁺	0,14
Sódio ⁺	1,55
Relação de adsorção de sódio, (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	1,94
Classificação quanto ao risco de salinidade*	Médio
Classificação quanto ao risco de sodicidade*	Baixo

*Segundo Richards (1954)

4.7. Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado tipo gotejamento, com emissores autocompensantes, resultando em um emissor por planta. A condução da água salina às plantas foi composta de linhas laterais, abastecidas pela linha principal derivada de caixas de água. O sistema constava de válvulas reguladoras de pressão/vazão, eletroválvulas para acionamento automático de cada unidade operacional, filtro de tela para prevenção de entupimento dos tubos gotejadores e um conjunto eletrobomba DANCOR de 0,5 cv para pressurização do sistema (Figura 05), os mesmos também se encontram em catálogos anexos para consulta dos equipamentos utilizados. Todos os vasos, depois de preenchidos com a mistura de solo e das suas respectivas doses de nitrogênio, foram colocados em capacidade de campo, com a água do respectivo tratamento.



Figura 05. Conjunto eletrobomba (A) e linha lateral de irrigação usada no experimento (B).

A periodicidade da irrigação dependeu da evaporação de água do evaporímetro de PICHE (Figura 8), assim foram feitas todos os dias irrigações, de forma que suprisse o que foi evaporado (Eto) (Figura 06), tornando a irrigação uma “irrigação por pulso”.

Para maior segurança usou-se ainda o método do balanço de água na zona radicular para monitorar o conteúdo de água no solo, cuja irrigação foi iniciada aos 2 dias após plantio (DAP), com um turno de rega de 1 dia, com base no balanço de água na zona radicular. A água drenada no vaso após a irrigação foi coletada a cada 15 dias após uma lixiviação, objetivando-se o monitoramento dos níveis de salinidade na zona radicular e, assim, evitar acumulação excessiva de sais no perfil do solo.

O volume de água a ser aplicado foi calculado em função da demanda evapotranspiratória estimada para intervalos médios de 20 dias, a evapotranspiração da planta (consumo de água) foi determinada pela diferença entre o volume de água aplicado e o drenado, estimando-se o volume de água a ser aplicado no próximo evento de irrigação, de maneira que reestabelecesse a umidade à capacidade de campo e se obtivesse a fração de lixiviação desejada de 0,01 (Equação 2).

$$V_E = \frac{V_{AVI}}{1 - F_L} \quad \text{eq (02)}$$

em que:

VI - Volume de água a ser aplicada na irrigação (mL)

VA - Volume de água aplicado na irrigação anterior ou no período (mL)

VD - Volume de água drenada na irrigação anterior ou no período (mL)

FL - Fração de lixiviação (0,1)

O volume drenado foi coletado individualmente e, em seguida, levado ao Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS para determinar a condutividade elétrica.



Figura 06. Evaporimetro de PICHE instalado no ambiente protegido.

Os dados de evapotranspiração ao longo do experimento são demonstrados na figura 07.

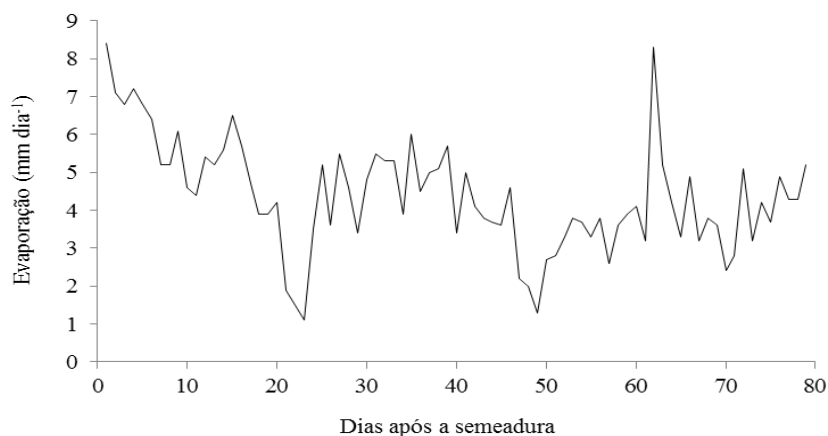


Figura 07. Evaporação diária da água dentro da casa de vegetação durante a condução do experimento.

As irrigações foram realizadas diariamente, sempre às 16 h, de forma automática, com o uso de gotejadores autocompesantes, de $2,3 \text{ L h}^{-1}$, providos de um conjunto eletrobomba de 0,5 cv, filtro regulador de pressão, e 5 caixas de água, cada linha de gotejadores com válvulas para automação e controle do sistema (Figura 08).



Figura 08. Quadro de controle e energia do sistema de irrigação (A) Vista dos reservatórios utilizados no experimento (B) Formação do bulbo no vaso (C) Linhas de Gotejadores (D) Manômetro para controle de pressão dentro da unidade de irrigação (E) Válvulas elétricas de acionamento da linha lateral (F).

Quanto ao gotejador, foi utilizado um modelo autocompensante existente no mercado nacional, embora ocorra variação quanto às regiões e às culturas em que o sistema é implantado, cujas características técnicas estão apresentadas na Tabela 04. Conforme a Tabela 05, verifica-se uniformidade do sistema de irrigação por gotejamento, onde a tabela 04 nos apresenta valores de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de variação de vazão (CVq) e grau de entupimento (GE). Observa-se que quanto maior o tempo de funcionamento do sistema, maior o GE, logo os valores de CUC, CUD e CVq, ficaram dentro do padrão conforme ABNT (1986) e Solomon (1979)

Tabela 04. Característica técnica do modelo de tubo gotejador de acordo com o fabricante: vazão nominal ($L h^{-1}$), diâmetro interno (mm) e faixa operacional (m.c.a)

Fabricante	Modelo	Vazão	Diâmetro	Faixa
		Nominal	interno	operacional
		$L h^{-1}$	mm	m.c.a
Rain Bird	A5 PC	2,3	16	4,89 a 42,21

Tabela 05. Avaliação feita durante o experimento para avaliar o sistema de irrigação por gotejamento superficial; CUC – Coeficiente de uniformidade de Christiansen, CUD – Coeficiente de uniformidade de distribuição, CVq – Coeficiente de variação de vazão encontrado, GE – Grau de entupimento - Média

	Média do Experimento				
	CUC	CUD	T. Aplicação - Hrs	CVq	GE
S ₁	96,88	96,04	70	4,46	11,74
S ₂	96,35	94,77	70	5,02	9,13
S ₃	97,04	95,38	70	3,88	8,37
S ₄	97,16	95,51	70	3,91	8,48
S ₅	94,95	91,76	70	6,40	6,74

4.8.1 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foram observados o dia de emergência e o número de plantas emergidas por dia, a primeira contagem de

germinação foi realizada aos 3 DAS e a última aos 10 DAS para a análise do IVE; Durante este período utilizou-se água dos respectivos tratamentos.

$$IVE(plântulas.dia^{-1}) = \frac{\Sigma nse_1}{n_1} + \frac{\Sigma nse_2}{n_2} + \dots + \frac{\Sigma nse_n}{n} \quad \text{eq (03)}$$

em que:

Σ : soma do número de sementes emergidas;
n: dia da avaliação após semeio.

4.8. Biometria das plantas

A cada 15 dias foram medidas as variáveis: altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar e número de folhas; ao final do ciclo foi efetuada uma avaliação destrutiva, obtendo-se dados de fitomassa fresca e seca das folhas, do caule, vegetativa da parte aérea e reprodutiva, por planta.

4.8.2. Altura da planta (AP) e número de folhas (NF)

A altura da planta foi mensurada do colo a base da folha mais jovem. Na contagem das folhas foram consideradas as que apresentaram comprimento mínimo de 3,0 cm nas épocas de leituras as quais foram realizadas aos 15, 30, 45, 60, 75 e no final do ciclo da planta, em torno de 90 dias após a semeadura (DAS) conforme Figura 09.

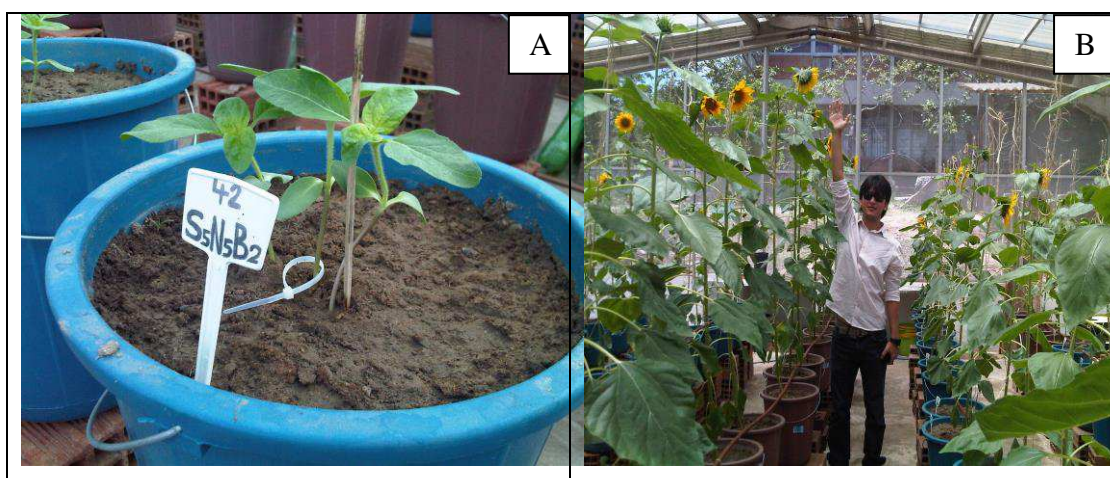


Figura 09. Vista das plantas do experimento aos 15 – DAS (A) e aos 65 – DAS (B).

4.8.3. Diâmetro do caule (DC)

A medição do diâmetro do caule foi realizada com um paquímetro, cujas leituras foram efetuadas na região do colo de cada planta, nos mesmos períodos estabelecidos para mensuração da altura de plantas (AP) e da contagem do número de folhas (NF).

4.8.4. Área foliar (AF)

O cálculo da área foliar segue a metodologia proposta por Maldaner et al. (2009) cuja fórmula é $AF = 0,1328 \times C^{2,5569}$, em que: C - comprimento da nervura central da folha conforme Figura 10, sendo que o somatório final das áreas por folha fornece o valor da área foliar total da planta.



Figura 10. Medida do comprimento da folha.

4.8.5. Diâmetro do capítulo

Foram medidas com uma régua e paquímetro digital o diâmetro interno vertical e horizontal e externo vertical e horizontal do capítulo do girassol conforme Figura 11.

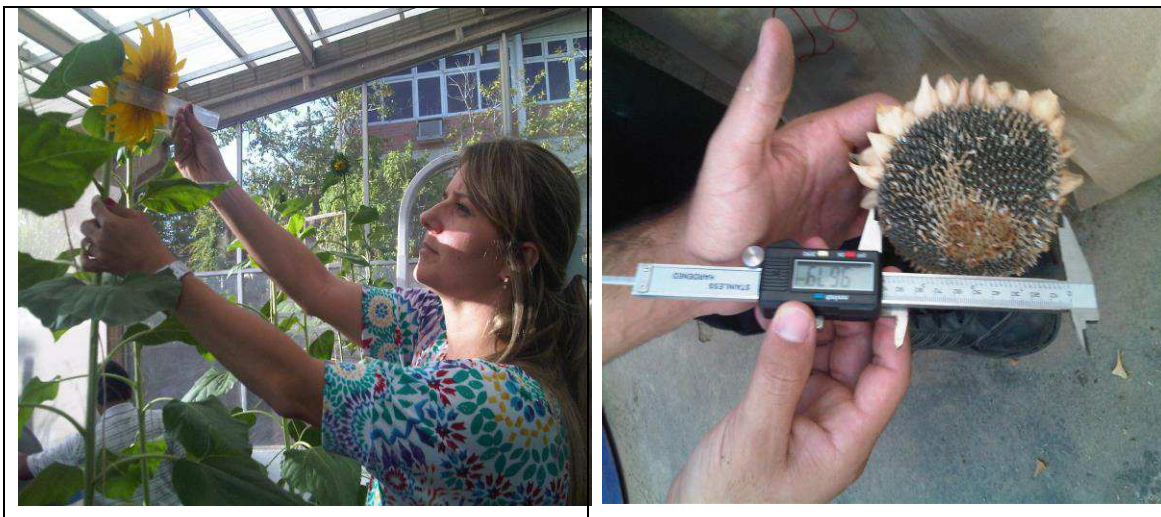


Figura 11. Medida do diâmetro do capítulo.

4.8.6. Fitomassa

A fitomassa fresca (peso do caule, folhas, capítulos sem os aquênios e raiz) foi obtida imediatamente após a colheita; a fitomassa seca foi obtida da mesma forma após secagem do material durante 48h em estufa de circulação de ar a 60 °C.

4.8.7. Produção média (PM)

De cada unidade experimental foi pesada através de balança com precisão de 0,01g, a quantidade de sementes produzidas com posterior extrapolação para os índices referentes à produção.

4.8.8. Aquênios

Por ocasião da colheita das plantas foram mensurados o diâmetro do capítulo, o número e a porcentagem de aquênios viáveis por tratamento.

4.8.9. Consumo e eficiência do uso de água

Foram computadas as quantidades de água consumida pelas plantas, em volume, além do consumo acumulativo, de forma que a eficiência do consumo foi determinada

pela relação entre o peso da matéria seca total e o volume efetivamente consumido de água em cada tratamento, de acordo com a metodologia descrita por Gardner et al. (1985) e Barker et al. (1989).

4.8. Análise do solo

Em anexo segue a análise de solo feita no final do experimento para fins de comparação com início do experimento.

