



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

**COMPORTAMENTO DO GIRASSOL IRRIGADO
COM DIFERENTES NÍVEIS DE
SALINIDADE DA ÁGUA**

KALINE DANTAS TRAVASSOS

**Campina Grande
Paraíba**



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



DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**COMPORTAMENTO DO GIRASSOL IRRIGADO COM DIFERENTES
NÍVEIS DE SALINIDADES DA ÁGUA**

KALINE DANTAS TRAVASSOS

Campina Grande
Estado da Paraíba - Brasil
FEVEREIRO, 2010

KALINE DANTAS TRAVASSOS

Engenheira Agrícola

**COMPORTAMENTO DO GIRASSOL IRRIGADO COM DIFERENTES
NÍVEIS DE SALINIDADES DA ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, na Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES: Prof. Dr HANS RAJ GHEYI - UFCG/CTRN/UAEAg

Dr. FREDERICO ANTONIO LOUREIRO SOARES



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

T779c

Travassos, Kaline Dantas

Comportamento do Girassol Irrigado com Diferentes Níveis de Salinidades da Água / Kaline Dantas Travassos - Campina Grande, 2010.
95 f.: il. col.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadores: Prof. Dr. Hans R. Gheyi e Prof. Dr. Frederico A. L. Soares

1. *Helianthus annuus* L. 2. Salinidade. 3. Flores. 4. Sementes.
I. Título.

CDU – 633.85(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

KALINE DANTAS TRAVASSOS

COMPORTAMENTO DO GIRASSOL IRRIGADO COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE
DA ÁGUA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Hans Raj Ghay
Dr. Hans Raj Ghayi – Orientador

Aprovado

Frederico Antônio Loureiro Soares
Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares – Orientador

APROVADA

Reginaldo Gomes Nobre
Dr. Reginaldo Gomes Nobre - Examinador

APROVADA

Nildo da Silva Dias
Dr. Nildo da Silva Dias – Examinador

APROVADA

FEVEREIRO - 2010

Dedico este momento especial da minha vida, a meus pais, Jonas Ferreira Travassos e Rita Dantas Travassos (in memoriam), e meus irmãos Karine e Felipe, pelo incentivo; a vocês, que sempre me ajudaram e me compreenderam em todos os momentos da minha vida, devo principalmente esta vitória alcançada a vocês, os grandes amores da minha vida.

Dedico

A meu Deus e Jesus Cristo por sempre me protegerem de todo mal e me guiar no caminho da Luz, dando-me paz, saúde e força para suportar as coisas que não podem ser mudadas e coragem para mudar as coisas que podem ser mudadas.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha existência, por sempre está ao meu lado e nunca me abandonar, guiando os meus passos e por me tornar quem sou, por iluminar os meus caminhos, me ajudando a ultrapassar cada obstáculo e permitir mais esta conquista na minha vida, a Jesus Cristo por está presente sempre em minha vida, me salvou muitas vezes a vida e por isto que eu cheguei a onde estou.

A meu pai, Jonas Ferreira Travassos, por sempre me apoiar em todos os momentos da minha vida, e por seu amor, a minha mãe, Rita Dantas Travassos (*in memoriam*) por todo seu amor e carinho; e sei que, onde você estiver está olhando por nós.

A meus avôs, José Maurício, Josefa e Francisca por todo seu amor, carinho, paciência e a todos os meus tios e primos obrigada por seu apoio e amizade.

A meus irmãos Karine e Felipe Dantas Travassos, simples fato de existirem, por seu amor que completam a minha existência, amizade, companheirismo e apoio nos momentos em que mais precisei. E as minhas outras irmãs pequenas Mariana, Maria Caroline e Maria Gabryelle que sempre me deram carinho e amor.

Ao meu cunhado e amigo Marcelo Firmo da Cunha, pelo apoio carinho e palavras de incentivo.

Aos meus grandes amigos, sem a ajuda deles eu não teria realizado este trabalho, principalmente a Ana Kelliane, Epitácio, Débora Rafaelly, Aline Costa, Socorro Formiga, Marcelo Muniz, Diego, Valdinho e Juquinha.

Às minhas amigas que, mesmo longe, sempre foram muito presente na minha vida, com seu amor e amizade verdadeira que lembrarei para o resto da vida: Lis Carvalhal, Kelly Barroso e Carol Gaspar.

Aos meus amigos e colegas por todo e incentivo e amizade, Patrícia Pê, Paula, Ivanildo, Renê, Lidianne, Josinaldo, Bruno, Evami, Rodrigo Patrício, Ana Lucia, Maria Betania, Allan, Claudio, Sonia, Iedo, Leandro, Cícero Terceiro, Neto, Joelma, Riuzuane, Valneide e Silvana.

A todos os colegas e professores dos laboratórios CP e LEID pela amizade e carinho, especialmente aos professores Baracuhy, Soahd e Vera.

Aos meus queridos orientadores, Dr. Hans Raj Gheyi e Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares, pois aprendi muito com vocês; por compartilharem as suas experiências, pelo carinho, amizade, pela compreensão, atenção, paciência comigo e disponibilidade, pois sempre que os procurei buscaram auxiliar-me.

A todos os funcionários do laboratório LIS, especialmente a Wilson, Doutor, Adilson, José e Pedro; obrigada por sempre me ajudarem.

Aos componentes da banca examinadora, Dr. Nildo da Silva Dias e Dr. Reginaldo Gomes Nobre por sua ajuda.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa, a qual permitiu a condução do presente trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação e aos Professores de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade concedida à realização deste curso.

A todos que, de forma direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigada

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Acultura do girassol:aspectos gerais	4
3.2. Girassol ornamental e variedade EMBRAPA 122/V-2000.....	6
3.3. Estádios fenológico do girassol	8
3.4. Avaliação da qualidade da água	11
3.5. Aspectos gerais da salinidade do solo	13
3.6. Efeitos dos sais sobre as plantas	14
3.6.1. Efeito osmótico.....	15
3.6.2. Efeito tóxico	17
3.6.3. Efeito indireto.....	18
3.7. Tolerância das plantas a salinidade	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. Localização e caracterização da área experimental.....	22
4.2. Delineamento estatístico e tratamentos	23
4.3. Caracterização do material de solo e descrição das unidades experimentais.....	25
4.4. Preparo da água de irrigação	26

4.5. Preparo das mudas	27
4.6. Trasplântio	28
4.7. Manejo de irrigação e drenagem	29
4.8. Adubação	30
4.9. Tratos culturais	30
4.10. Polinização	30
4.11. Variáveis analisadas	31
4.11.1. Avaliação de crescimento e desenvolvimento.....	31
4.11.1.1. Taxa de crescimento absoluto	31
4.11.2. Fitomassa.....	32
4.11.3. Avaliação de produção de flores (Experimento I).....	33
4.11.4. Avaliação de produção de sementes (Experimento II).....	33
4.11.5. Consumo de água, condutividade elétrica da água de drenagem, fator de concentração e fração de lixiviação.....	34
4.11.6. Análises de salinidade do solo.....	34
4.12. Análises estatísticas.....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1. Altura da planta	36
5.2. Diâmetro do caule.....	39
5.3. Número de folhas	42
5.4. Área foliar.....	44
5.5. Diâmetro do botão na fase R ₄	47
5.6. Taxa de crescimento absoluto da altura planta.....	48
5.7. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule.....	50
5.8. Produção de flores (Experimento I)	51
5.9. Fitomassa seca das plantas para corte	54

5.10. Consumo de água pela planta, condutividade elétrica da água de drenagem, fator de concentração e fração de lixiviação.....	56
5.11. Análise de solo (Experimento I).....	57
5.12. Produção de semente (Experimento II).....	59
5.13. Fitomassa seca da parte aérea e raiz.....	61
5.14. Consumo de água pela planta, condutividade elétrica da água de drenagem, fator de concentração e fração de lixiviação.....	63
5.15. Análise de solo (Experimento II)	64
6. CONCLUSÃO.....	67
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principias atributos usados na avaliação da qualidade da água de irrigação.....	12
Tabela 2. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade.	13
Tabela 3. Risco de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade de água.	13
Tabela 4. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.	13
Tabela 5. Classificação da tolerância relativa à salinidade.	20
Tabela 6. Características químicas do solo.....	25
Tabela 7. Características física do solo.	25
Tabela 8. Resumo das análises de variância para altura de plantas aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplantio (DAT) de cultivo do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).	36
Tabela 9. Modelos matemáticos para altura de plantas do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa) em função dos dias após transplantio....	38
Tabela 10. Resumo das análises de variância para diâmetro do caule aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplantio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).	39
Tabela 11. Modelo matemático para diâmetro do caule do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa) em função dos dias após transplantio....	41
Tabela 12. Resumo das análises de variância e médias para o número de folhas aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplantio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).	42
Tabela 13. Modelos matemáticos para número de folhas do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa) em função dos dias após transplantio....	43
Tabela 14. Resumo das análises de variância e médias para a área foliar aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplantio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).	44
Tabela 15. Modelos matemáticos para área foliar do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa) em função dos dias após transplantio.	46

Tabela 16. Resumo das análises de variância e médias para o diâmetro do botão na fase R ₄ (DB) aos 20, 30 e 40 dias após transplântio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).....	47
Tabela 17. Resumo das análises de variância para taxa de crescimento absoluto da altura nos períodos de avaliação realizada entre 10-20 (TCAAP1), 20-30 (TCAAP2) e 30-40 (TCAAP3) dias após transplântio (DAT), do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).....	49
Tabela 18. Resumo das análises de variância e médias para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro de caule 10-20 (TCADC1), 20-30 (TCADC2), 30-40 (TCADC3) dias após transplântio (DAT), do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).	51
Tabela 19. Resumo das análises de variância e médias para diâmetro externo do capítulo (DE), número de pétalas no capítulo (NP) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).....	52
Tabela 20. Resumo das análises de variância e média para início do florescimento (IF) e duração de pós-colheita (DPC) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétrica (CEa).	53
Tabela 21. Resumo das análises de variância e média para fitomassa seca da parte aérea (FSFA), fitomassa das raízes (FSR) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétrica (CEa).	55
Tabela 22. Resultados médios das análises do extrato de saturação do material de solo ao final do experimento de flor de corte para os diferentes níveis de CEa.....	58
Tabela 23. Resumo das análises de variância e médias para diâmetro interno do capítulo (DI), peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênio (P100A) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).....	60
Tabela 24. Resumo das análises de variância e médias para fitomassa seca da parte aérea (FSFA), fitomassa das raízes (FSR) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa).	62
Tabela 25. Resultados médios das análises do extrato de saturação do material de solo ao final do experimento, para produção de semente.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estágios de desenvolvimento da inflorescência do girassol na Fase Reprodutiva R ₁ (A), Fase Reprodutiva R ₂ (B), Fase Reprodutiva R ₃ (C), Fase Reprodutiva R ₄ (D), Fase Reprodutiva R _{5,2} (E), Fase Reprodutiva R _{5,5} (F), Fase Reprodutiva R ₆ (G).	10
Figura 2. Vista da casa de vegetação	22
Figura 3. Temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento.....	23
Figura 4. Croqui da área experimental	24
Figura 5. Sistema de drenagem utilizado no experimento	26
Figura 6. Germinação das sementes do girassol aos 2 DAS	27
Figura 7. Transplântio das mudas dos tubetes para os vasos	29
Figura 8. Polinização artificial cruzada	31
Figura 9. Altura de planta aos 20, 30 e 40 dias após transplântio do girassol em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	37
Figura 10. Evolução da altura da plantas do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após transplântio (A) e altura relativa de planta em função da salinidade de água (CEa) (B)	38
Figura 11. Diâmetro do caule aos 20, 30 e 40 dias após transplântio do girassol em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	40
Figura 12. Evolução do diâmetro do caule ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) em função dos dias após transplântio (A) e diâmetros do caule relativo em função da salinidade de água (CEa) (B)	41
Figura 13. Número de folhas aos 20 dias após transplântio do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	43
Figura 14. Evolução de número de folhas ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) em função dos dias após transplântio (A) e números de folhas relativa em função da salinidade da água de irrigação (CEa) (B)	43

Figura 15. Área foliar aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplântio do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	45
Figura 16. Evolução da área foliar do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, em função dos dias após transplântio (A) e área foliar relativa em função da salinidade de água (CEa) (B).....	46
Figura 17. Diâmetro de botão na fase R ₄ aos 30 e 40 dias após transplântio do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	48
Figura 18. Diâmetro de botão na fase R ₄ relativo em função condutividade elétrica de água de irrigação (CEa).....	48
Figura 19. Taxa de crescimento absoluto para altura de planta, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) realizada em 10-20 (A) e 20-30 (B) dias após transplântio.....	50
Figura 20. Taxa de crescimento absoluto para diâmetro de caule TCADC1 (10-20 DAT) em função condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	50
Figura 21. Número de pétalas do girassol em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	52
Figura 22. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa das raízes (FSR) e relação fitomassa seca da parte aérea/fitomassa seca da raiz (Relação FSA/FSR) do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	56
Figura 23: Consumo de água pelas plantas (CA), condutividade elétrica da água de drenagem (CEd), fator de concentração (FC) e a fração de lixiviação (FL), em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	57
Figura 24. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) e a condutividade elétrica da água drenada, em função da condutividade elétrica do extrato de saturação ao final do Experimento I, de flor de corte.....	58
Figura 25. Peso de aquênio (PA) e número de aquênio (NA) do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	61
Figura 26. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa das raízes (FSR) do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....	62

Figura 27. Consumo de água pelas plantas (CA), condutividade elétrica da água de drenagem (CEd), fator de concentração (FC) e fração de lixiviação (FL), em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)..... 64

Figura 28. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) e condutividade elétrica da água drenada em função da condutividade elétrica do extrato de saturação ao final do Experimento II de produção de semente 66

RESUMO

No Brasil, grande parte do território é considerada apta para o cultivo de girassol, que vem ganhando espaço no mercado de flores e na produção de semente. O presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento do girassol (*Helianthus annuus* L. variedade Embrapa 122/V-2000) irrigado sob diferentes níveis de salinidade de água, em ambiente protegido (casa de vegetação). Os tratamentos foram compostos de seis níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), N₁ - 0,5; N₂ - 1,0; N₃ - 2,0; N₄ - 3,0; N₅ - 4,0 e N₆ - 5,0 dS m⁻¹ a 25 °C, em delineamento inteiramente casualizado. O experimento foi composto de 60 unidades experimentais sendo que, a partir dos 41 dias após transplântio (DAT), 30 unidades foram utilizadas para a produção de flores (Experimento I) e as outras 30 para a produção de sementes (Experimento II); assim, até os 40 DAT, fase de crescimento e desenvolvimento da planta, o experimento continha 10 repetições distribuídas nos 6 níveis de salinidade da água de irrigação e a partir daí (41 DAT) se distribuíram para cada experimento, 5 repetições. A cada 10 dias foram avaliados o crescimento e o desenvolvimento, através da altura das plantas, diâmetro de caule, diâmetro do botão na fase R₄, número de folhas e área foliar. A fitomassa seca da parte aérea e das raízes foi quantificada no final do experimento. Para o Experimento I foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro externo do capítulo (DE), número de pétalas no capítulo (NP), início do florescimento (IF) e duração da pós-colheita (DPC). Para o Experimento II se avaliaram as variáveis diâmetro interno do capítulo (DI), peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100A). Nas variáveis de crescimento estudadas a altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar, foram reduzidos com o incremento da salinidade da água de irrigação, sendo que efeito mais drástico ocorreu na área foliar. O número de pétalas no capítulo diminuiu significativamente com o aumento da salinidade da água de irrigação, sendo as plantas irrigadas com água de baixa (0,5 dS m⁻¹) e alta condutividade elétrica (5 dS m⁻¹) com 27,8 e 17,46 pétalas, respectivamente. O peso de aquênios e o número de aquênios tiveram um decréscimo de 10,64 e 9,17%, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. As irrigações com águas de diferentes salinidades provocam acúmulo de sais no solo, elevando CEes em média 8,5 vezes para produção de flor e 9,4 vezes para semente. Os níveis de salinidade da água de irrigação usada durante os dois experimentos proporcionaram, em média, aumento da condutividade elétrica do efluente drenado, de 1,37 vez para produção de flor e 2,2 vezes para semente.

Palavras-chaves: *Helianthus annuus* L., salinidade, flores, sementes

ABSTRACT

In Brazil, a large part of the territory is considered suitable for the cultivation of sunflower, which has been gaining ground in the flower market and in seed production. This study aimed to verify the behavior of sunflower (*Helianthus annuus* L. variety Embrapa 122/V-2000) irrigated at different levels of salinity of water in a protected environment (greenhouse). The treatments consisted of six levels of salinity of irrigation water (EC w), N₁ - 0,5; N₂ - 1,0; N₃ - 2,0; N₄ - 3,0; N₅ - 4,0 and N₆ - 5,0 dS m⁻¹ at 25 °C in a completely randomized design. The experiment consisted of 60 experimental units, and from 41 days after transplanting (DAT), 30 units were used for flower production (Experiment I) and the another 30 for the production of seeds (Experiment II) and At 40 DAT, growth stage and plant development, the experiment contained 10 replications in 6 levels of salinity of irrigation water and from there (41 DAT) was distributed to each experiment, 5 replicates. Every 10 days, the growth and development was evaluated by plant height, stem diameter, diameter of the button stage, number of leaves and leaf area. The dry mass of shoots and roots were quantified at the end of the experiment. For Experiment I the following variables: external diameter of the chapter (DE), number of petals in the chapter (NP), early flowering (IF) and duration of post harvest (DPC) were evaluated. For Experiment II the diameter of the inner section (DI), weight of achenes (PA), number of seeds (NA) and weight of 100 seeds (P100A) were evaluated. In the growth variables studied plant height, stem diameter, leaf number and leaf area were reduced with increasing salinity of irrigation water, and the most severe effects occurred in the leaf. The number of petals in chapter decreased significantly with increasing salinity of irrigation water, the plants irrigated with water of low (0,5 dS m⁻¹) and high electrical conductivity (5 dS m⁻¹) produced 27,8 and 17,46 petals, respectively. The weight of achenes and the number of achenes decreased by 10,64 and 9,17%, respectively, with per unit increase in electrical conductivity of irrigation water. Irrigation with water of different salinities caused accumulation of salts in the soil, raising CEes on average 8,5 times for the production of flower and 9,4 times for seed. The salinity levels of irrigation water used during the 2 experiments, provided an average increase in electrical conductivity of the effluent drained from 1,37 times to produce flower and 2,2 times for seed production.