4.9. Análise estatística

As variáveis de crescimento, produção foram submetidas à análise de variância, com Teste F (0,05% de probabilidade) e quando significativos os estudos de regressão para os níveis de salinidade e adubação nitrogenada foram realizados conforme Ferreira (2000). As análises foram realizadas com uso do software SISVAR versão 5.3.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Índice de velocidade de emergência (IVE) e Consumo de água (CA)

Observando a tabela de análise de variância para a variável IVE, observa-se que houve significância para salinidade e ao houve diferença significativa para salinidade, no entanto, apesar das equações linear e quadráticas serem significativas os coeficientes de determinação (R^2) foram abaixo de 30%, razão pela qual se optou em não utilizar a equação nas discussões, para as doses de nitrogênio, pois o IVE nos diferentes tratamentos foi alto, em virtude da tolerância da cultura a salinidade. Por outro lado foram constatadas, para a variável CA, foram constatadas diferenças significativas para salinidade e para a interação entre salinidade vs nitrogênio (Tabela 06).

Tabela 06. Resumo das análises de variância para IVE (índice de velocidade de emergência) e CA (consumo de água) de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios	
		IVE1	CA
Salinidade (S)	4	1,842**	1782730,98*
Reg. Linear	1	1,136**	-
Reg. Quadrática	1	0,963*	-
Desvio Regres.	2	2,635**	-
Blocos	2	0,045	900888,81 ^{ns}
Resíduo a	8	0,098	346622,14
Nitrogênio (N)	4	0,044	173774,12 ^{ns}
S x N	16	0,165	362502,33**
Resíduo b	40	0,100	114727,51
CV a (%)		26,93	1,49
CV b (%)		27,10	0,86
		Médias – plântulas.dia ⁻¹	Médias – L
Salinidade – dSm ⁻¹			
0,5		1,328	39,936
1,5		0,551	39,670
2,5		1,217	39,729
3,5		1,399	39,233
4,5		1,339	39,126
Nitrogênio - %N			
60		1,172	39,557
80		1,071	39,549
100		1,206	39,491
120		1,192	39,401
140		1,191	39,696

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo. ¹ dados transformados em Raiz de X.

Verificou-se na figura 17 que os níveis de nitrogênio, dentro do fator salinidade, diferiram significativamente nas doses de 80, 100 e 120% da recomendação de Novais et. al., (1991), com efeito linear decrescente nos tres casos (Figura 12). A dose de 80%, houve redução na variável CA no valor de 0,60% por aumento unitário da CEa, ou seja, as plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, tiveram redução de 2,43% (976,009 mL) no consumo de água em relação às testemunhas; dentro da dose de 100 kg ha^{-1} , a redução foi de 0,672% por dS m^{-1} , com redução total de 2,69% (1080,64 mL) de S_5 quando comparada com a S_1 . Já a dose 120 kg ha^{-1} , o CA teve redução de 0,56% por aumento unitário da condutividade elétrica, com redução total de 2,24% (895,25 mL) das plantas irrigadas com CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ em relação àquelas irrigadas com CEa de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$.

De acordo com Silva et al. (2008), a concentração salina próxima à zona radicular reduz o fluxo de água nas plantas em razão do efeito osmótico, comprovando que o estresse salino e induz ao estresse hídrico, devido a redução do potencial osmótico da solução do solo. Esses autores afirmam que, aumentando a condutividade elétrica da água, aumenta-se, também, a tensão necessária para que a planta retire água do solo, uma vez que o potencial do solo se torna cada vez mais negativo e, conseqüentemente, a planta terá maior dificuldade para utilizar esta água que, apesar de sua presença no solo, não está totalmente disponível para as plantas.

Com relação ao desdobramento do fator salinidade dentro dos níveis de nitrogênio, foram observados efeitos significativos nos níveis S_2 , S_4 e S_5 . Para a CEa de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, de acordo com estudos de regressão, a variável CA se ajustou ao modelo linear crescente (Figura 12), quando ocorreu acréscimo de 0,016% por aumento unitário na dose de nitrogênio, ou seja, quando as plantas foram adubadas com 140% da recomendação de N para experimentos em vasos, o consumo de água aumentou 1,34% (0,522 L) em relação as adubadas com 60% de N.

Dentro do nível de CEa de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, verificou-se efeito linear decrescente (Figura 12), com redução por aumento unitário da dose de N no valor de 0,018%, ou seja redução total de 1,51% (0,603 L) de N_5 em relação a testemunha. Todavia, dentro do nível de CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, constatou-se comportamento quadrático (Figura 12), onde o menor consumo de água (38,805 L) foi verificado na dose de nitrogênio de 77,95% da recomendação de N, havendo aumento do CA a partir deste ponto. Observa-se que nos níveis de salinidade S_2 e S_5 quando para 160 ppm, o consumo de água da planta aumentou com o aumento da dose de nitrogênio.

Conforme Fernandes et al. (2010), existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir uma maior absorção de cloreto pela planta. O que pode explicar o fato acontecido, pois o aumento no consumo de água pode ter ocorrido em consequência do potencial hídrico do solo ter se tornado menos negativo com o efeito repelente do nitrogênio para com o cloreto, fazendo com que a água estivesse mais disponível para as plantas, facilitando assim a sua absorção.

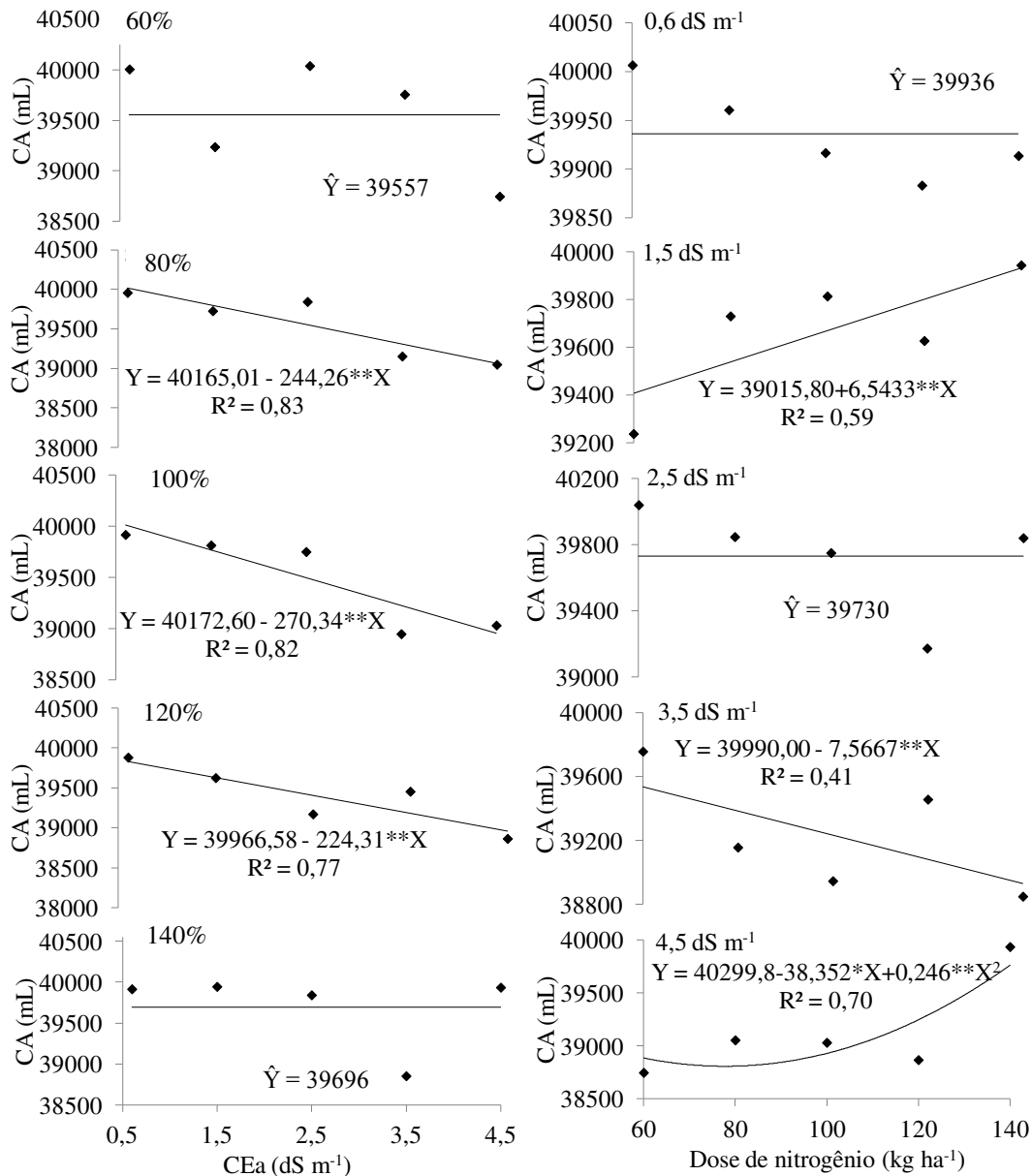


Figura 12. Consumo de água em função da %N dentro da salinidade da água de irrigação e da salinidade dentro das doses de nitrogênio.

5.2. Altura de plantas (AP)

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$) para a variável altura de plantas em todas as épocas de avaliação, exceto 15 dias após o semeio (DAS). Verifica-se, porém, que não houve efeito significativo do fator isolado nitrogênio e da interação nitrogênio x salinidade, demonstrando, neste caso, que o aumento das doses de nitrogênio não proporciona acréscimos significantes na altura da planta de girassol quando irrigada com água salina (Tabela 07).

Tal como o aumento das doses de nitrogênio pode incrementar a condutividade elétrica do solo, já que os fertilizantes nitrogenados minerais são sais e, por isso, elevam a concentração eletrolítica da solução do solo nas proximidades das regiões fertilizadas. A alta concentração de sais próximo às sementes ou raízes pode inibir a absorção de água pelas plantas, devido ao aumento da pressão osmótica que reduz o potencial osmótico e, conseqüentemente, o potencial hídrico (TAIZ e ZEIGER, 2013), fato este que pode ter aumentado o efeito drástico dos tratamentos na AP.

Tabela 07. Resumo das análises de variância da altura de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após semeadura (DAS)				
		15	30	45	60	75
Salinidade (S)	4	4,38 ^{ns}	373,69 ^{**}	4791,19 ^{**}	7229,36 ^{**}	6112,93 ^{**}
Reg. Linear	1	-	1283,08 ^{**}	13222,68 ^{**}	24755,96 ^{**}	22104,67 ^{**}
Reg. Quadrática	1	-	60,15 ^{ns}	2507,94 [*]	2955,16 ^{**}	1888,91 [*]
Desvio Regres.	2	-	75,76 ^{ns}	1717,06 ^{ns}	603,16 ^{ns}	229,06 ^{ns}
Blocos	2	0,71 ^{ns}	67,95 ^{ns}	813,15 ^{ns}	985,20 ^{ns}	832,04 ^{ns}
Resíduo 1	8	4,29	65,66	425,13	243,98	305,26
Nitrogênio (N)	4	3,23 ^{ns}	44,00 ^{ns}	234,55 ^{ns}	127,89 ^{ns}	110,36 ^{ns}
Interação SxN	16	2,75 ^{ns}	25,13 ^{ns}	196,24 ^{ns}	260,41 ^{ns}	254,62 ^{ns}
Resíduo 2	40	4,15	26,78	186,81	282,74	285,63
CV 1 %	-	18,40	28,42	25,01	12,17	13,41
CV 2 %	-	18,09	18,15	16,58	13,10	12,97

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo

O ajuste dos dados aos modelos lineares decrescentes mostra que os decréscimos na AP do girassol foram de 8,25; 8,98; 8,12; 7,66% por $dS\ m^{-1}$ aos 30, 45, 60 e 75 DAS,

respectivamente. Além do mais, esses valores equivalem às reduções de 33,12; 35,92; 32,49 e 30,67% na AP irrigadas com CEa de 4,5 dS m⁻¹ em relação as irrigadas com CEa de 0,5 dS m⁻¹ aos 30, 45, 60 e 75 DAS, respectivamente (Figura 13). Segundo Ayers e Westcot (1999) o aumento da pressão osmótica do solo ocasionado pelos íons, atua de forma negativa sobre os processos fisiológicos, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, resultando, conseqüentemente, em redução no crescimento das plantas. De acordo com Flowers (2004), as plantas sob estresse salino também tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma taxa menor fotossintética, e contribuindo para redução do crescimento das espécies sob tal estresse.

Os decréscimos foram aproximados entre as épocas de avaliação, evidenciando que o efeito da salinidade da água de irrigação agiu de forma constante e prejudicial durante as fases da cultura do girassol. Porém, Uyeda et al. (2010), trabalhando com girassol, que, aos 50 DAS, o decréscimo foi de 22,77 cm por dS m⁻¹ e, ao comparando 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, constataram uma diminuição de 46,25 e 73,57% para AP (26 DAS) e AP (50 DAS), respectivamente. Nobre et al. (2010), observaram, estudando o crescimento e a floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, decréscimo de 3,1 (1,27 cm) e 5,3% (7,10 cm) na AP por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, aos 26 e 50 DAS, respectivamente, ou seja, decréscimo de 13,6 e 23,4% da variável nas primeira e segunda épocas de avaliação nas plantas irrigadas com água de 4,9 dS m⁻¹ em relação as testemunhas (0,7 dS m⁻¹). Os menores rendimentos desta variável ficaram por conta das maiores condutividades elétricas da água de irrigação. Verificando-se que, em geral, a salinização afeta negativamente o estande de plantas, o crescimento vegetativo e o desenvolvimento das culturas e, nos casos mais graves, causa morte das plântulas (SILVA e PRUSKI, 1997).

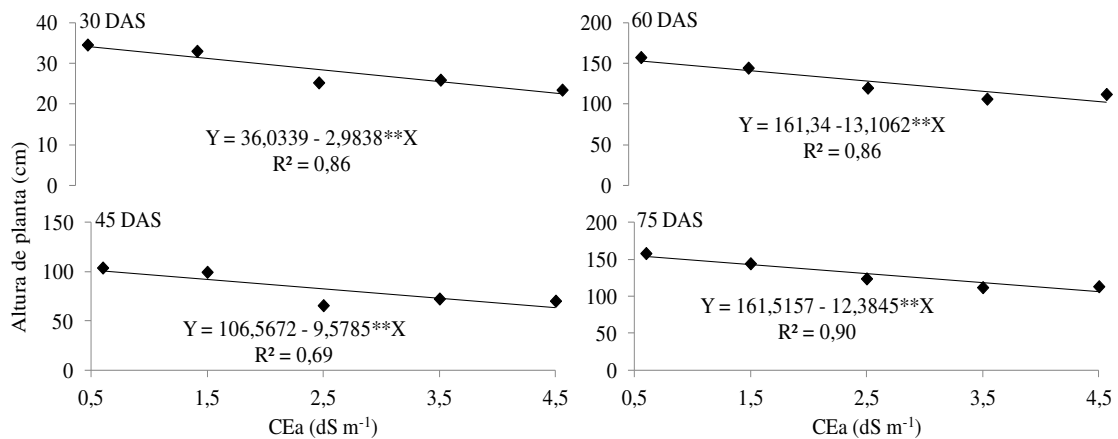


Figura 13. Altura das plantas de girassol aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

A evolução da altura de plantas de girassol sob diferentes níveis de condutividade elétrica na água de irrigação está apresentada na Figura 14. Observa-se que, aproximadamente até os 15 DAS, não houve diferença entre os tratamentos, sendo que no nível S₁ (0,5 dS m⁻¹), as plantas apresentaram um melhor crescimento em altura, em relação aos outros níveis, durante, praticamente, todo o período de condução do experimento, porém, até os 45 DAS, o tratamento S₂ (1,5 dS m⁻¹) apresentou uma evolução semelhante e, só a partir deste ponto, que as plantas referentes ao S₁ cresceram mais que os demais tratamentos. Pode-se constatar ainda, a recuperação dos níveis de condutividade elétrica S₃ e S₅ (2,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente), em que até os 45 DAS seu rendimento foi semelhante do S₄ (3,5 dS m⁻¹).

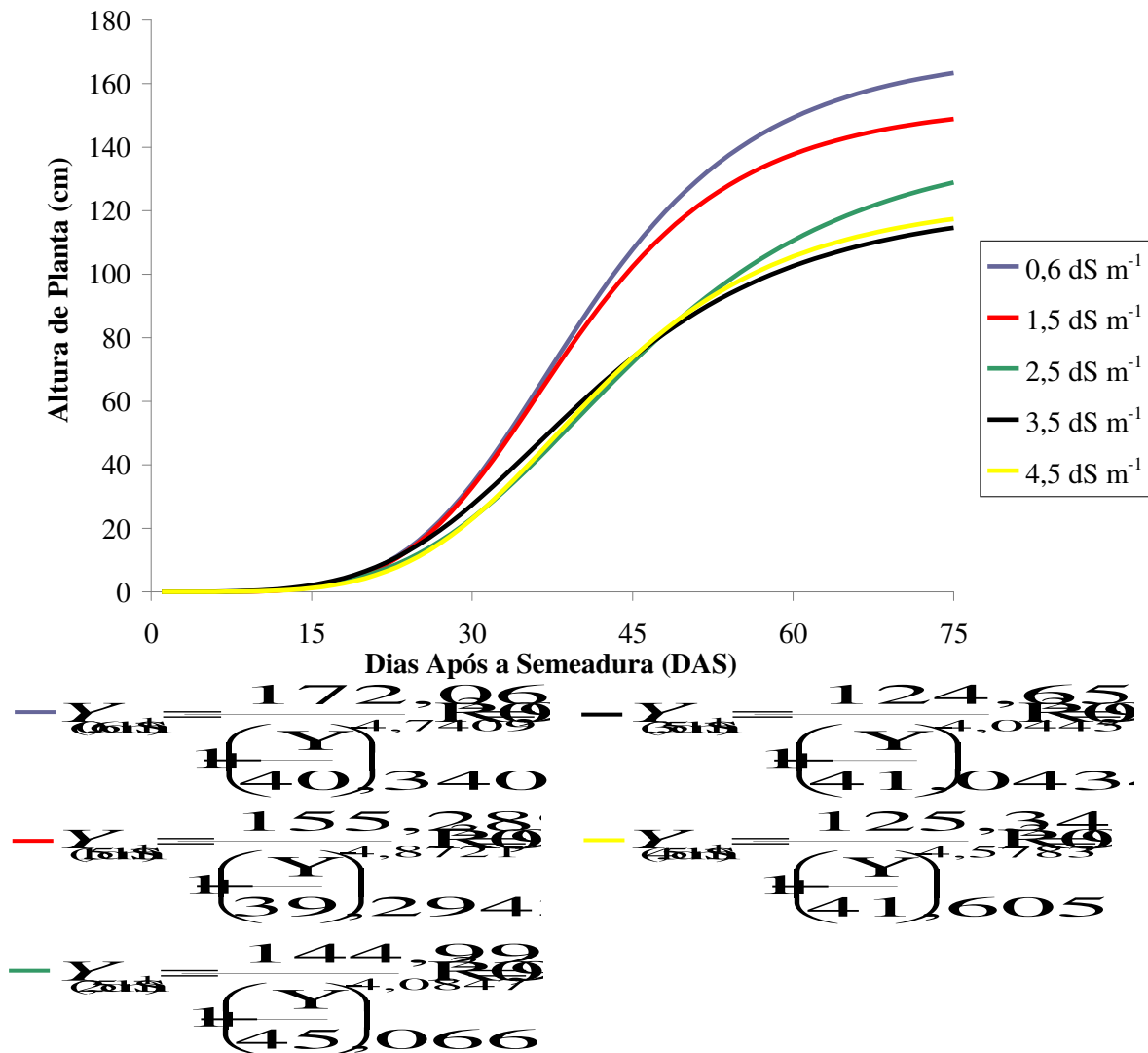


Figura 14. Altura das plantas irrigadas com água de CE de 0,5, 1,5, 2,5 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ em função dos dias após semeadura (DAS).

5.3. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta (TCAAP)

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo apenas para o fator salinidade para os dois primeiros períodos de TCA_{AP}, evidenciando que a salinidade não afeta negativamente a planta durante estes períodos de avaliação (Tabela 08).

Tabela 08. Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento absoluto da altura de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Período de avaliação			
		15 - 30 ¹	31 - 45 ¹	46 - 60 ¹	61 - 75 ¹
Salinidade (S)	4	0,181*	0,62**	0,338 ^{ns}	0,044 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,570**	1,477**	-	-
Reg. Quadrática	1	0,039 ^{ns}	0,472*	-	-
Desvio Regres.	2	0,058 ^{ns}	0,277*	-	-
Blocos	2	0,046 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Resíduo 1	8	0,030	0,05	0,160	0,012
Nitrogênio (N)	4	0,019 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,013 ^{ns}
Interação SxN	16	0,009 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,070 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Resíduo 2	40	0,009	0,02	0,059	0,009
CV 1 %	-	11,94	11,07	20,10	10,29
CV 2 %	-	6,85	7,88	12,27	8,88

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; ¹ Dados transformados em $\sqrt{x + 1}$

Para a TCA_{AP} aos 15-30 DAS, os valores se ajustaram ao modelo linear decrescente (Figura 15), sendo registrado um decréscimo de 11,52% por dS m⁻¹, ou seja, os níveis elevados de condutividade elétrica da água diminuiram drasticamente a TCA_{AP} chegando neste período, aos 46,11% (0,74 cm dia⁻¹) de redução no tratamento S₅ em relação ao S₁. De acordo com Arruda et al. (2002), plantas cultivadas sob estresse salino podem ter o crescimento inibido devido os efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou se a cultura tiver baixa capacidade de ajustamento osmótico, o que tendem a reduzir a quantidade de água e nutrientes absorvidos e como consequência, a redução das plantas crescerem e desenvolverem.

A TCA_{AP} (31-45) se ajustou ao modelo quadrático, conforme estudos de regressão (Figura 15). Constatou-se que o menor valor observado na variável foi de 2,95 cm dia⁻¹, quando a condutividade elétrica da água foi de 3,61 dS m⁻¹ e ainda que os últimos níveis de salinidade se recuperaram em relação à última avaliação, indicando que, possivelmente, mais próximo do final desse período de avaliação, a tolerância das plantas à salinidade é um pouco maior. Para os períodos de avaliação 46-60 e 61-75 DAS, não houve efeito significativo, que confirma que as plantas se permaneceram em ajustamento osmótico, que é um mecanismo que permite às plantas halófitas viverem

em condições de estresse salino, onde ocorre o acúmulo do íons absorvidos nos vacúolos das células das folhas, mantendo a concentração salina no citoplasma e nas organelas em baixos níveis de modo que não haja interferência com os mecanismos enzimáticos e metabólicos e com a hidratação de proteínas das células (DIAS e BLANCO, 2010).

No período de 15-30 DAS, observou-se uma taxa de crescimento absoluta média de $1,1544 \text{ cm dia}^{-1}$; e durante o período de 31-45 DAS, a TCA_{AP} média foi de $3,2068 \text{ cm dia}^{-1}$.

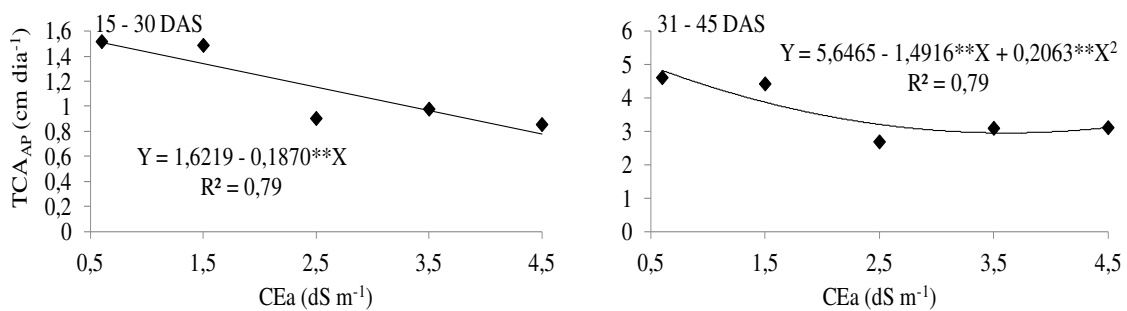


Figura 15. Taxa de crescimento absoluto da altura (TCA_{AP}) de planta no período de 15 – 30 e dos 31 – 45 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

5.4. Taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCRAP)

Verifica-se, na Tabela 09, tal como para a TCA_{AP} , só houve efeito significativo da salinidade para a $TCRAP$ nas duas primeiras avaliações (15-30 e 31-45 DAS), não havendo significância para nitrogênio nem para interação, sinalizando independência dos fatores estudados.

Tabela 09. Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento relativo da altura de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Período de avaliação			
		15 - 30 ¹	31 - 45	46 - 60 ¹	61 - 75 ¹
Salinidade (S)	4	0,00046 [*]	0,00033 [*]	0,00016 ^{ns}	0,000007 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,00120 ^{**}	0,00002 ^{ns}	-	-
Reg. Quadrática	1	0,00013 ^{ns}	0,00016 [*]	-	-
Desvio Regres.	2	0,00026 ^{ns}	0,00006 ^{ns}	-	-
Blocos	2	0,00015 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
Resíduo 1	8	0,00010	0,00006	0,00009	0,000002
Nitrogênio (N)	4	0,00004 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
Interação SxN	16	0,00003 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
Resíduo 2	40	0,00003	0,00007	0,00002	0,000002
CV 1 %	-	0,97	11,42	0,97	0,15
CV 2 %	-	0,56	12,46	0,52	0,13

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; ¹ Dados transformados em $\sqrt{x + 1}$

No período de 15-30 DAS, o efeito foi linear decrescente, verificando-se redução por aumento unitário da CEa na ordem de 7,9%, ou seja, as plantas irrigadas com água de CEa no valor de 4,5 dS m⁻¹, tiveram sua TCR_{AP} reduzida em 31,62% (0,0239 cm cm dia⁻¹) em relação às irrigadas com água de CEa de 0,5 dS m⁻¹ (Figura 16). Todavia, no período de 31-45 DAS, ocorreu um ajuste da variável ao modelo polinomial, em que, de acordo com os estudos de regressão, a menor TCR_{AP} (0,06442 cm cm dia⁻¹) foi constatada na CEa estimada de 2,76 dS m⁻¹ (Figura 16).

No período de 15-30 DAS, a taxa de crescimento relativo média observada foi de 0,0609 cm cm dia⁻¹; e, no período de 31-45 DAS, verificou-se uma TCR_{AP} média no valor de 0,0695 cm cm dia⁻¹.

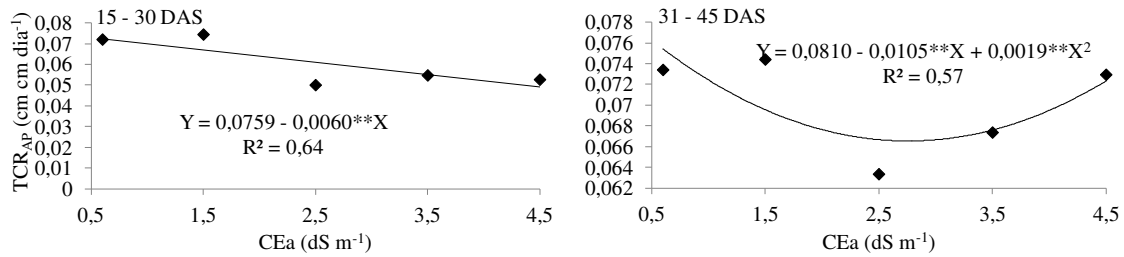


Figura 16. Taxa de crescimento absoluto da altura (TCA_{AP}) de planta no período de 15 – 30 e dos 31 – 45 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

5.5. Diâmetro caulinar (DC)

De acordo com o resumo das análises de variância, não houve efeito da interação entre os níveis de salinidade e nitrogênio, o que pode indicar efeitos isolados dos fatores. Os níveis de nitrogênio também não afetaram significativamente o diâmetro caulinar de plantas de girassol em nenhuma das épocas de avaliação (Tabela 10). Tal fato, pode ter ocorrido em função da salinidade na água de irrigação comprometer a absorção de N devido à competição iônica nos sítios de adsorção, fazendo com que a planta absorva menos N, enquanto que os níveis de Cl⁻ absorvidos e acumulados são acrescidos (NOBRE et al., 2010). Entretanto, para a variável diâmetro caulinar, houve efeito significativo ($p < 0,01$) para os níveis de salinidade, exceto aos 15 DAS, indicando que, os níveis de salinidade da água aplicada apresentaram o mesmo comportamento nessa época (Tabela 4).