Keywords: *Helianthus annuus* L., salinity, flowers, seeds

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, originária do continente norte-americano. No Brasil, uma grande parte do território é considerada apta para o cultivo de girassol, por apresentar condições climáticas satisfatórias e além de ser uma cultura com características agronômicas importantes, tais como tolerante à seca mais que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil, tem baixa incidência de pragas e doenças e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo (Castro et al., 1996, Albuquerque et al., 2001). Por este motivo, o cultivo do girassol se destaca como a quarta oleaginosa em produção de grãos e a quinta em área cultivada no mundo, entretanto, a área sob o cultivo de girassol no Brasil aumentou até 2008; a partir daí, começou a ter sua produção reduzida, apresentando uma produção de grãos de 96 835 toneladas no ano de 2009 (IBGE, 2010). Os grandes produtores mundiais da cultura do girassol são a Rússia, a Ucrânia, a Índia, a China, os Estados Unidos e a Argentina (Lazarato et al., 2005). Por outro lado o Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol (grão), tendo participado com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos (Fagundes, 2002), fato que deverá mudar com a implantação do Programa Nacional de Biocombustíveis em 2002, pelo Governo Federal, que visou beneficiar grande número de agricultores no Nordeste estimulando, de maneira geral, o cultivo de culturas oleaginosas, entre outras o girassol, fato que deverá mudar com o incentivo do governo na produção do biodiesel.

O girassol possui, também, tem grande potencial como planta ornamental, por seu curto ciclo, pela facilidade de propagação e, principalmente, por sua inflorescência ser muito atrativa e bastante procurada para ornamentação em vasos e confecção de arranjos florais (Dasoju et al., 1998 e Anefalos et al., 2003).

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais correspondeu, no ano de 2006, a US\$ 15 milhões, superando em 7,95% o obtido no mesmo período de 2005 (Junqueira & Peetz, 2007). Este mercado, embora muito exigente, vem sendo expandido nos últimos anos com melhoria da qualidade dos produtos e aumento do volume comercializado.

Em, varias parte do mundo a agricultura está enfrentando um sério problema com a falta de recursos hídricos adequados, forçando muitos agricultores a utilizarem água de qualidade inferior (concentração de sais relativamente alta) para a irrigação das culturas.

Em muitas áreas de produção agrícola o uso de água de baixa qualidade na irrigação e a aplicação de quantidades excessiva de fertilizantes minerais são as maiores causas dos problemas de salinidade dos solos cultivados.

Nem todas as culturas respondem igualmente aos efeitos da salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água (Ayers & Westcot, 1999; Santana et. al., 2007). Neste caso, a utilização da águas salina na agricultura deve ser considerada uma alternativa importante tendo em vista que água é um recurso natural e escasso.

O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (Rhoades et al., 2000). O girassol é uma cultura moderadamente sensível a salinidade (Katerji et al., 2000), porém ainda não se estudou seu comportamento quanto à produção de flores e sementes nas condições semiáridas do Brasil quando se utiliza água salobra para a irrigação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento do girassol (*Helianthus annuus* L., cv. Embrapa 122/V-2000) irrigado sob diferentes níveis de salinidade de água de irrigação.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Verificar o crescimento e o desenvolvimento das plantas de girassol cv. Embrapa 122/V-2000, irrigado com diferentes níveis de salinidade de água;
- ✓ Estudar os efeitos da salinidade da água de irrigação no girassol e na produção de flores para fins ornamentais, e semente;
- ✓ Determinar o efeito dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação nas propriedades químicas do solo;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Acultura do girassol: aspectos gerais

O girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.), é uma planta originária da América do Norte (Dall'agnol et al., 2005). Em 1510, o girassol foi levado, por conquistadores espanhóis do México, para o jardim botânico de Madri, na Espanha e, em seguida, para a Bélgica (1576), Alemanha (1586) e França, Itália (1597), e Inglaterra (1597). Posteriormente, foi difundido para outras partes do continente europeu (Holanda e Suíça). O girassol seguiu da Alemanha para o Leste Europeu, especificamente para a Hungria. Alguns autores citam a data de introdução no Leste Europeu em 1664 e outros afirmam que sua introdução foi em 1798. Em plena época da Revolução Mercantil, o girassol foi levado para o Egito, China e Índia. A primeira descrição do girassol monocefálico, similar ao tipo comercial cultivado atualmente, foi realizada por Dodonaeus, em 1568. Outros investigadores relataram vários tipos na Europa e seu movimento foi dividido em duas fases, uma caracterizada como planta ornamental e outra como planta alimentícia. Durante quase duzentos e cinquenta anos após a sua introdução na Europa, o girassol ainda era utilizado como planta ornamental (Vrânceanu, 1977; Vieira, 2005).

O ciclo vegetativo do girassol varia entre 90 a 130 dias, dependendo da cultivar, época de semeadura e das condições ambientais características de cada região e ano. O caule do girassol é ereto, geralmente não ramificado, com altura variando entre 1,0 a 2,5 m e com cerca de 20 a 40 folhas por planta. A inflorescência é um capítulo, onde se desenvolvem os grãos, denominados aquênios (EMBRAPA, 2008 a). O capítulo é a formação na parte do ápice do colmo de um alongamento discóide, formado por um receptáculo onde há a inserção das flores. Este receptáculo apresenta as brácteas compridas e ovais, acuminadas, ásperas e pilosas e pode ser côncavo ou convexo (Rossi, 1998). A inflorescência do girassol, chamada capítulo, é a parte mais valorizada na comercialização desta espécie.

Nos genótipos comerciais o peso de 1000 aquênios pode variar de 30 a 60 g e, segundo Castro et al., (1997), o número mais frequentemente oscila entre 800 a 1.700 aquênios por capítulo. Conforme Castiglioni et al., (1994), as características da planta, como altura, tamanho do capítulo e circunferência do caule, variam segundo o genótipo e as condições edafoclimáticas. A flor do girassol não se autofecunda, porém o pólen está pouco

adaptado ao transporte pelo vento devido, principalmente ao seu peso e tamanho (34 a 45 micras), (Vrânceanu, 1977); o girassol é uma planta de polinização cruzada (alógama), feita por insetos, em sua maioria por abelhas coletoras de néctar que visitam todas as flores da inflorescência, podendo contribuir para o aumento da produção de mel explorado por apicultores e meliponicultores. De acordo com EMBRAPA (2010) atualmente, alguns cultivares têm alto grau de autocompatibilidade, produzindo até na ausência de insetos polinizadores.

Comumente, o girassol não é explorado em sua totalidade, visto que se trata de uma planta da qual o homem pode aproveitar quase todas as suas partes. O girassol pode ser usado como adubo verde, forragem e silagem; as raízes são utilizadas como matéria orgânica e na reciclagem de nutrientes, para obter uma melhor conservação do solo; o caule pode ser aproveitado na construção civil como isolante acústico e térmico (Ungaro, 1986; Sabbagh, 2008). As folhas podem ser usadas como herbicidas naturais (Alves, 2008). Os capítulos fornecem sementes que são utilizadas na alimentação animal; as flores podem ser cultivadas para fins ornamentais ou para a produção de mel comercial, os grãos são ricos em proteína e deles se pode extrair o óleo, as cascas são usadas na alimentação animal e podem ser prensadas na forma de aglomerado para a indústria de móveis. Na cultura indígena do girassol eram aproveitados os pigmentos provenientes das pétalas e das sementes (Moreira, 2007). Quando extraído, o óleo é utilizado na alimentação humana, no biodiesel e na indústria cosmética.

O girassol apresenta características desejáveis do ponto de vista agrônômico, como ciclo curto, alta qualidade e quantidade de óleo produzida, antevendo-se uma boa e nova opção de renda aos produtores brasileiros; esta possibilidade deverá ser aumentada com a recente decisão do governo federal em se utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, por meio de sua adição ao óleo diesel comercial (Silva, 2007).