Pode-se observar, na figura 17 efeito linear decrescente do diâmetro caulinar das plantas com o incremento da salinidade da água de irrigação para as épocas de 30, 45, 60 e 75 DAS. Analisando as equações de regressão para o DC, veem-se decréscimos por aumento unitário da CEa de 6,63, 9,03, 9,15 e 9,1%, ou seja, redução total de 1,82 mm (26,54%), 4,9 mm (36,14%), 6,22 mm (36,63%) e 6,13 mm (36,43%) nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹ em relação às testemunhas (0,5 dS m⁻¹), aos 30, 45, 60 e 75 DAS, respectivamente. Segundo Larcher (2000), a alta concentração de sais apresenta atividade osmótica, retendo a água, além da ação dos íons sobre o protoplasma, fazendo com que a água se torne menos disponível para a planta, resultando em estresse, que irá afetar seu crescimento. Nobre et al. (2010), estudando o efeito da salinidade e N na variedade de girassol Embrapa 122/V-2000,

também observaram decréscimos no diâmetro do caule na ordem de 2,7% (0,18 mm) e 5,0% (0,62 mm) por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, respectivamente, aos 26 e 50 DAS.

Tabela 10. Resumo das análises de variância do diâmetro caulinar de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após semeadura (DAS)				
		15	30	45	60	75
Salinidade (S)	4	0,17 ^{ns}	11,54 ^{**}	65,76 ^{**}	88,91 ^{**}	88,07 ^{**}
Reg. Linear	1	-	29,84 ^{**}	216,73 ^{**}	349,37 ^{**}	339,38 ^{**}
Reg. Quadrática	1	-	3,80 ^{ns}	16,07 ^{ns}	1,32 ^{ns}	1,95 ^{ns}
Desvio Regres.	2	-	6,26 ^{ns}	15,10 ^{ns}	2,46 ^{ns}	5,46 ^{ns}
Blocos	2	0,01 ^{ns}	4,66 ^{ns}	8,93 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,66 ^{ns}
Resíduo 1	8	0,11	1,71	3,24	2,40	2,38
Nitrogênio (N)	4	0,04 ^{ns}	3,32 ^{ns}	3,00 ^{ns}	2,91 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Interação SxN	16	0,08 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,53 ^{ns}
Resíduo 2	40	0,07	1,49	1,93	2,45 ^{ns}	2,42
CV 1 %	-	11,08	22,91	17,19	11,86	11,87
CV 2 %	-	8,88	21,34	13,28	11,91	11,99

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo

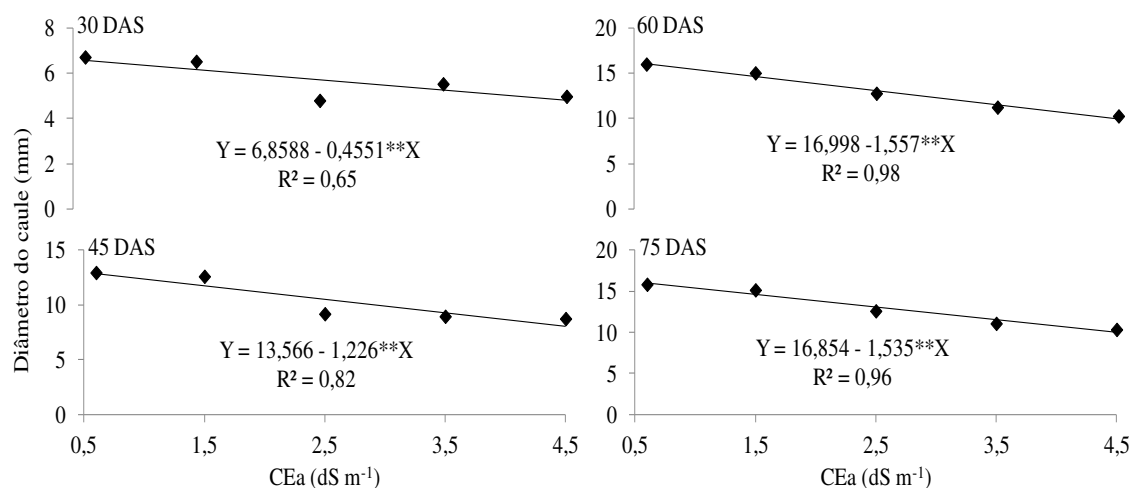
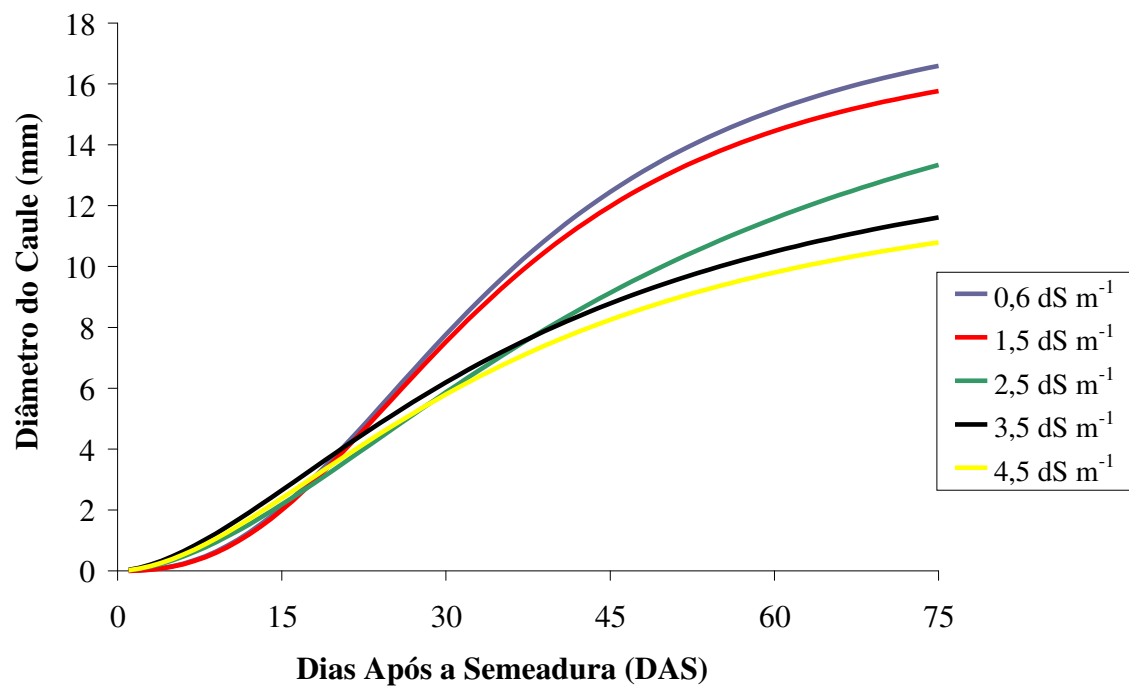


Figura 17. Diâmetro do caule das plantas do girassol aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

As plantas aos 75 DAS (apresentaram reduções sequenciais no diâmetro na ordem dos níveis $S_1 > S_2 > S_3 > S_4 > S_5$ seguido à ordem crescente de salinidade da

água de irrigação (Figura 18). Porém, até aos 30 DAS, as plantas do S₁ foram as que obtiveram os menores diâmetros de caule, e a partir daí se recuperam, ultrapassando os demais níveis de salinidade, alcançando o maior diâmetro ao final do experimento. Percebe-se ainda, que até esta época, o nível S₃ foi o que mais se destacou, porém, aos 75 DAS, prevaleceu a tendência pressuposta em experimentação com água salinizadas, de que os maiores níveis de condutividade elétrica na água de irrigação tendem a proporcionar os menores valores para o diâmetro caulinar.



$$\begin{aligned}
 \text{— } Y_{\text{caule}} &= \frac{19,076}{1,89} \left[\frac{Y}{34} \right]^{2,4822} & \text{— } Y_{\text{caule}} &= \frac{15,099}{1,89} \left[\frac{Y}{37} \right]^{1,7098} \\
 \text{— } Y_{\text{caule}} &= \frac{17,907}{1,89} \left[\frac{Y}{34} \right]^{2,5286} & \text{— } Y_{\text{caule}} &= \frac{13,547}{1,89} \left[\frac{Y}{35} \right]^{1,8067} \\
 \text{— } Y_{\text{caule}} &= \frac{19,363}{1,89} \left[\frac{Y}{47} \right]^{1,7757}
 \end{aligned}$$

Figura 18. Diâmetro do caule das plantas irrigadas com água de CE de 0,5, 1,5, 2,5 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ em função dos dias após semeadura (DAS).

5.6. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCADC)

Seguindo a tendência da altura de planta, a TCA_{DC} foi afetada pela salinidade da água de irrigação apenas nos dois primeiros intervalos de avaliação, de forma linear decrescente, não havendo significância para o fator nitrogênio nem para interação dos fatores em nenhum dos períodos avaliados (Tabela 11). O decréscimo observado, no período de 15 - 30 DAS, conforme equação de regressão, foi de 11% por $dS\ m^{-1}$, uma redução total de 45,33% ($0,117\ mm\ dia^{-1}$) no nível S_5 em relação ao S_1 . No período de avaliação de 31 - 45 DAS, foram registrados decréscimos de 11,49% por aumento unitário da CE_a , ou seja, as plantas irrigadas com água de CE_a no valor de $4,5\ dS\ m^{-1}$, obtiveram decréscimos de 45,98% ($0,205\ mm\ dia^{-1}$) na TCA_{DC} em relação àquelas irrigadas com a água de condutividade no valor de $0,5\ dS\ m^{-1}$. Verificou-se que entre os períodos de avaliação não houve alterações drásticas nos valores de TCA_{DC} , demonstrando que o efeito deletério da salinidade é semelhante nos períodos analisados (Figura 19). Segundo Flowers (2004), 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.

Tabela 11. Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Período de avaliação			
		15 - 30 ¹	31 - 45 ¹	46 - 60 ¹	61 - 75 ¹
Salinidade (S)	4	0,010 ^{**}	0,0212 ^{**}	0,0088 ^{ns}	0,00005 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,025 ^{**}	0,0719 ^{**}	-	-
Reg. Quadrática	1	0,004 ^{ns}	0,0034 ^{ns}	-	-
Desvio Regres.	2	0,006 [*]	0,0047 ^{ns}	-	-
Blocos	2	0,003 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0028 ^{ns}	0,00005 ^{ns}
Resíduo 1	8	0,001	0,0015	0,0024	0,00018
Nitrogênio (N)	4	0,002 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,00023 ^{ns}
Interação SxN	16	0,001 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	0,00008 ^{ns}
Resíduo 2	40	0,001	0,0008	0,0011	0,00010
CV 1 %	-	3,17	3,43	4,61	1,35
CV 2 %	-	3,12	2,57	3,07	1,00

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; ¹ Dados transformados em raiz de $x + 1$

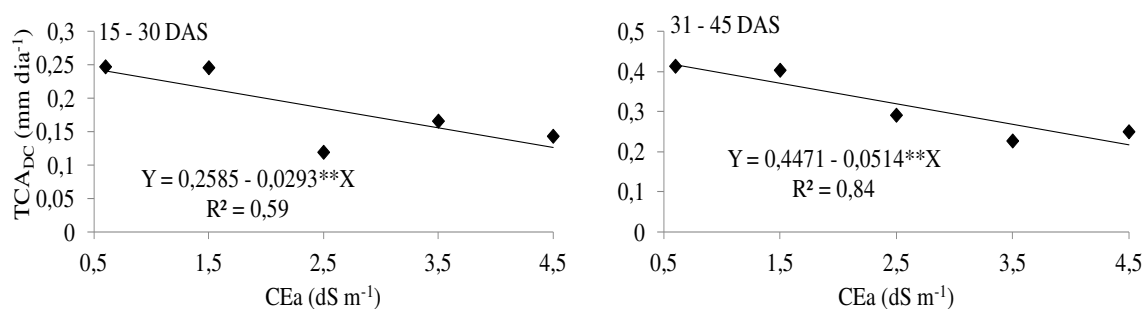


Figura 19. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule no período de 15 – 30 e dos 31 – 45 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

5.7. Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar (TCRDC)

Com relação à variável TCR_{DC}, só houve efeito significativo do fator salinidade entre o período de 15 - 30 DAS (Tabela 12). Esta variável teve melhor ajuste ao modelo quadrático através de estudos de regressão (Figura 20), constatou-se que o menor valor obtido de TCR_{DC} foi de 0,03545 mm mm⁻¹ dia⁻¹ quando a CEa foi igual a 3,52 dS m⁻¹.

Tabela 12. Resumo das análises de variância para a taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar de plantas de girassol nos períodos de 15 - 30, 31 - 45, 46 - 60, 61 - 75 dias após o semeio, irrigadas com diferentes salinidades e adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Período de avaliação			
		15 – 30 ¹	31 – 45 ¹	46 – 60 ¹	61 – 75 ¹
Salinidade (S)	4	0,00040**	0,00010 ^{ns}	0,000079 ^{ns}	0,0000006 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,00077**	-	-	-
Reg. Quadrática	1	0,00025*	-	-	-
Desvio Regres.	2	0,00029*	-	-	-
Blocos	2	0,00015 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,000056 ^{ns}	0,0000006 ^{ns}
Resíduo 1	8	0,00004	0,00003	0,000039	0,000002
Nitrogênio (N)	4	0,00008 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000002
Interação SxN	16	0,00002 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,000016 ^{ns}	0,0000005 ^{ns}
Resíduo 2	40	0,00004	0,00002	0,000014	0,0000007
CV 1 %	-	0,65	0,58	0,62	0,13
CV 2 %	-	0,63	0,51	0,37	0,09

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; ¹ Dados transformados em Raiz de X+1

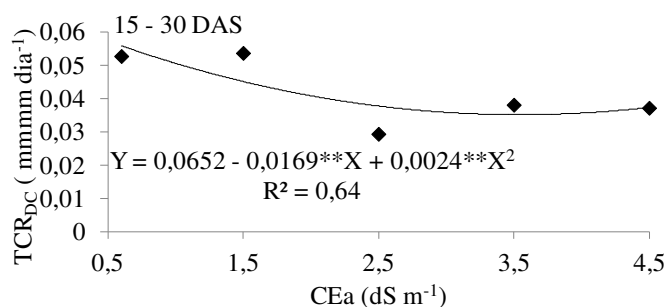


Figura 20. Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule dos 15 aos 30 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

5.8. Área foliar (AF)

A área foliar não foi afetada de maneira significativa nas doses de N em, tampouco, pela interação dos fatores S x N, em nenhuma das épocas de avaliação, indicando o comportamento semelhante dos níveis de condutividade elétrica dentro das doses de nitrogênio e vice versa (Tabela 13). Já para o fator salinidade, a AF foi afetada significativamente em todas as avaliações, sendo esta ajustada ao modelo linear decrescente. Observaram-se reduções na AF na ordem de 10,18, 17,67, 17,81, 16,92 e 14,31% por dS m^{-1} para o tratamento de maior salinidade. Comparando-se as plantas que foram irrigadas com água de condutividade elétrica no valor de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ com àquelas irrigadas com água de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, constataram-se reduções de 40,73% ($23,97 \text{ cm}^2$), 70,7% ($376,16 \text{ cm}^2$), 71,27% ($2561,27 \text{ cm}^2$), 67,70% ($4501,18 \text{ cm}^2$) e 57,26% ($3510,86 \text{ cm}^2$) na área foliar da planta, respectivamente, nos períodos de 15, 30, 45, 60 e 75 DAS (Figura 21). Verifica-se que, aos 30 e aos 45 DAS, os decréscimos na AF foram mais acentuados, o que pode indicar maior sensibilidade do girassol à salinidade nessas épocas, ou ainda, de acordo com Nobre et al. (2010), denotar o efeito da acumulação de sais no solo proveniente das irrigações com o tempo.

Tabela 13. Resumo das análises de variância da área foliar de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Dias após semeadura (DAS)				
		15 ¹	30 ¹	45 ¹	60	75
Salinidade (S)	4	11,5705*	360,474**	2312,617**	50483647,00**	28572392,78**
Reg. Linear	1	28,49**	1066,03**	7147,19**	182549463,89**	111044521,22*
Reg. Quadrática	1	2,02 ^{ns}	86,43 ^{ns}	1038,49**	12963150,05*	954736,22 ^{ns}
Desvio Regres.	2	7,60 ^{ns}	144,71 ^{ns}	530,96**	3210987,02**	1145156,84 ^{ns}
Blocos	2	0,8792 ^{ns}	127,794 ^{ns}	339,395**	3774129,58**	1571685,39 ^{ns}
Resíduo 1	8	2,436	37,243	38,315	205276,84	472480,40
Nitrogênio (N)	4	1,339 ^{ns}	42,499*	80,647 ^{ns}	339995,13 ^{ns}	448549,37 ^{ns}
Interação SxN	16	1,006 ^{ns}	17,551 ^{ns}	51,540 ^{ns}	560751,52 ^{ns}	669831,19 ^{ns}
Resíduo 2	40	1,409	14,632	37,097	651931,89	798069,49
CV 1 %	-	23,99	38,17	14,55	11,88	17,54
CV 2 %	-	18,25	23,93	14,32	21,18	22,79

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; ¹ dados transformados em Raiz de X + 1

Foram observadas, também, grandes reduções na área foliar nos demais períodos de avaliação. Esse decréscimo da área foliar está relacionado, possivelmente, a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante e, conseqüentemente, a perda de água por transpiração (TAIZ, 2013). Araújo et al. (2010) afirmam que o efeito osmótico do estresse salino pode ser suportado pelo ajuste osmótico de células, favorecido pela redução da área foliar e pela concentração de osmorreguladores orgânicos e inorgânicos.

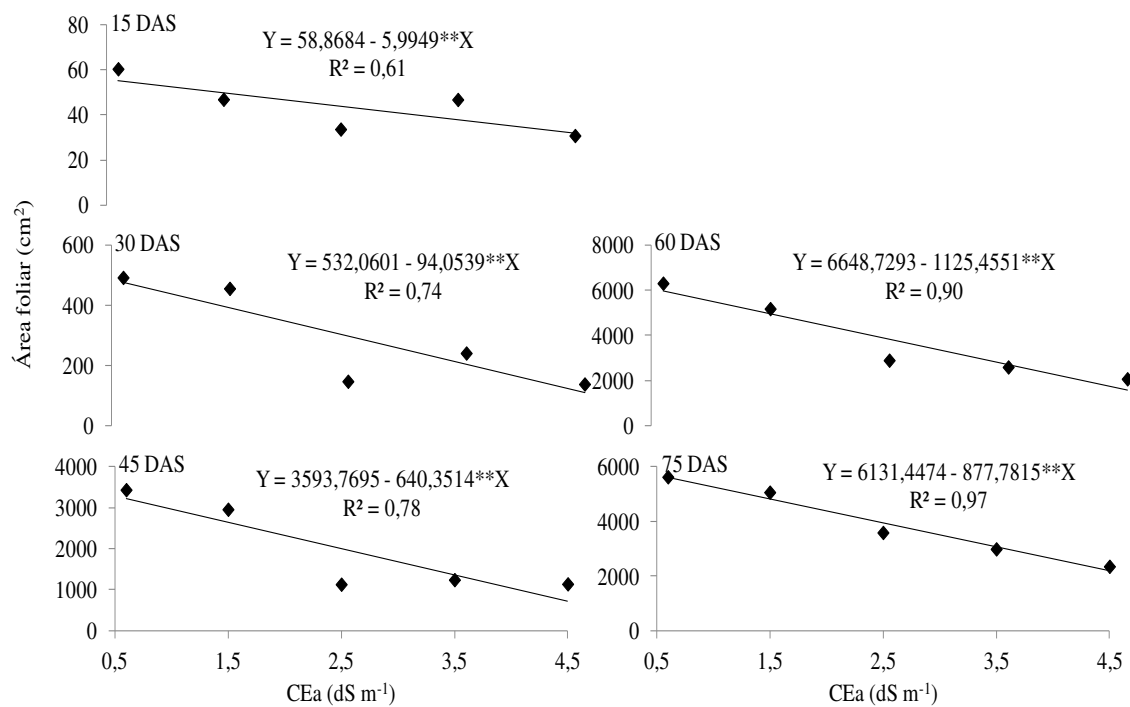


Figura 21. Área foliar das plantas do girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

Com relação às doses de nitrogênio, foram observadas diferenças significativas apenas aos 30 DAS. O N afetou o crescimento da área foliar e cujo comportamento foi descrito por uma equação linear (Figura 22), em que se registrou decréscimo de 0,37% por aumento unitário da dose de nitrogênio, ou seja, houve redução de 30,13% (142,62 cm²) na AF quando as plantas foram submetidas à dose de nitrogênio de 140 kg ha⁻¹ em relação àquelas adubadas com a dose de 60 kg ha⁻¹.

De acordo com os resultados, pôde-se observar que, provavelmente, o aumento das doses de N, causou reduções na área foliar, o que pode ter ocorrido em consequência de um desbalanço nutricional ou do acúmulo de amônio nas plantas, já que, de acordo com Taiz e Zeiger (2013), se o NH₄⁺ se acumula em grandes quantidades nos tecidos vivos, pode ser tóxico, pois dissipa os gradientes de prótons transmembrana necessários ao transporte de elétrons na fotossíntese e na respiração, assim como para a captura de metabólitos nos vacúolos. O tamanho da folha está relacionado ao suprimento de N para alongação e/ou divisão celular (SKINNER e NELSON, 1995; GARCEZ NETO et al., 2002). O nitrogênio influencia não só a taxa de expansão, mas principalmente a divisão celular, determinando, desta forma, o tamanho final das folhas,

fazendo com que o N seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa (FERNÁNDEZ et al., 1994).

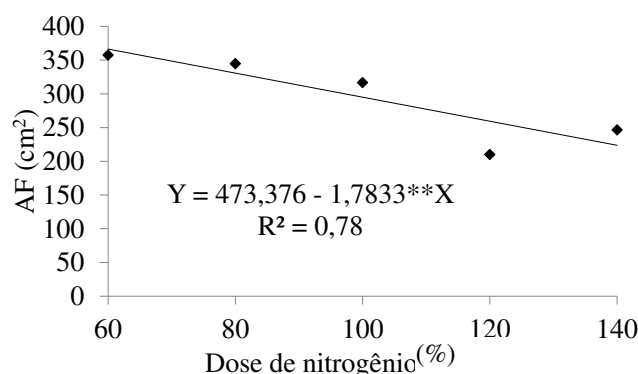


Figura 22. Área foliar das plantas do girassol aos 30 dias após semeadura (DAS) em função das doses de nitrogênio.

5.9. Número de folhas

A salinidade crescente na água de irrigação afetou significativamente o NF apenas aos 30 DAS; entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre as doses de nitrogênio em nenhuma das avaliações; quanto à interação dos fatores de salinidade na água e as doses crescentes de nitrogênio, tal como especificamente para o fator S, também não foram observadas diferenças significativas (Tabela 14).

Tabela 14. Resumo das análises de variância para número de folhas de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	G	Quadrados Médios				
		Dias após semeadura (DAS)				
		15 ¹	30 ¹	45	60	75
Salinidade (S)	4	0,30 ^{ns}	1,76 ^{**}	48,71 ^{ns}	5,38 ^{ns}	11,01 ^{ns}
Reg. Linear	1	-	4,90 ^{**}	126,49 ^{ns}	2,43 ^{ns}	32,29 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	-	0,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,53 ^{ns}	2,90 ^{ns}
Desvio Regres.	2	-	0,96 ^{ns}	34,17 ^{ns}	8,27 ^{ns}	4,42 ^{ns}
Blocos	2	0,08 ^{ns}	0,68 ^{ns}	19,45 ^{ns}	10,17 ^{ns}	2,08 ^{ns}
Resíduo 1	8	0,12	0,35	16,60	10,44	14,66
Nitrogênio (N)	4	0,05 ^{ns}	0,34 ^{ns}	14,98 ^{ns}	14,41 ^{ns}	10,35 ^{ns}
Interação SxN	16	0,07 ^{ns}	0,12 ^{ns}	6,97 ^{ns}	3,72 ^{ns}	5,59 ^{ns}
Resíduo 2	40	0,09	0,10	7,52	6,97	6,09
CV 1 %	-	16,11	18,48	18,51	14,59	18,84
CV 2 %	-	14,16	10,07	12,46	11,92	12,15

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo. ¹ dados transformados em Raiz de X

Verificou-se redução no número de folhas na ordem de 8,76% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 23), ou seja, as plantas irrigadas com água de CE de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, tiveram o número de folhas reduzido em 35,06% (4,75 folhas) em relação àquelas irrigadas com CE_a igual a $0,5 \text{ dS m}^{-1}$. Os valores de número de folhas são diretamente relacionados com a área foliar, ou seja, quanto menor a área foliar, possivelmente, o número de folhas da planta será menor (OLIVEIRA et al., 2013). De acordo com Silva et al. (2008), a redução do NF em condições de estresse salino é uma das alternativas das plantas para manter a absorção de água, sendo consequência de alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção da água.

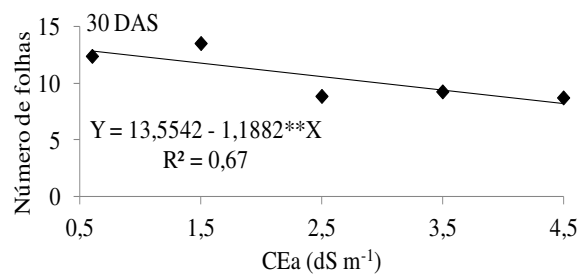


Figura 23. Número de folhas das plantas aos 30 dias após semeadura em função da salinidade da água de irrigação.

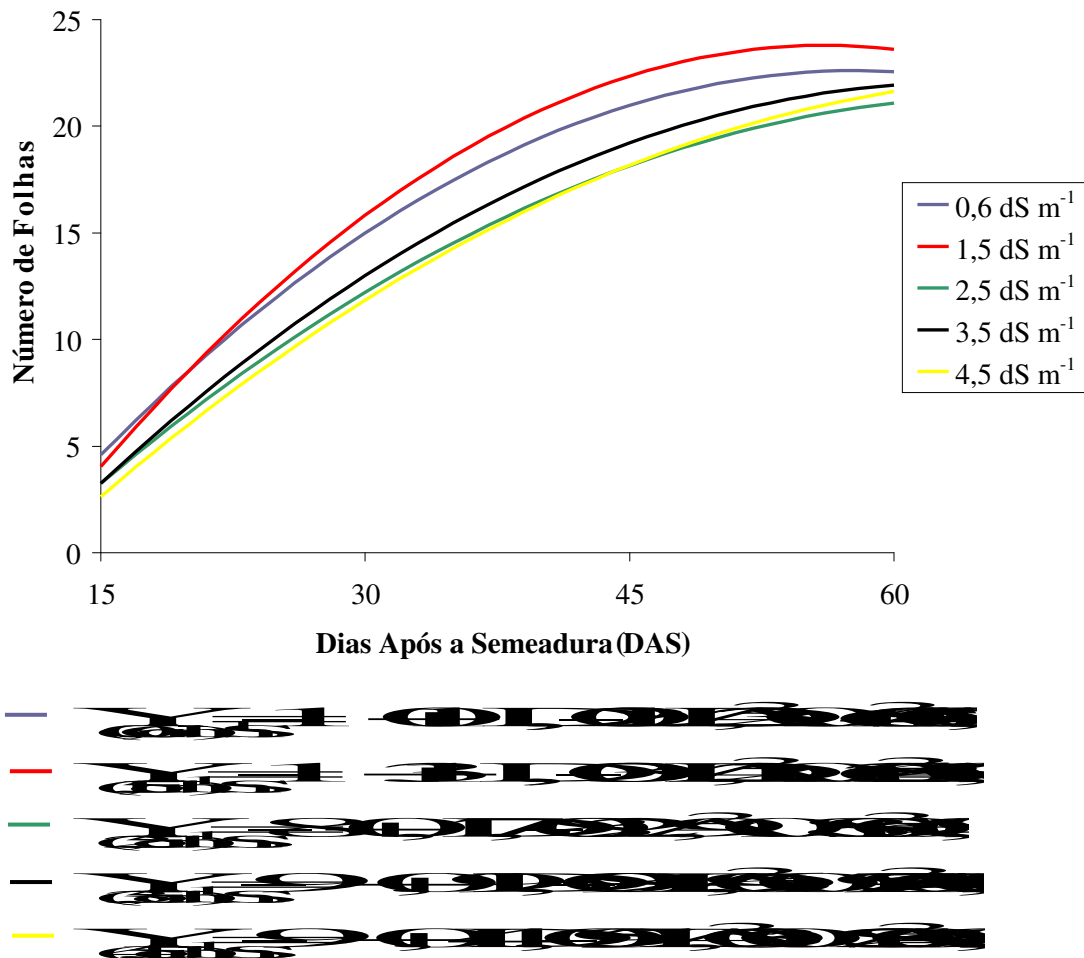


Figura 24. Número de folhas das plantas irrigadas com água de CE de 0,5, 1,5, 2,5 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ em função dos dias após semeadura (DAS)

5.10 . Fitomassa seca na colheita (FSNC)

Não houve efeito significativo das doses de N para a variável fitomassa seca em nenhum dos períodos de avaliação, por outro lado, para esta mesma variável, observou-se diferença significativa para os níveis de salinidade aos 15, 30, 45, 95 e fitomassa seca na colheita (FSNC), que foi mensurada ao término do experimento (Tabela 15).