O óleo de girassol possui excelentes características físico-químicas e nutricionais; apresenta alta relação de ácidos graxos polissaturados e saturados (respectivamente de 65,3 e 11,6%), muito importante para as funções fisiológicas do organismo humano, motivo pelo qual é utilizado por meio dos alimentos, já que não é sintetizado pelo organismo. Com essas características é um dos óleos vegetais de melhor qualidade nutricional; este óleo reduz o nível do colesterol e ajuda na prevenção de doenças cardiovascular.

O girassol é usado na alimentação do rebanho e de animais domésticos, para produção de forragem no período da estiagem, sendo utilizado também na conservação das forragens produzidas no verão, por ensilagem (Almeida et al., 1995).

O farelo de girassol é um subproduto das indústrias de óleo sendo uma excelente fonte protéica, tanto em qualidade como em quantidade, além de boa fonte de energia (72,0% nutrientes digestíveis totais). O conteúdo de proteína bruta do farelo é variado, dependendo do processo da extração de óleo e da quantidade de casca da semente presente (28,0 a 44,0%), conforme Ensminger et al. (1990) e Orsine et al. (2007).

Segundo Pelegrini (1985) e Orsine et al. (2007), as sementes de girassol são ricas fontes do composto fenólico denominado ácido clorogênico. Não só as sementes mas também outras partes da planta, como as flores e a casca do caule, possuem substâncias ativas com efeitos medicinais. No caso das flores e do caule, pode-se extrair o princípio ativo heliantina, utilizado no tratamento de doenças.

Observações de campo demonstraram, empiricamente, que bovinos mestiços com acesso a uma plantação de girassol em ciclo completo, se apresentaram isentos da presença de carrapatos. Em virtude de tais fatos procurou-se avaliar cientificamente a ação das sementes de girassol, em forma de farelo ou semente integral, no controle de *Boophilus microplus*, tal como os parâmetros sanguíneos em novilhos mestiços (Holandês x Zebu) naturalmente infestados (Orsine et al., 2007).

3.2. Girassol ornamental e variedade Embrapa 122/V-2000

O girassol foi utilizado como planta ornamental e como hortaliça até o século XVIII, quando começou o seu uso como cultura comercial (Dall'agnol et al., 2005). Não há uma data precisa do início do cultivo de girassol no Brasil mas se deu, provavelmente, na época da colonização, no final do século XIX, quando os colonos europeus trouxeram sementes de girassol (Vieira & Leite, 2005).

Nos últimos anos, devido ao aumento de produção de espécies ornamentais no Brasil e no mundo, o girassol também ganhou destaque como planta ornamental e, conseqüentemente, várias linhas de pesquisa surgiram para sua melhoria agrônômica. Este novo mercado visa abrir a oportunidade de diversificação do mercado de flores, possibilitando a abertura de novas vagas no mercado de trabalho (Oliveira & Castiglioni, 2003).

Nos últimos cinco anos o mercado mundial de flores cresceu bastante e aproximadamente 100 mil hectares são destinados ao cultivo de girassol tradicional (amarelo), com produtividade de aproximadamente 1.600 kg ha⁻¹ e há estimativas de que, nos próximos anos, o mercado internacional de flores cresça cerca de 20% (Ambientebrasil, 2008 e EMBRAPA, 2008 b).

A produção de flores e plantas ornamentais no Brasil é realizada em aproximadamente 4500 ha, incluindo 700 ha de cultivo em estufas. O setor envolve cinco mil produtores e quatro mil lojistas, grande parte concentrada no interior de São Paulo. O Paraná, por exemplo, importa de São Paulo 95% das flores comercializadas no estado (EMBRAPA, 2008 b).

O melhoramento genético do girassol visando à obtenção da variedade Embrapa 122/V-2000, foi realizado na Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Soja, em Londrina, PR. O material genético original, conhecido como Issanka, foi introduzido da França. A partir de 1984 foi submetido a várias seleções que, combinadas, caracterizam a variedade de girassol Embrapa 122/V-2000 (EMBRAPA, 1997). A variedade Embrapa 122/V-2000 foi avaliada nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Tocantins, Piauí e Distrito Federal. Suas vantagens são: Precocidade, porte baixo, custo de semente inferior ao dos híbridos disponíveis no mercado brasileiro, e melhor adaptação às condições adversas de solo e clima (EMBRAPA, 1997).

De acordo com EMBRAPA (2006) variedade Embrapa 122/V-2000, onde possui as seguintes características agronômicas, ciclo vegetativo médio de 100 dias com início do florescimento aos 53 dias, maturação fisiológica aos 85 dias, altura das plantas de 155 cm, teor de óleo variando 40-44%, diâmetro de capítulos externo com aproximadamente 18 cm, aquênios cor de preta com listras cinzas, podendo ocorrer aquênios pretos e brancos com listras na cor cinzas, na proporção de até 5% e peso de mil aquênios de 60 g, cerca de 20 dias mais precoce, em comparação com os híbridos atualmente cultivados no Brasil; atinge em média uma produtividade de 1741 kg ha⁻¹ e teor médio de óleo nos aquênios de 43,55%, para semeadura de agosto a setembro, na região Sul, e 1503 kg ha⁻¹ e teor médio de 39,91% para semeadura de janeiro a fevereiro, na região do Brasil Central (EMBRAPA, 2006).

3.3. Estádios fenológico do girassol

O desenvolvimento do girassol entre a semeadura e a maturação fisiológica é uma sequência caracterizada por alterações morfológicas e fisiológicas, que se produzem em todo o ciclo da planta (Rossi, 1998), sendo consideradas fases fenológicas, separadas por estádios fenológicos (Connor & Sandras, 1992).

Segundo Castiglioni et al., (1997) e Rossi (1998), a escala proposta por Schneiter & Miller (1981), teve como premissa a divisão do desenvolvimento da planta do girassol nas distintas fases: Vegetativa (V) e Reprodutiva (R).

1) Fase vegetativa (V) - Esta fase inclui a germinação até o início da formação do broto floral.

a) V-E (emergência) - Refere-se ao período entre o plantio até o aparecimento da plântula, observa-se a primeira folha de tamanho máximo de 4 cm.

b) $V_1, V_2, V_3, \dots, V_N$ - Formação de folhas dividida de acordo com o número de folhas de comprimento maior que 4 cm.

2) Fase Reprodutiva (R) - É o aparecimento do botão floral à maturação fisiológica dos aquênios (Figura 1).

a) R_1 - Pequeno broto floral e não broto de folhas (vegetativo) que aparece quando se observa a planta de cima. As brácteas ao redor do broto floral são semelhantes a uma estrela porém com vários ápices (Figura 1A).

b) R_2 - A primeira fase de alongamento do broto floral distanciando-se de 0,5 a 2,0 cm da última folha. Considera-se como última folha aquela que está unida ao caule (Figura 1B).

c) R_3 - Refere-se à segunda fase de alongamento do broto floral encontrando-se a uma distância maior que 2,0 cm acima da última folha (Figura 1C).

d) R_4 - Refere-se à primeira fase do florescimento e se caracteriza por apresentar as primeiras flores que, frequentemente, são de cor amarela (Figura 1D).

e) R_5 ($R_{5.1}, R_{5.2} \dots R_{5.n}$) - Refere-se à segunda fase do florescimento. Pode ser dividida em subfases conforme a porcentagem de flores tubulares do capítulo que estão liberando pólen ou abertas:

R_{5.1} - 10% das flores do capítulo estão abertas.

R_{5.5} - 50% das flores do capítulo estão abertas (floração plena).

f) R₆ - Refere-se à terceira fase do florescimento; caracteriza-se por ter ocorrido a abertura de todas as flores tubulares e as flores estão murchas (Figura 1G).

g) R₇ - Refere-se à primeira fase de desenvolvimento de aquênios. O dorso do capítulo se converte de uma cor verde para uma cor amarelo-claro.

h) R₈ - Refere-se à segunda fase de desenvolvimento de aquênios. O dorso do capítulo torna-se amarelo-escuro e as brácteas ainda estão verdes.

i) R₉ - Refere-se á fase de maturação dos aquênios. As brácteas estão entre as cores amarela e castanho.

A



B



C



D



E



F



G



Foto: Travassos (2009); Eiflér (1997) (B e C); EMBRAPA Soja (2008 a) (D)

Figura 1. Estágios de desenvolvimento da inflorescência do girassol na Fase Reprodutiva R_1 (A), Fase Reprodutiva R_2 (B), Fase Reprodutiva R_3 (C), Fase Reprodutiva R_4 (D), Fase Reprodutiva $R_{5,2}$ (E), Fase Reprodutiva $R_{5,5}$ (F) e Fase Reprodutiva R_6 (G)

No enchimento de grãos a cultura determina a fixação de frutos, seu peso, a concentração e qualidade de óleo. É o período no qual a cultura define o número de aquênios por área (Andrade & Ferreiro, 1996; Aguirrezábal & Andrade, 2002).