Verificou-se, ainda, com base nos resultados da análise de variância (Tabela 14), não haver efeito significativo da interação entre os fatores estudados (salinidade e doses de adubação nitrogenada) para a referida variável, em nenhum dos períodos de avaliação, indicando que as doses de N se comportaram de maneira semelhante nos diferentes níveis de salinidade e vice versa. Nobre et al. (2010) não verificaram,

estudando o crescimento e a floração do girassol variedade EMBRAPA 122/V- 2000 sob estresse salino e adubação nitrogenada, também não verificaram interação entre os fatores estudados sobre fitomassa seca da parte aérea.

Tabela 15. Resumo das análises de variância para fitomassa seca da parte aérea de plantas de girassol aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o semeio e colheita (FSNC), em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				FSCN ³
		Dias após semeadura (DAS)				
		15 ¹	30 ¹	45 ²	95 ²	
Salinidade (S)	4	0,075**	0,067*	2,547**	20,02**	7610,19**
Reg. Linear	1	0,099**	0,107*	5,73**	75,29**	28492,94**
Reg. Quadrática	1	0,014 ^{ns}	0,041 ^{ns}	2,92*	4,26*	1327,06**
Desvio Regres.	2	0,092**	0,058*	0,76 ^{ns}	0,26 ^{ns}	310.398 ^{ns}
Blocos	2	0,003 ^{ns}	0,054*	0,206 ^{ns}	0,88 ^{ns}	192,25 ^{ns}
Resíduo 1	8	0,004	0,011	0,341	0,43	74,603
Nitrogênio (N)	4	0,003 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,37 ^{ns}	122,85 ^{ns}
Interação SxN	16	0,005 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,106 ^{ns}	0,22 ^{ns}	71,25 ^{ns}
Resíduo 2	40	0,003	0,014	0,109	0,36	109,30
CV 1 %	-	7,07	11,71	27,15	12,28	14,79
CV 2 %	-	5,89	12,80	15,39	11,20	17,90

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo. ¹ dados transformados em Raiz de X + 0,5; ² Dados transformados raiz de x+1, ³FSTotal – fitomassa seca na colheita (fitomassa das folhas + Caule + Capitulo)

Aos 15 DAS, apesar de ter havido efeito significativo sobre a FSPA, não ocorreu ajuste da variável em nenhum dos modelos de regressão estudados (linear e polinomial), (Figura 24). Aos 30, aos 45 e aos 95 DAS, houve ajuste da variável nos modelos polinomiais. Onde, aos 30 DAS, verificou-se uma redução na fitomassa até o limite de 0,2599 g, proporcionada pela irrigação com água de condutividade elétrica até o limite de 3,47 dS m⁻¹. Aos 45 DAS, a menor fitomassa estimada (2,37 g) foi proporcionada pela CEa de 3,36 dS m⁻¹. Com relação às avaliações realizadas aos 95 DAS, constatou-se redução na fitomassa até o limite de 16,775 g, propiciada por uma CEa estimada de 4,52 dS m⁻¹.

Larcher (2000) assegura que o excesso de Na⁺ e Cl⁻ no protoplasma ocasiona distúrbios em relação ao balanço iônico (K⁺ e Ca²⁺ em relação ao Na⁺), além de efeito específico dos íons sobre as enzimas e membranas. Dessa forma, bem pouca energia é produzida por meio da fotofosforilação, e pela fosforilação na cadeia respiratória a

assimilação de N é limitada, o metabolismo das proteínas sofre distúrbios, dentre outros efeitos. E quando os efeitos osmótico e toxidez de íon-específico da absorção de sais excedem o nível de tolerância da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias, que resultam em efeitos deletérios nas variáveis de crescimento das plantas. Travassos et al. (2011) verificaram que a fitomassa seca da parte aérea na colheita foi influenciada significativamente pela salinidade da água de irrigação, de forma linear, com decréscimo de 13,56% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação

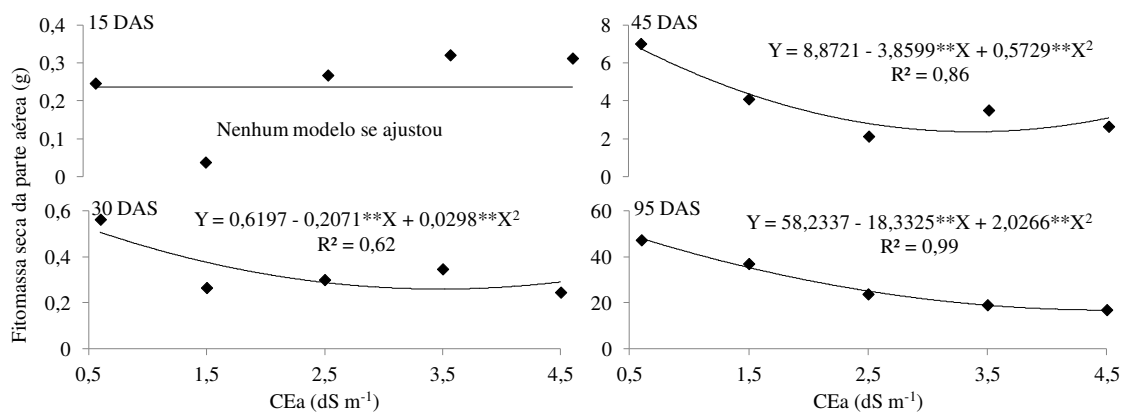


Figura 25. Fitomassa seca da parte aérea aos 15, 30, 45 e 95 dias após semeadura (DAS) em função da salinidade da água de irrigação.

Observam-se, na Figura 25, os dados referentes à fitomassa seca da parte aérea total no final do experimento, em que o melhor ajuste foi ao modelo linear decrescente, cujo decréscimo foi de 14,98% por dS m⁻¹, ou seja, redução de 59,94% (56,24%) na FSNC das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ em relação as submetidas a 0,5 dS m⁻¹. A referida variável foi a mais afetada pela CE_a neste experimento, fato também observado por Nobre et al. (2010), estudando o girassol da mesma variedade submetido a irrigação com água salinizada, e por Souza Junior et al. (2005) em pesquisando o algodoeiro sob estresse salino.

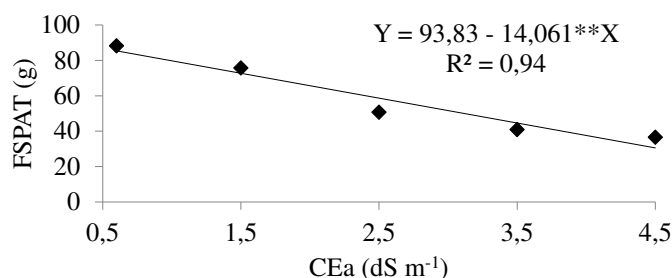


Figura 26. Fitomassa seca da parte aérea na colheita no final do experimento em função da salinidade da água de irrigação.

5.11 . Produção

Os níveis de nitrogênio afetaram significativamente as variáveis FANV, %FAV, e FAT (Tabela 16), corroborando com os resultados obtidos por Marchetti et al. (2001) para as mesmas variáveis. Sob mesmas condições, ainda se pode observar que para a salinidade da água de irrigação propiciou efeito significativo sobre as variáveis FCAP, FAT, FANV e %FAV.

Tabela 16. Resumo das análises de variância para fitomassa dos capítulos (FCAP); fitomassa total dos aquênios (FAT), aquênios viáveis (FAV) e não viáveis (FANV) e o percentual de aquênios viáveis das plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		FCAP	FAT ¹	FAV ²	FANV ²	%FAV ¹
Salinidade (S)	4	1413,03**	4,31**	2,15 ^{ns}	2,39*	2,01 ^{ns}
Reg. Linear	1	5295,13**	15,47**	-	8,07**	-
Reg. Quadrática	1	75,92 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-	1,13 ^{ns}	-
Desvio Regres.	2	140,53 ^{ns}	0,79 ^{ns}	-	0,16 ^{ns}	-
Blocos	2	15,86 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Resíduo 1	8	30,79	0,66	1,25	0,52	2,27
Nitrogênio (N)	4	60,55 ^{ns}	1,55*	1,86 ^{ns}	2,41**	5,94**
Interação SxN	16	24,12 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,59 ^{ns}	2,01 ^{ns}
Resíduo 2	40	37,13	0,58	0,75	0,48	1,56
CV 1 %	-	18,75	19,88	30,84	32,77	17,78
CV 2 %	-	20,59	18,57	23,97	31,41	14,71

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo. ¹ dados transformados em Raiz de X; ² Dados transformados raiz de X+1

A FCAP ajustou-se ao modelo linear (Figura 26) e, conforme estudos de regressão, foram verificados decréscimos da ordem de 13,51% por aumento unitário da CEa, e redução total de 54,02% (24,2 g) na FCAP das plantas irrigadas com água de CEa de 4,5 dS m⁻¹ em relação às testemunhas. Quanto à FAT (Figura 26), com o aumento crescente na condutividade elétrica na água de irrigação, constatou-se redução

de 10,77% por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 43,09% (10,40 g) na FAT das plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ em relação às submetidas a 0,5 dS m⁻¹. Já a FANV (Figura 26), que também se ajustou ao modelo linear, sofreu redução de 15,55% por aumento unitário da CEa, ou seja, a FANV entre 0,5 e 4,5 dS m⁻¹ decresceu 62,22% (4,62 g). Segundo Ayers e Westcot (1999), com o aumento da salinidade, o potencial total de energia da água no solo se torna cada vez mais negativo e, conseqüentemente, a planta terá maior dificuldade para absorvê-la, apesar da sua presença no solo, acarretando com isso, resposta negativa sobre as variáveis de produção da cultura. Gulzar et al. (2003) relatam que, em geral, os estresses provocados pelo excesso de íons, em geral, diminuem a assimilação de CO₂, condutância estomática, transpiração e fotossíntese das plantas e, conseqüentemente, acabam por prejudicar a produção das culturas.

Travassos et al. (2011), estudando a produção de aquênios sob irrigação com água salina, observaram perdas de 11,39% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação sobre a massa total de aquênios, corroborando com os resultados obtidos neste experimento.

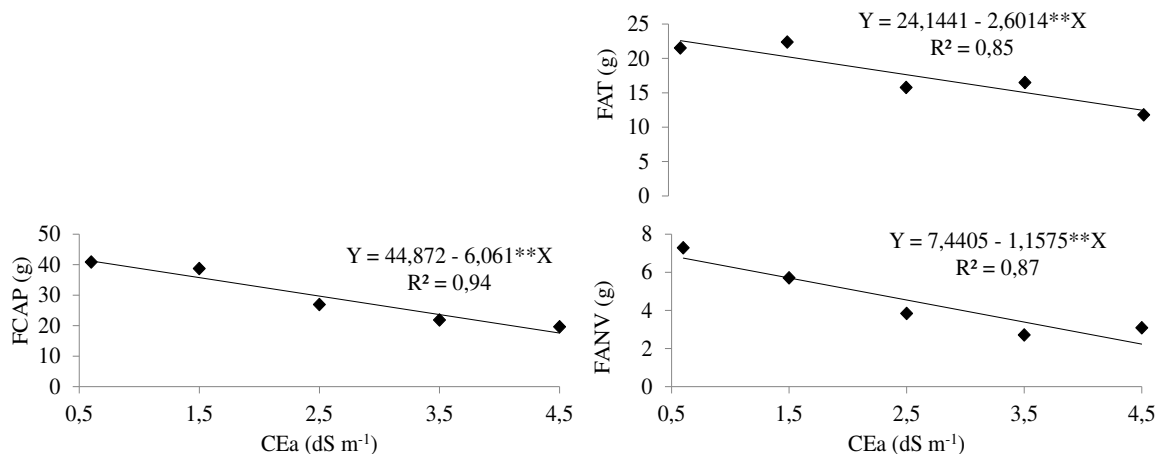


Figura 27. Fitomassa seca total, dos capítulos (FCAP); dos aquênios total (FAT) e aquênios não viáveis (FANV) em função da salinidade da água de irrigação.

A FANV, em resposta as doses de nitrogênio, se ajustou ao modelo quadrático (Figura 27), havendo redução da variável até atingir uma fitomassa de aquênios não viáveis de 2,84 g, proporcionados por uma dose de nitrogênio correspondente a 119,5% da recomendação para experimentos em vasos (NOVAIS et. al., 1991). Com referência ao percentual de aquênios viáveis, houve melhor ajuste da variável ao modelo linear

crecente, observando-se acréscimo de 0,51% por incremento unitário da dose de nitrogênio, ou seja, aumento de 40,91% (19,99% de aquênios viáveis). De acordo com Nobre et al. (2013), a fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas, também pode reduzir o efeito da salinidade nos vegetais.