Produzir um grama de aquênios de girassol é muito mais custoso em termos energéticos, do que produzir quantidade similar de um cereal. O aquênio possui alta concentração de óleo e, com um grama de glicose, se sintetiza 0,33 g de óleo e 0,41 g de proteína (Uhart et al., 2000). Portanto, são necessários 2,22 g de glicose para produzir um grama de aquênios de girassol (Sinclair & Wit, 1975).

No girassol a taxa de enchimento de aquênios é afetada pela capacidade fotossintética da planta durante o enchimento dos aquênios. Este efeito é maior para os aquênios localizados no centro do capítulo (Andrade & Ferreira, 1996).

Reduções no crescimento das plantas devido ao estresse durante o período de enchimento de aquênios, podem levar à sua falta no centro do capítulo, além do menor peso de 1000 aquênios; conseqüentemente, redução na produção (Hall et al., 1985; Dosio et al., 1998).

3.4. Avaliação da qualidade da água

A agricultura está enfrentando um sério problema mundial com a falta de recursos hídricos adequados, forçando muitos agricultores a utilizarem água de qualidade inferior (concentração de sais relativamente alta) para a irrigação das culturas. O conceito de qualidade de água refere-se à sua adaptabilidade para determinado uso, isto é, se suas características físicas, químicas e biológicas são adequadas à necessidade do usuário (Lima, 1997).

Pode-se definir a qualidade da água por suas características físicas, químicas ou biológicas sendo que, na sua avaliação para irrigação, os parâmetros a serem analisados devem ser os físico-químicos. De acordo com Shalhevet & Kamburov (1976), a composição e a qualidade das águas destinadas à irrigação dependem da zona climática, da fonte da água, do trajeto percorrido, da época do ano e da geologia da região.

Em geral os sais são encontrados em maiores proporções, em águas subterrâneas que em águas superficiais, em virtude da maior exposição dos estratos geológicos aos materiais solúveis. Os sais solúveis encontrados nas águas subterrâneas se originam, primordialmente, da dissolução dos minerais das rochas. Nas áreas que reabastecem grandes volumes de águas subterrâneas, tais como as correntes aluviais ou de áreas de recarga artificial, a qualidade da água superficial de infiltração tem efeito marcante nas águas subterrâneas. Mesmo as águas de chuva que se infiltram no solo, contêm concentrações mínimas de sais retiradas da atmosfera (Andrade & Lopes, 2003).

Estudos confirmaram que a água de irrigação é o maior veículo causador de problemas relacionados à salinidade e/ou sodicidade dos solos; aliada ao manejo inadequado das áreas irrigadas, pode acelerar o processo, notadamente em condições de drenagem deficiente (Richards, 1954; Oliveira, 1997), e incorporar ao solo várias toneladas de sais $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (Macêdo, 1988; Oliveira & Cardoso, 2007).

Estudos têm comprovado, em especial para o semiárido do Nordeste brasileiro, que as águas normalmente utilizadas na irrigação apresentam, na maioria das vezes, concentrações de sais que têm contribuído para acelerar os problemas relacionados à salinidade ou à sodicidade dos solos, reduzindo sobremaneira a produção agrícola nas áreas irrigadas (Leprun, 1983; Medeiros, 1992).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, porém o aspecto da quantidade tem sido desprezado devido à abundância de fontes de água que no passado eram de boa qualidade e de fácil utilização; todavia, em muitos lugares referida situação está mudando em decorrência do uso intenso tendo-se que recorrer ao uso de águas de qualidade inferior, tomando-se necessário um planejamento efetivo que assegure o melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade (Ayers & Westcot, 1999). Essas águas de baixa qualidade podem ser consideradas adequadas para uma cultura ou solo, mas serem impróprias para outra.

De acordo Philippi Júnior (2003), as águas de irrigação devem de modo geral, ser analisadas em relação à concentração total de sais (salinidade), à proporção relativa de sódio em relação a outros cátions (permeabilidade do solo); à concentração de elementos tóxicos; à concentração de íons e ao aspecto sanitário (contaminação por bactérias patogênicas).

Os parâmetros básicos de avaliação da qualidade de água para irrigação são acidez (pH), condutividade elétrica (CEa), cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato, bicarbonato, nitrogênio, boro e relação de adsorção de sódio (RAS), acompanhados dos respectivos símbolos e unidades internacionais adotadas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Principais atributos usados na avaliação da qualidade da água de irrigação

Parâmetros	Símbolo	Unidade
Acidez	pH	
Condutividade elétrica	CEa	dS m ⁻¹ (25 °C)
Cálcio	Ca	mmol _c L ⁻¹
Magnésio	Mg	mmol _c L ⁻¹
Sódio	Na	mmol _c L ⁻¹
Potássio	K	mmol _c L ⁻¹
Cloreto	Cl	mmol _c L ⁻¹
Sulfato	SO ₄	mmol _c L ⁻¹
Carbonato	CO ₃	mmol _c L ⁻¹
Bicarbonato	HCO ₃	mmol _c L ⁻¹
Nitrogênio	(NH ₄ + NO ₃ + NO ₂)	mgL ⁻¹
Boro	B	mgL ⁻¹
Relação de adsorção de sódio	RAS	(mmolL ⁻¹) ^{0,5}

Dentre as diversas proposições para classificação da água de irrigação se destacam as de Richards (1954) e Ayers & Westcot (1999).

A classificação proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (Richards, 1954) é baseada na condutividade elétrica (CE), como indicadora do perigo de salinização dos solos e na relação de adsorção de sódio (RAS). Na Tabela 2 está a classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade; de modo geral, as diretrizes com respeito aos valores do solo causados pela sodicidade de água, tal como riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação, podem ser interpretados através das Tabelas 3 e 4.

Tabela 2. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade

Classe de salinidade	Richards (1954)	UCCC ¹	Risco de salinidade	Ayers & Westcot (1999)	Problema de salinidade
	Faixas de CEa (dS m ⁻¹)			Faixas de CEa (dS m ⁻¹)	
C ₁	< 0,25	< 0,75	Baixo	< 0,7	Nenhum
C ₂	0,25 – 0,75	0,75 – 1,50	Médio	0,7 – 3,0	Moderado
C ₃	0,75 – 2,25	1,50 – 3,00	Alto	> 3,0	Severo
C ₄	> 2,25	> 3,00	Muito alto	-	-

¹UCCC – University of California Committee of Consultants

Fonte: Holanda & Amorim (1997)

Tabela 3. Risco de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade de água

RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	Grau de restrição		
	Nenhum	Ligeiro e moderado	Severo
	CEa (dS m ⁻¹)		
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
3 – 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
12 – 20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
20 – 40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

Fonte: Ayers & Westcot (1999)

Tabela 4. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação

Íon específico (afeta culturas sensíveis)	Unidade	Grau de restrição para uso		
		Nenhum	Ligeiro a moderado	Severo
Sódio, irrigação por superfície	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Sódio, irrigação por aspersão	(mmolL ⁻¹) ^{0,5}	< 3	> 3	-
Cloreto, irrigação por superfície	(mmolL ⁻¹) ^{0,5}	< 4	4 – 10	> 10
Cloreto, irrigação por aspersão	(mmolL ⁻¹) ^{0,5}	< 3	> 3	-
Boro	mg L ⁻¹	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0

Fonte: Adaptado de Ayers & Westcot (1999)

3.5. Aspectos gerais da salinidade do solo

A salinização do solo tem origem na própria formação do solo, uma vez que o mesmo é produto da intemperização da rocha matriz, envolvendo processos físicos, químicos e

biológicos, mediante a ação de vários fatores, como clima, relevo, organismos e tempo. A fonte dos sais solúveis em água são os minerais primários que se encontram no solo e nas rochas da crosta terrestre (Richards, 1954; Santos, 2000).

Segundo Richards (1954), embora a principal fonte de todos os sais encontrado no solo seja a intemperização das rochas, os problemas de salinidade do solo têm sido frequentemente associados com a água de irrigação e com a presença de aquífero freático elevado e não controlado. Entretanto, os ventos, as chuvas e as inundações provocadas pelas águas do mar têm, também, desencadeado problema de salinidade em várias partes do mundo (van Alphen & Verhoeven, 1983).

A maioria dos solos afetados por sais ocorre em regiões áridas e semiáridas, onde a evapotranspiração tende à ser sempre superior a precipitação suficiente, não ocorrendo percolação de água da chuva por meio do perfil do solo, capaz de lixiviar os sais (Cordeiro, 1988; Gheyi et al., 1997).

Nas regiões áridas e semiáridas do mundo o excesso de sais no solo tem limitado a produção agrícola, em particular, em áreas irrigadas. No Brasil, essas áreas estão localizadas principalmente no semiárido nordestino, em que 20 a 25% das áreas irrigadas dessa região já se encontram salinizados (Ribeiro et al., 2001).