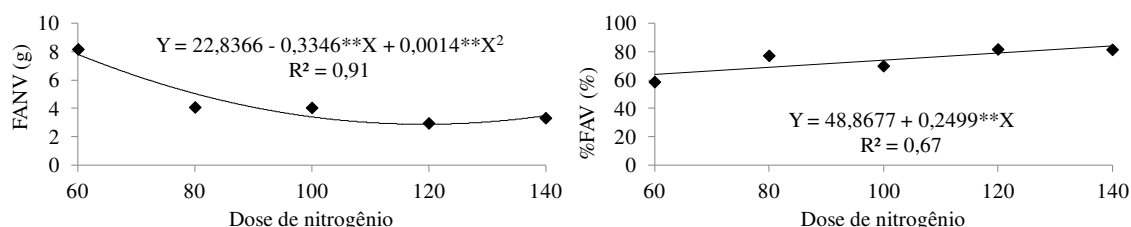


Figura 28. Fitomassa dos aquênios não viáveis (FANV) e percentual de aquênios viáveis (%FAV) em função da dose de nitrogênio.

Na Tabela 17, pode-se observar que a salinidade da água de irrigação teve efeito significativo para as variáveis NTA e NANV. Quando se observa o fator nitrogênio e a interação S x N, vê-se que não houve efeitos significativos para nenhuma das variáveis em evidência.

Tabela 17. Resumo das análises de variância para número total de aquênios (NTA), aquênios viáveis (NAV) e não viáveis (NANV), percentual de aquênios viáveis (%AV) e não viáveis (%ANV) de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		NTA ¹	NAV ²	NANV ²	%AV ³	%ANV ³
Salinidade (S)	4	210,80**	0,16 ^{ns}	1,07**	4,19 ^{ns}	3,26 ^{ns}
Reg. Linear	1	744,50**	-	3,49**	-	-
Reg. Quadrática	1	34,74 ^{ns}	-	0,49 ^{ns}	-	-
Desvio Regres.	2	31,97*	-	0,13 ^{ns}	-	-
Blocos	2	66,03**	0,24 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Resíduo 1	8	6,72	0,12	0,15	1,71	1,35
Nitrogênio (N)	4	8,48 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,24 ^{ns}	2,48 ^{ns}	2,56 ^{ns}
Interação SxN	16	6,62 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,06 ^{ns}
Resíduo 2	40	10,28	0,09	0,09	1,01	0,85
CV 1 %	-	12,81	16,12	17,29	34,64	28,33
CV 2 %	-	15,84	13,65	13,29	26,76	23,01

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo. ¹ dados transformados em Raiz de X; ² Dados transformados LOG X; ³Dados transformados em Arco seno [Raiz (X)]

Para o número total de aquênios, de acordo com as equações de regressão (Figura 28), verificou-se resposta linear decrescente da variável ao incremento da CEa, ocorrendo decréscimo na ordem de 14,18% no NTA por aumento unitário da CEa, resultando em um decréscimo total de 56,75% nas plantas irrigadas com os maiores níveis de CEa ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) em relação às testemunhas ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$). Travassos et al. (2011) constataram decréscimo unitário por aumento da CEa de 9,64% para o número total de aquênios. O NANV também teve melhor ajuste ao modelo linear decrescente (Figura 28), onde foi observada uma redução na ordem de 17,83% por aumento unitário de CEa, ou seja, redução total de 71,33%. De acordo com Cordão Sobrinho et al. (2007), a redução na produção pode ser provocada pela menor absorção de água pela planta. Quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais, especialmente NO_3^- , K^+ e Ca^{2+} , é reduzida, além disso, quando os sais excedem o nível de tolerância da planta, a fotossíntese é limitada, devido ao fechamento estomático e pelo efeito do sal sobre os cloroplastos, em particular sobre o transporte eletrônico e sobre os processos secundários (LARCHER, 2000), o que resultará em redução na produção da planta.

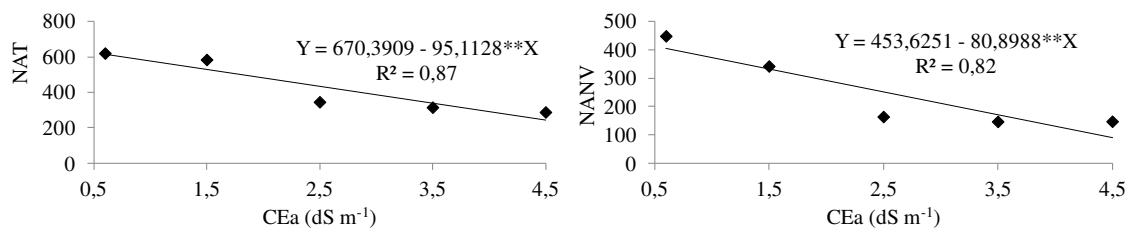


Figura 29. Número total de aquênios (NTA) e de aquênios não viáveis (NANV), em função da salinidade da água de irrigação.

Na Tabela 18, constata-se que não houve efeitos significativos do fator nitrogênio e da interação S x N sobre o diâmetro do capítulo seco. Todavia, para a variável, foram observados efeitos significativos para os níveis de salinidade da água de irrigação.

Tabela 18. Resumo das análises de variância para diâmetro do capítulo seco (DCS) de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada

Fonte de Variação	GL	Quadrados
		Médios
DCS		
Salinidade (S)	4	4532,33 ^{**}
Reg. Linear	1	17259,91 ^{**}
Reg. Quadrática	1	559,41 ^{**}
Desvio Regres.	2	155,00 ^{ns}
Blocos	2	8,52 ^{ns}
Resíduo 1	8	37,55
Nitrogênio (N)	4	45,34 ^{ns}
Interação SxN	16	46,67 ^{ns}
Resíduo 2	40	68,72
CV 1 %	-	7,32
CV 2 %	-	9,91

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{**}= significativo a 1% de probabilidade; ^{*}= significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo.

O diâmetro do capítulo se comportou de maneira linear decrescente (Figura 29), registrando-se decréscimos por aumento unitário da CEa de 9,83%, ou seja, as plantas que receberam água de CEa = 4,5 dS m⁻¹ tiveram o DC reduzido em 39,34% (43,77 mm) em relação àquelas que receberam água com CEa = 0,5 dS m⁻¹.

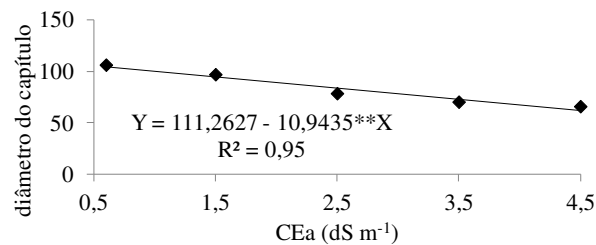


Figura 30. Diâmetro do capítulo seco em função da salinidade da água de irrigação.

6. CONCLUSÕES

- A salinidade não afetou o índice de velocidade de emergência das plântulas de girassol demonstrando uma tolerância desta cultura até os 10 dias após a semeadura;
- O consumo de água foi reduzido com o aumento da salinidade, havendo assim uma tendência de aumento de consumo relativo ao acréscimo das doses de N;
- As variáveis de crescimento estudadas, somente, foram afetadas pela salinidade a partir dos 30 DAS, demonstrando a tolerância do girassol à salinidade na fase inicial;
- As doses de N não influenciaram na IVE, variáveis de crescimento, consumo de água e variáveis de produção;
- A salinidade limite da cultura do girassol é de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, sendo seu crescimento reduzido a partir desta CEa;
- A produção do girassol, foi reduzida com o incremento da salinidade da água de irrigação, a partir da CEa de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$;
- A dose de N que atenua o efeito da salinidade no consumo de água pela planta é a de 100 ppm para experimentos em vasos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Requisitos mínimos para elaboração de projeto de sistema de irrigação localizada.** São Paulo, ABNT, 1986, 8p. PNBR 12:02.08 – 022.

AGRIANUAL – **Anuário da Agricultura Brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. 520p.

ALVES, P. L. **Folhas do girassol podem ser usadas na inibição do crescimento de plantas daninhas.** Disponível em: <http://www.seedquest.com> Acessado em : 10 Fevereiro. 2007.

ANA. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas;** Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. - Brasília: ANA, 2011. 154 p. : il.

ANDRADE, S. J. **Efeito de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol.** 94p. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

ARAÚJO, C. A. S.; RUIZ, H. A.; CAMBRAIA, J.; NEVES, J. C. L.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Seleção varietal de *Phaseolus vulgaris* quanto à tolerância ao estresse salino com base em variáveis de crescimento. **Revista Ceres**, v.57, n.1, 2010.

ARRUDA, F. P. de; ANDRADE, A. P.; I. SILVA, de 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.** Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.: (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado1).

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

ASHRAF, M.; TUFAIL, M. Variation in salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 174, n. 05, p. 351-362, 1995.

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.

BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C. **Colheita do girassol.** Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. (EMBRAPA-CNPSo. Doc, n.92).

BARKER, R. E.; FRANK, A. B.; BERDAHL, J. D. Cultivar and clonal differences for water use efficiency and yield in four forage grasses. **Crop Science**, v.29, n.4, p.58-61, 1989.

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, n.9, p.1366-1373, 2008.

BLAMEY, F. P. C.; EDWARDS, D. G.; ASHER, C. J. **Nutritional disorders of sunflower**. Brisbane: University of Queensland, 1997. 72p.

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. 05, p. 451-459, 2007.

BRITTO, D. T.; KRONZUCKER, H. J. NH_4^+ toxicity in higher plants: A critical review. **Journal of Plant Physiology**, v.159, n.3, p. 567- 584, 2002.

BYBORDI, A.; EBRAHIMIAN, E. Effect of salinity stress on activity of enzymes involved in metabolism case study: Canola (*Brassica napus* L.). **Asian Journal of Agricultural Research**, v.5, n.3, p.208-214, 2011.

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

CAMPOS, S. M.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, A. R. F.; SILVA, P. C. R.; CÂNDIDO, S. W. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. Mossoró. **Revista verde**, v.5, n. 03, p.165-171, 2010.

CARMO, G. A.; MEDEIROS, J. F.; TAVARES, J. C.; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. M.; PALÁCIO, E. A. Q. Crescimento de bananeiras sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.513-518, 2003.

CASTRO, C. de; BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio em girassol. **Ciência Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 827-833, 1999.

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, p. 19-27, 2004. (Embrapa Soja. Documentos 242).

CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; SILVA, J. F. V. Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: **Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010.

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, p. 317-373, 2005.

CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS JÚNIOR, G.; CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTI, R. S. Crescimento inicial da mamoneira submetido á salinidade da água de irrigação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 04, n. 01, p. 1-8, 2005.

CONAB, Informativo da safra de girassol, Brasília 2011, 5p.

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

CORDÃO SOBRINHO, F. P.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, F. A. L.; TERCEIRO NETO, C. P. C. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.284-292, 2007.

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. 04, 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. Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, p.1-12, 2005.

DANTAS, J. P.; MARINHO, F. J. L.; FERREIRA, M.M.M.; AMORIM, M.S.N.; ANDRADE, S.I.O.; SALES, A.L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.425-430, 2002.

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

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Editores). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p.129-141.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologia de Produção do Girassol**. Embrapa Soja. Sistema de Produção n. 1, 2000.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2001: Girassol e trigo.** Londrina: EMPRAPA SOJA, p. 51, 2002. (Documentos, 199).

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

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas.** Londrina: Editora Planta, 2004.

ERIKSON, E. H. Identity and the life cycle: Are issue. New York: Norton.

EVANGELISTA, A. R., LIMA, J. A. **Silagem de girassol: cultivo e ensilagem.** Disponível em http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_87.pdf Acesso em 17 de fevereiro de 2013.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol:** Alguns comentários. [http:// www. Conab.gov.br](http://www.Conab.gov.br). 5 Out. 2002.

FAO - **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.** 2011. Disponível em < <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>, acesso em 26 maio de 2011.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, v.23, n.3, p.93-103, 2010.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; HOLANDA, J. S. de; MEDEIROS, J. F. de; FERNANDES, P. D. Qualidade do fruto verde de coqueiro em função da irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.69-75, 2002.

FERREIRA, P. V. **Estatística aplicada à agronomia.** 3 ed. Maceió: EDUFAL, p .422, 2000.

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, n.11, p.221-230, 2002.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p. 307-319, 2004.

FREIRE, M.G.B. dos S.; FREIRE, F.J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R.B; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (eds). Fertilidade do Solo. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. 1017p.

FRENKEL H, A.; SHAINBERG I. Chemical and hydraulic changes in soils irrigated with brackish water under cotton production. Proceeding International. **Symposium on Irrigation with Brackish Water**, Beer Sheva, Israel. Negev Press, p. 175-183.

GARDNER, F. P.; PEARCE, R. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University, 1985. 321p.

GHANI, A.; HUSSAIN, M.; QURESHI, M. S. Effect of different irrigation regimens on the growth and yield of sunflower. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.2, n.4, p. 334-335, 2000.

GOMES, E. M.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Influência da suplementação hídrica na altura de planta, diâmetro de capítulo, peso de sementes e produção de grãos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL, 3.; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DE GIRASSOL, 15., 2003, Ribeirão Preto. **Anais**: CATI, 2003. CD-ROM.

GOMES, E. M.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Produção de grãos, óleo e proteína em girassol sob estresse hídrico. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 16, e Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 4, 2005, Londrina. **Anais Londrina**: Embrapa Soja, 2005. p. 23-25.

GOMES, E. P.; ÁVILA, M. R.; RICKLI, M. E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do arenito Caiuá, estado do Paraná. **Irriga**, v.15, n. 4, p. 373-385, 2012.

GOMES, E. P. FREDI, G.; ÁVILA, M. R.; BISCARO, G. A.; REZENDE, R. K. S.; JORDAN, R. A. Produtividade de grãos, óleo e massa seca de girassol sob diferentes lâminas de irrigação suplementar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.237-246, 2012.