Em geral, a salinidade no solo afeta negativamente a germinação, a densidade, o crescimento, o desenvolvimento vegetativo das culturas, a produtividade e, nos casos mais graves, causa morte das plântulas (Taiz & Zeiger, 2006). Várias tecnologias têm sido utilizadas para produzir economicamente em condições de salinidade destacando-se, dentre elas, o uso de culturas e cultivares consideradas tolerantes à salinidade (Ferreira Neto, 2001).

3.6. Efeitos dos sais sobre as plantas

Os efeitos dos sais sobre as plantas podem ser causados pela dificuldade de absorção de água salina pela planta, pela interferência dos sais nos processos fisiológicos ou mesmo por toxidez de íons específicos (Lima, 1997). Segundo Ayers & Westcot (1999) dependem do tipo de sais solúveis, conteúdo de sódio trocável e presença de íons tóxicos sendo que esta diferença se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica resultando em absorção, mesmo em condições de salinidade de maior quantidade de água.

O aumento da concentração salina da solução do solo reduz o potencial osmótico podendo atingir um nível em que as raízes das plantas não dispunham de energia potencial suficiente para superar esse gradiente de potencial osmótico e, conseqüentemente, a planta não conseguirá absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido (Gheyi et al., 1991). A energia necessária para as plantas absorverem água e nutrientes de um solo salino é superior à energia requerida para absorver água de uma solução de solo não salino (Ayers & Westcot, 1999). Conforme a literatura, é comum ocorrerem adaptações morfológicas nas plantas sob condições de estresse hídrico e salino, uma forma de reduzir a perda de água por transpiração; dentre essas adaptações se destaca a redução do tamanho e do número de folhas (Maas & Nieman, 1978; Shannon, 1979; Fageria, 1989).

Os sais, além de afetarem a disponibilidade de água, causam distúrbios nutricionais à planta, dependendo do tipo de sal e do genótipo vegetal. Conforme Marschener (2002), certos íons em excesso no meio podem antagonizar a absorção de outros elementos essenciais para o crescimento do vegetal, levando ao desbalanceamento nutricional. Kafkafi (1984) comenta a evidência de competição antagônica entre o nitrato e cloreto, de modo que o aumento na concentração de nitrato na zona radicular pode inibir a 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 e proporcionando aumento na absorção de cloreto quando o mesmo se encontra em concentração elevada no meio (Medeiros, 1998).

3.6.1. Efeito osmótico

Existe evidência de que uma diminuição no potencial osmótico da solução do solo, provocada por altas concentrações de sais solúveis provenientes da água de irrigação e do lençol freático, pode diminuir, ou mesmo impedir, a absorção de água pelas raízes das plantas, segundo características próprias de distintas espécies e/ou variedades vegetais, afetando o desenvolvimento e o rendimento (Thorne & Peterson, 1954).

Na medida em que se aumenta a concentração salina da solução do solo, seu potencial osmótico diminui, podendo atingir um nível em que as raízes das plantas, não tenha força de sucção suficiente para superar essa pressão e, conseqüentemente, a planta não conseguira absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido (seca fisiológica). Às vezes, dependendo do grau de salinidade, a planta, ao invés de absorver poderá até perder a água que

se encontra em seu interior (Bernstein, 1975; Gheyi et al., 1991), fenômeno denominado plasmólise.

A influência na disponibilidade de água para as plantas é resultado da soma de dois fatores: (1) potencial osmótico da solução do solo e (2) tensão total da água no solo, pouco importando se a tensão provém, parcial ou totalmente, da salinidade ou da umidade existente no solo (Cruciani, 1987; Daker, 1988).

O excesso de sais na solução do solo da zona radicular exerce, geralmente, efeito deletério no crescimento das plantas, incluindo-se a expansão celular, síntese de metabólitos e componentes estruturais. Este efeito está relacionado, acima de tudo, à concentração eletrolítica e independe da composição específica do soluto. A salinidade excessiva reduz o crescimento da planta por ocasionar aumento no dispêndio de energia para absorver água do solo e realizar os ajustes bioquímicos necessários para sobreviver em condições de estresse. Esta energia é desviada dos processos que conduzem ao crescimento e à produção (Rhoades et al., 1992).

De acordo com Bernstein (1975), as plantas em meio salino podem aumentar sua concentração osmótica interna pela produção de ácidos orgânicos e açúcares. Este processo é considerado um dos mecanismos para o início do ajustamento osmótico das plantas.

A menor absorção de água pelas plantas em condições salinas produz sintomas semelhantes aos de seca periódica como, por exemplo, um murchamento temporário, folhas queimadas, cor verde azulada em certas plantas, crescimento reduzido e folhas pequenas (Doorenbos & Pruitt, 1977).

As células dos tecidos radiculares das plantas sob condições salinas, são impedidas de absorver água do substrato ou o faz numa velocidade muito lenta, devido à inibição osmótica imposta pela elevada concentração salina da solução do solo (Epstein, 1972; Menguel & Kirkby, 1987).

Tayer (1987) afirma, baseado em resultados experimentais e em outras evidências, que a teoria da disponibilidade de água (inibição osmótica) é inválida ou, pelo menos, muito simplista ao que verdadeiramente ocorre. Relata, ainda, que numa situação de campo a absorção e a acumulação de sais fornecem uma base melhor para explicar os fenômenos de desenvolvimento negativo e positivo que ocorrem sob condições salinas. Também Kraraer (1983) reporta que as injúrias visíveis nos órgãos vegetais, a redução no desenvolvimento e as

mudanças internas, são mais diretamente relacionadas ao aumento da concentração iônica (sais) interna da planta e com sua composição iônica.

3.6.2. Efeito tóxico

Alguns íons exercem funções específicas e inibidoras do crescimento, independentemente do efeito osmótico. Esses íons específicos podem ser tóxicos ou causar deficiência de outros nutrientes. Em solos salinos é mais comum a toxidez de sódio, cloro e boro (Allison, 1964; Fageria, 1984). Uma vez absorvidos pela planta, são acumulados nas folhas durante a transpiração em quantidades suficientes para provocar distúrbios fisiológicos.

De acordo com Smedema & Rycroft (1988), enquanto os problemas osmóticos são causados pela alta concentração de íons na solução do solo, a causa dos problemas de toxicidade, ao que se snpõe, é devida a uma concentração elevada de um cátion ou ânion específico ou a uma composição salina desfavorável na solução do solo.

Os problemas de toxicidade normalmente podem reduzir significativamente os rendimentos e sua magnitude depende do tempo, da concentração dos íons, da sensibilidade das plantas e do uso de águas pelas culturas. Os sintomas de toxicidade podem aparecer em qualquer cultura se as concentrações forem suficientemente altas, podendo acontecer mesmo em condições de baixa salinidade, dependendo do ion (Ayers & Westcot, 1999).

Dentre os íons que exercem toxidez específica, os mais evidentes nos solos salinos do Nordeste, são o sódio e o cloreto (Lima, 1997). Os sintomas de toxidez causados pelo sódio não são de difícil identificação; inicialmente, surgem nas folhas mais velhas, caracterizando-se por queimaduras ou necrose nas bordas do limbo foliar, espalhando-se progressivamente à medida em que se intensifica a toxidez na área internervural até o centro das folhas (Ayers & Westcot, 1999).

Os sintomas de toxicidade também podem ocorrer quando as folhas, ao serem molhadas durante a aplicação de água por aspersão, absorvem íons tóxicos, sendo o sódio e o cloreto os principais íons absorvidos via foliar, e a toxicidade resultante da acumulação desses íons, em conjunto ou separadamente, pode ocasionar problemas para as culturas sensíveis (Ayers & Westcot, 1999).

3.6.3. Efeito indireto

A salinidade pode causar desequilíbrio nutricional, inibindo o crescimento dos vegetais. Como as plantas diferem, consideravelmente, com relação à quantidade de nutrientes absorvidos, o efeito da salinidade varia bastante de espécie para espécie (Fageria, 1984).

O excesso de um íon pode provocar deficiência de outro, devido à sua precipitação ou inibição; como exemplo, o excesso de sulfato, carbonato ou bicarbonato pode precipitar o cálcio, afetando o crescimento da planta pela reduzida disponibilidade desse cátion e não pelo excesso do ânion. Alta concentração de sulfato geralmente diminui a absorção de cálcio e aumenta a de sódio (Hayward & Wadleigh, 1949).

Altas concentrações de sódio ou de outros cátions na solução do solo, podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, indiretamente, através de seu efeito sobre as características físicas do solo ou na disponibilidade de outros elementos; por exemplo, quando no extrato de saturação do solo há teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH do solo poderá alcançar valores tão altos, como 10 (Gheyi et al., 1991) sendo que, nessas condições, a disponibilidade de vários elementos essenciais às plantas (Cu, Fe, Mn, Zn) é reduzida (Brady & Buckman, 1983), influenciando o seu crescimento não diretamente pelo carbonato ou sódio mas por seu efeito no pH do solo.

Segundo Gheyi et al., (1991), o excesso de um íon poderá provocar deficiência de outro devido à precipitação ou inibição (por exemplo, excesso de sulfato, carbonato e bicarbonato podem precipitar o cálcio), afetando o crescimento da planta pela falta do elemento precipitado e não pelo excesso de outro íon. Outro exemplo deste tipo de problema poderá ser o efeito de sódio trocável no solo, provocando condições físicas desfavoráveis para o crescimento das plantas, sobretudo para o sistema radicular.

3.7. Tolerância das plantas a salinidade

A salinidade exerce uma variedade de efeito e as plantas não respondem de maneira semelhante à salinidade; quanto ao desenvolvimento, algumas culturas conseguem produzir rendimentos economicamente viáveis, em níveis elevados de salinidade do solo, enquanto outras podem até não se desenvolver. A resposta à salinidade é um fenômeno complexo, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, além de processos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais (Cramer et al., 1994; Garcia et al., 2007). Assim, a sobrevivência

das plantas em ambientes salinos pode exigir processos adaptativos envolvendo a absorção, transporte e distribuição de íons nos vários órgãos da planta e sua compartimentação dentro das células (Munns & Termaat, 1986; Garcia et al., 2007).

A salinidade afeta o crescimento e, conseqüentemente, a produção das culturas. Os efeitos dos sais sobre as plantas superiores podem ser causados pela diminuição na permeabilidade da água no sistema radicular, antecipando o fechamento dos estômatos, fenômeno conhecido como "seca fisiológica", resultando em menor taxa fotossintética. Os sais podem causar toxidez similar àquela da adubação excessiva e alterar o metabolismo do sistema radicular, reduzindo a síntese e/ou translocação de hormônios sintetizados neste órgão da planta, os quais são necessários ao metabolismo foliar. Como resultado, o crescimento das folhas é retardado (Romero & Oliveira, 2000).

Segundo Richards (1954), a tolerância à salinidade pode ser analisada de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ capacidade da cultura em sobreviver em solos salinos;
- ✓ rendimento da cultura em solos salinos;
- ✓ rendimento da cultura em solo salino, comparado de um solo não-salino.

As conseqüências da salinidade ou sodicidade do meio inibindo as características de crescimento e desenvolvimento das plantas, são constatadas de três maneiras: por estresse salino, devido ao efeito osmótico, restringindo a disponibilidade de água (estresse hídrico) e absorção de nutrientes; por toxicidade, através do acúmulo excessivo de íons específicos na planta por desordem nutricional, com reflexos morfológicos, estruturais e metabólicos (Ayers & Westcot, 1999; Chusman, 2001).

O grau em que cada componente do estresse salino influencia o crescimento das plantas é dependente de muitos fatores destacando-se, entre eles, espécie vegetal, cultivar, estágio fenológico, composição salina do meio e condições edafoclimáticas (Shannon, 1997, Alian et al., 2000).

As plantas halófitas à salinidade podem produzir satisfatoriamente sem perdas e tolerar até 15 g L⁻¹ de cloreto de sódio, equivalente à metade da concentração da água do mar. Enquanto as plantas tolerantes absorvem os sais e os acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água presente no solo, as

sensíveis não são capazes de realizar o ajuste osmótico e sofrem com o decréscimo de turgor, levando-as ao estresse hídrico, em virtude da osmose (Lima, 1997; Oliveira, 2007).

A amplitude dessa tolerância relativa permite maior uso das águas de salinidade moderada e aumenta a faixa aceitável das águas salinas consideradas adequadas para irrigação (Ayers & Westcot, 1999).

Portanto, é imprescindível que se conheça a tolerância de diferentes espécies e cultivares a salinidade, para se optar pelo cultivo daquelas que propiciarão as maiores produções com menor consumo de água para lixiviação, como medida a viabilizar a utilização de água de salinidade moderada para irrigação, sobretudo em condições de semiárido onde grande parte da água disponível para irrigação contém teores relativamente altos de sais solúveis (Viana, 2000).

A tolerância das culturas aos sais é, convencionalmente, expressa em termos de nível máximo de salinidade média da zona radicular, sem afetar negativamente seu desenvolvimento, denominada “salinidade limiar” (SL), expressa em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; conseqüentemente, nesse nível de salinidade o rendimento das culturas é igual ao seu potencial máximo 100% (Ayers & Westcot, 1999).

Maas & Hoffman (1977) dizem que o crescimento vegetativo das culturas decresce linearmente com o aumento da salinidade do meio, acima do valor da salinidade limiar. Este decréscimo deixa de ser linear quando o efeito da salinidade causa rendimentos consideravelmente inferiores a 50% do potencial produtivo da cultura. Segundo Maas (1984), as culturas, quanto a sua tolerância relativa à salinidade, podem ser classificadas conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Classificação da tolerância relativa à salinidade

Grupos de tolerância relativa	Salinidade limiar - SL (dS m ⁻¹)
Sensíveis	< 1,3
Moderadamente sensíveis	1,3 – 3,0
Moderadamente tolerantes	3,0 – 6,0
Tolerantes	6,0 – 10,0
Não adequada a maioria das culturas	> 10,0

Fonte: Maas (1984)

É importante reconhecer que dados de tolerância aos sais não podem produzir, com exatidão, as perdas quantitativas da produção pelo efeito da salinidade, haja vista que a resposta varia de acordo com as condições climáticas e de solo, manejo da irrigação e da

cultura, sendo o clima o fator que mais afeta a tolerância das culturas aos sais (Rhoades et al., 1992). Maas & Hoffman (1977), também reconhecem que a tolerância absoluta das culturas à salinidade não pode ser determinada devido às muitas interações existentes entre planta, solo, água e clima, influenciando a habilidade das culturas em tolerarem sais.

De acordo com Katerji et al., (2000) que classificaram o girassol como cultura moderadamente sensível às condições de salinidade, concordando com Rhoades et al., (2000) que classificaram o girassol como moderadamente sensível às condições de salinidade. No entanto, a depender dentre outros fatores clima, genótipo e da quantidade de proporções de sais, o girassol pode apresentar alterações consideráveis no metabolismo, na anatomia e morfologia, resultando em redução de crescimento e de desenvolvimento. Esta redução pode ser decorrente de modificações na alocação de matéria seca, na relação de íons presentes na solução nutritiva, no potencial de água na planta, nas reações bioquímicas ou mesmo da combinação de muitos fatores fisiológicos (Sohan et al., 1999).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg), do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus 1, em Campina Grande, PB, com as seguintes coordenadas geográficas: 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude média de 550 m (Figura 2). A casa de vegetação é do tipo capela, construída em estrutura e alvenaria e ferro, com orientação no sentido leste oeste, possuindo 9 m de comprimento, 8 m de largura e 4 m de altura do pé direito, totalizando uma área experimental de 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.



Figura 2. Vista da casa de vegetação

Segundo a classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), o clima de Campina Grande, PB, é do tipo “Csa”, que representa um clima mesotérmico semiúmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono e inverno. A estação chuvosa da região tem início no mês de fevereiro ou março, prolongando-se até julho ou agosto, onde os meses de junho e julho são os mais chuvosos, com média de precipitação anual em torno de 700 mm; já a estação seca se inicia em setembro e se estende até fevereiro (Brasil, 1997).

Durante o período experimental foram registrados dados climáticos referentes à temperatura máxima e mínima, no interior da casa de vegetação (Figura 3), sendo registrada

temperatura média máxima e mínima de 35,52 e 19,48°C, respectivamente e, ainda, umidade relativa variando de 82 e 87% (ambiente externo).