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

GULZAR, S.; KHAN, M. A.; UNGAR, I. A. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass. **Soil Science and Plant Analysis**, v. 34, n. 17, p. 2595-2605, 2003.

GUPTA, R. K.; ABROL, I. P. Salt-affected soils: their reclamation and management for crop production. **Advances in Soil Science**, v.11, n.2, p.224-88, 1990.

GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. 383p.

HOLANDA, J. S. DE; AMORIM, J. R. A. de. Qualidade da água para irrigação, In: Gheyi, H.R.; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.F. de. (ed). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997, p.137-169.

HOOCKING, P. J.; STEER, B. T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus L*) during growth. **Field Crops Research**, v. 6, p. 93-107, 1983.

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 Botany**, v.38, n.5, p.1641-1648, 2006.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: Shainberg, I; Shalhevet, J. (ed.). **Soil salinity under irrigation: Processes and management**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p.319-338.

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.

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, n.16, p. 213–223, 2007.

KEREN, R.; SHAINBERG, I. Irrigation with sodic and brackish water and its effect on the soil and on cotton fields. *Hassade* v. 58, p. 963-976, 1978.

LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R.J.C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Eds.). *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. Recife: **UFRPE**: Imprensa Universitária, 2005. p.95-105.

LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; 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. 02, p. 221-230, 2009.

LANE, D. R.; BASSIRIRAD, H. Differential responses of tallgrass prairie species to nitrogen loading and varying ratios of NO_3^- to NH_4^+ . **Functional Plant Biology**, v. 29, p. 1227-1235, 2002.

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

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. DE C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, 641p.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; DIAS, A. S. Interação entre salinidade da água e adubação nitrogenada sobre o crescimento inicial da mamoneira. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.2, p.29-37, 2012.

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**. S.; Til. 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. 319 P.

MONTEIRO, C. de A. **Análise de crescimento e produtividade agrícola de girassol conduzido na safrinha em cinco densidades de plantas**, p. 94, 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba.

MORAIS, A. F.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. Mossoró. **Revista verde**, v.42, n. 02, p.327-336, Abr./Jun. 2011.

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. Genes and salt tolerance: Bring them together. **New Phytologist**, v.143, n.2, p.645-663, 2005.

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.

NEVES, M. F.; AMARAL, R. O. Flores - oportunidades e desafios. São Paulo: **Revista Agro Analysis**, v. 27, n. 9, p. 30-31, 2008.

NEZAMI, A.; KHAZAEI, H. R.; REZAZADEH, Z. B.; HOSSEINI, A. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus*) in controlled condition. **Desert**, v.12, n.14, p.99-104, 2008.

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L. ; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. da . Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, n. 3, p. 58-60, 2008.

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 de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.1, p.929-937, 2011.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, n.1, p.76-85, 2013.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J. EMBRAPA. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, Embrapa-SEA, 1991. p.189-253.

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

OLIVEIRA, E.; LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, P. E.; GUIMARÃES, L. J. M. Resistência do milho ao enfezamento causado por espiroplasma e ao enfezamento causado por Fitoplasma. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Resumos. Goiânia: **Associação Brasileira de Milho e Sorgo**, 2010. p. 226.

OLIVEIRA, J. T. L.; CAMPOS, V. B.; CHAVES, L. H. G.; GUEDES FILHO, D. H. Crescimento de cultivares de girassol ornamental influenciado por doses de silício no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.123-128, 2013.

OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, A. C. Acumulação de silício em arroz em diferentes condições de pH da rizosfera. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 685-690, 2007.

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

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

ORTEGA, E. ; WATANABE, M.; CAVALETT, O. A produção de etanol em micro e mini destilarias. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. S.; GOMEZ E. O. **Biomassa para Energia**. Campinas: Editora Unicamp, 2008, p. 475-489.

PENA NETO, A. M. **O Girassol: manual do produtor de girassol**. Cravinhos: Sementes Contibrasil, 1981, p. 30.

PILON-SMITS, E. Phytoremediation. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, n. 23, 2005, p. 15-39.

PORTAS, A. A. **O girassol na alimentação animal**. Campinas: CATI/D SM, 2001. p. 109-134.

QUAGGIO, J. A.; UNGARO, M. R. G. Girassol. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997, p. 187-198.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres: Potafos, p. 343, 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, n.18, p.252-260, 2008.

REYES, F. G. R.; GARIBAY, C. B.; UNGARO, M. R. G.; TOLEDO, M. C. F. **Girassol: Cultura e aspectos químicos nutricionais e tecnológicos**. Campinas. Fundação Cargill, 1985, p. 86.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, A. P.; KORNDÖRFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agrônomicas**, n.134, p.14-20, 2011.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Ed.Tecnoagro, 1998, p. 333.

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

SACHS, L. G.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; SACHS, J. P. D.; FELINTO, A. S.; PORTUGAL, A. P. . Farinha de girassol: II - Efeito na qualidade do pão. In: **SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, ANAIS...** 2005, p.261.

SAIRAM, R. K.; TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current Science**, v. 86, n. 03, p. 407-421, 2004.

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**. 1999, v. 22, p. 369-377.

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

SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. F. Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.982-990, 2002b.

SILVA, D.; PRUSKI, F.F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília: MMA/SBH/ABEAS, 1997. 252 p.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. **Recursos hídricos e desenvolvimento rural sustentável da agricultura**. Viçosa: UFV - Departamento de Engenharia Agrícola, 1997. 252p.

SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; DIAS, N. S. Controle da salinidade em cultivos sob ambiente protegido e aproveitamento da água de drenagem. In: WORKSHOP - USO E REÚSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR, 1., 2005, Campina Grande. **Palestras...** Campina Grande: UFCG; UEPB; 2005. 1 CD-ROM.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; FERNANDES, C. R. R.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. DE. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão manso sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 02, p. 240-246, 2009.

SILVA, M. N. da. **A cultura do girassol**. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1990, p. 67.

SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. 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. 05, p. 602-610, 2009.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: EMBRAPA. **Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja-2001: girassol e trigo**. Londrina: Embrapa Soja, p. 33-39, 2002. (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.
- SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JUNIOR, M.; SOUSA, R. C. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.78-85, 2005.
- SOLOMON, K. Manufacturing variation of trickle emitters. **Transactions of the ASAE**, v.22, n.5, p.1034-1038, 1979.
- SOUZA JUNIOR, S. P.; SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. da C.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. de M. Germinação, crescimento e produção do algodoeiro colorido BRS verde sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2005, v. 9, p. 236-241.
- TAHIR, M. H. N., IMRAN, M.; HUSSAIN, M. K. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbred lines for drought tolerance. **International Journal Agricultural Biology**. v. 1, n. 3, p. 398–400.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, p. 421.
- TAVARES E. S.; JULIÃO L. S.; LOPES D.; BIZZO H. R.(2005), Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, p. 1-5, 2005.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Ann. Bot.*, n. 91, p. 503-527, 2003.
- TÔRRES, A. N. L.; PEREIRA, P. R. G.; TÔRRES, J. T.; GALLOTTI, G. J. M.; PILATI, J. A.; REBELO, J. A.; HENKELS, H. A salinidade e suas implicações no cultivo de plantas. Florianópolis: **EPAGRI**, 2004. 54p. (Epagri. Documentos, 215).
- TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; SILVA, D. R. S.; NASCIMENTO, A. K. S.; DIAS, N. S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.371-376, 2011.
- UNGARO, M. R. G. Cultura do girassol. **Boletim técnico do Instituto Agrônomo**. v. 188, 2000, p. 1-36.
- UNGARO, M. R. G. Instruções para a cultura do girassol. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**. v. 105, 1986, p. 26.

UNGER, P. W. Sunflower. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (ed.). Irrigation of agricultural crops. Madison: **American Society of Agronomy**, 1990, p. 775-794. (Agronomy, 30).

VAN HOORN, J. W. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. In: FAO. **SALINITY SEMINAR, BAGHIDAD**. Rome: FAO, 1971. p.117-135. (Irrigation and Drainage Paper, 7).

VAN'T LEVEN, J. A.; HADDAD, M. A. Surface irrigation with saline water on a heavy clay soil in the Medjerda Valley, Tunisia. **Institute for Land and Water Management Research**, Technical Bulletin No. 54, The Netherlands. J. Agriculture, Wageningen, v. 15, 1968, p. 281-303.

VIEIRA, O. V. Características da cultura do girassol e sua inserção em sistemas de cultivos no Brasil. **Revista Plantio Direto**, v. 88, 2005, p. 18-24.

VIGIL, M. F. **Fertilization in dryland cropping systems: a brief overview**. Central Great Plains Research Station - USDA-ARS, 2000. Disponível em: www.akron.ars.usda.gov. Acesso em: 23 set. 2009.

VRÂNCEANU, A. V. **El girassol**. Madri: Editora Mundi Prensa, 1977, p. 375.

WATANABE, A. A. Desenvolvimento de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L. cv. Pacino) com variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de Daminozide). 2007, p.105. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, 2007.

WILLIAMS, L. E.; MILLER, A. J. Transporters responsible for the uptake partitioning of nitrogenous solutes. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, n.1, p. 659- 668, 2001.

ZAFFARONI, E., SILVA, M. A. V., AZEVEDO, P. V. de. Potencial agroclimático da cultura do girassol no Estado da Paraíba II. Necessidade de água. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1493-1501, 1994.

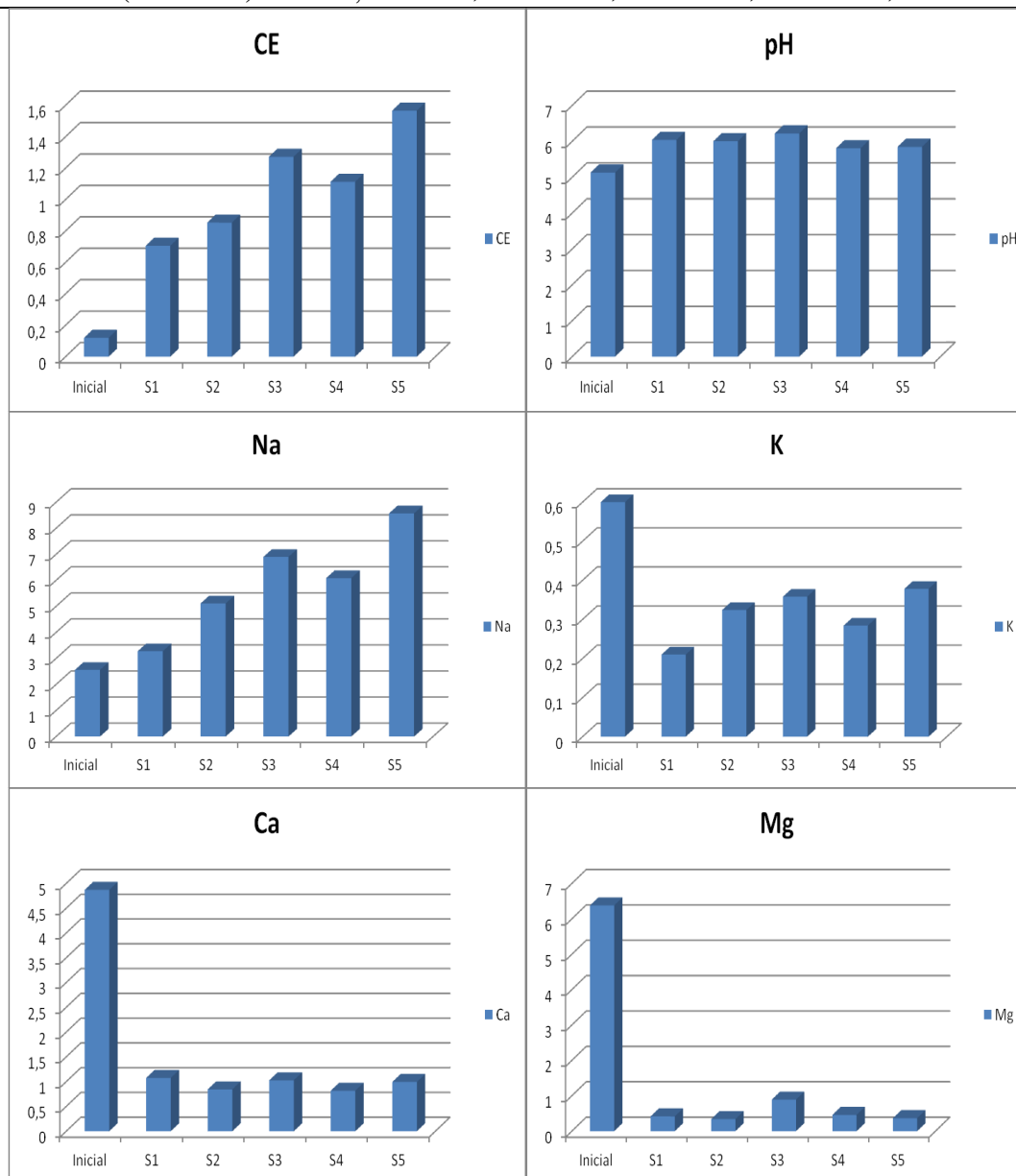
ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 34, n. 02, p. 425-433, 2010.

ANEXOS

Tabelas Solos

	Inicial	S1	S2	S3	S4	S5
pH - (1:2,5)	5,13	6,04	6,00	6,22	5,81	5,85
CE - (dS m⁻¹)	0,12	0,71	0,85	1,27	1,11	1,57
Na - (Cmolc Kg⁻¹ de solo)	2,56	3,28	5,11	6,90	6,09	8,57

K - (Cmolc Kg ⁻¹ de solo)	0,6	0,21	0,32	0,36	0,28	0,38
Ca - (Cmolc Kg ⁻¹ de solo)	4,87	1,08	0,84	1,03	0,82	0,99
Mg - (Cmolc Kg ⁻¹ de solo)	6,38	0,42	0,34	0,89	0,46	0,37
M.O - %	0,64	0,85	0,97	0,82	1,00	1,13
C.O - %	0,37	0,49	0,58	0,48	0,58	0,66
N - %	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06
RAS - (mmol L ⁻¹)	1,08	3,78	6,73	7,82	7,58	10,29



CROQUI