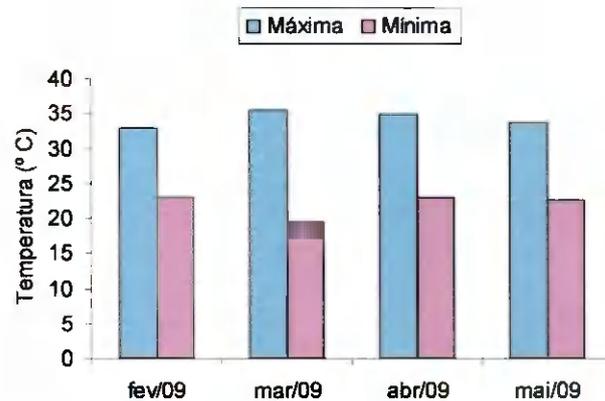


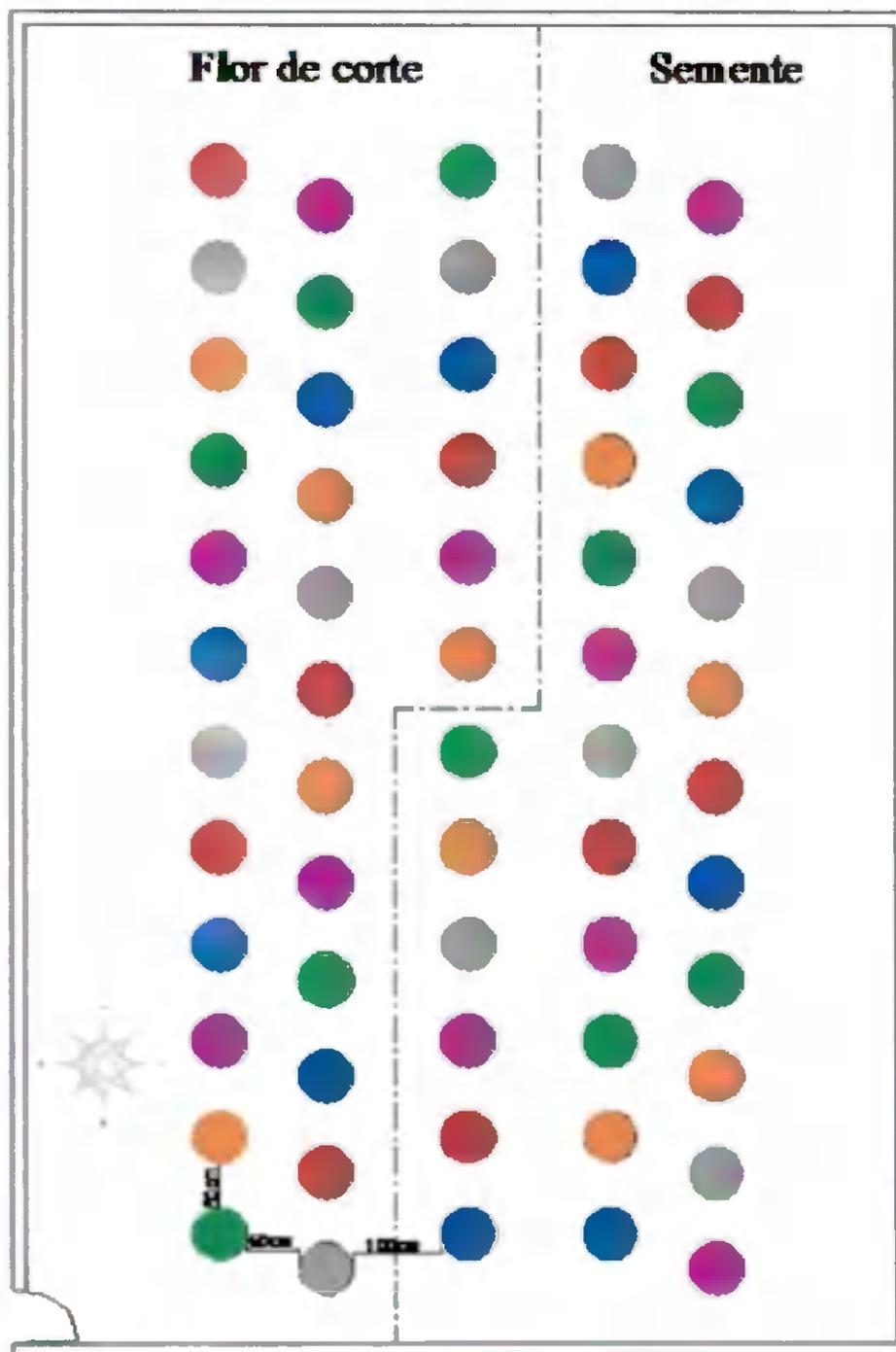
Figura 3. Temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento

4.2. Delineamento estatístico e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos, compostos de seis níveis de salinidade da água de irrigação, N_1 com condutividade elétrica (CEa) de 0,5 dS m^{-1} (água de abastecimento proveniente da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, Campina Grande, PB - CAGEPA); N_2 - 1,0; N_3 - 2,0; N_4 - 3,0; N_5 - 4,0 e N_6 - 5,0 dS m^{-1} a 25 °C. A variedade de girassol utilizada foi a Embrapa 122/V-2000 cujas sementes foram cedidas pela Embrapa Soja.

Com o intuito de analisar o efeito de salinidade de água na produção de flores e semente, o experimento foi composto, no início, de 60 unidades experimentais (10 repetições por tratamentos), sendo que a partir dos 41 DAT, 30 unidades (5 repetições por tratamentos) foram utilizadas para avaliação de flor de corte (Experimento I) e as outras 30 para a produção de sementes (Experimento II).

O arranjo das unidades experimentais foi triangular em fileira dupla, espaçadas em 0,60 m entre fileira simples, 0,50 m entre plantas de cada fileira e 1,00 m entre fileira dupla (Figura 4).



LEGENDA

	$N_1 = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$		$N_4 = 3,0 \text{ dS m}^{-1}$
	$N_2 = 1,0 \text{ dS m}^{-1}$		$N_5 = 4,0 \text{ dS m}^{-1}$
	$N_3 = 2,0 \text{ dS m}^{-1}$		$N_6 = 5,0 \text{ dS m}^{-1}$

Figura 4. Croqui da área experimental

4.3. Caracterização do material de solo e descrição das unidades experimentais

O material de solo utilizado foi um Latossolo franco-arenoso proveniente do Distrito de São José da Mata (Campina Grande, PB), coletado na profundidade de 0-30 cm (horizonte A), sem problemas de salinidade, com textura arenosa; o solo foi caracterizado no Laboratório de Irrigação e Salinidade, da Universidade Federal de Campina Grande, PB, Campus I, de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997). As características químicas e física do solo estão apresentadas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

Tabela 6. Características químicas do solo

Complexo sortivo	Unidade	Valor
Cálcio	cmol _c kg ⁻¹	1,68
Magnésio	cmol _c kg ⁻¹	1,27
Sódio	cmol _c kg ⁻¹	0,06
Potássio	cmol _c kg ⁻¹	0,07
S	cmol _c kg ⁻¹	3,08
Hidrogênio	emol _c kg ⁻¹	1,20
Alumínio	cmol _c kg ⁻¹	0,0
T	cmol _c kg ⁻¹	4,28
Carbonato Cálcio Qualitativo	-	Ausente
Carbonato Orgânico	%	0,20
Matéria Orgânica	%	0,34
Nitrogênio	%	0,02
Fósforo assimilável		0,88
pH H ₂ O	-	6,12
CE	dS m ⁻¹	0,16
Extrato de saturação		
Cálcio	mmol _c L ⁻¹	2,1
Magnésio	mmol _c L ⁻¹	1,9
Sódio	mmol _c L ⁻¹	2,0
Potássio	mmol _c L ⁻¹	0,2
Carbonato	mmol _c L ⁻¹	0,0
Bicarbonato	mmol _c L ⁻¹	2,8
Cloreto	ramol _c L ⁻¹	2,8
Sulfato	ramol _c L ⁻¹	Ausente
RAS	(mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}	1,42
pH pasta saturação	-	5,6
CEes	dS m ⁻¹	0,67

Tabela 7. Características física do solo

Característica Física	Unidade	Valor
Granulometria	%	
Areia		82,19
Silte		12,76
Argila		5,05
Densidade	kg dm ⁻³	
Aparente		1,66
Real		2,81
Porosidade	%	40,92

As unidades experimentais dos experimentos foram compostas de 60 vasos plásticos com dimensões de 36,5 cm de altura e 30 em de diâmetro superior e 19 cm de diâmetro inferior, com capacidade para 20 L. Os vasos foram perfurados na base inferior para instalação de um tudo de ½ polegada de diâmetro, que foi interligado a um recipiente externo com 2 L de capacidade, para coleta da água drenada (Figura 5).

Os vasos foram preenchidos com uma camada de 800 g de brita nº 1 e posteriormente com 24 kg de um material de solo do tipo Latossolo franco-arenoso destorroado, sendo adicionado na camada superior (10 cm) 2% em base do peso de humus correspondendo a uma massa de 480 g por vaso. Os vasos foram identificados conforme os tratamentos.



Figura 5. Sistema de drenagem utilizado no experimento

4.4. Preparo da água de irrigação

Para se 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 (CAGEPA) proveniente do açude público Epitácio Pessoa (Açude de

Boqueirão). A quantidade de cloreto de sódio (Q NaCl) utilizado no preparo da água foi determinada levando-se em consideração a condutividade elétrica inicial da água, conforme a equação (Richards, 1954):

$$Q \text{ NaCl (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times (\text{CEa desejada} - \text{CEa inicial}) \quad \text{Eq. 1}$$

sendo:

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

Após o preparo e a calibração as águas foram armazenadas em tambores com capacidade de 150 L para cada nível de salinidade, protegidos com uma tampa para evitar a evaporação e a contaminação com matérias de origem animal ou vegetal externos (poeira, bichos, etc.).

4.5. Preparo das mudas

Para obtenção das mudas de girassol a semeadura foi realizada em tubetes preenchidos com substrato comercial (Hortimix) contendo uma mistura de Superfosfato Simples, Nitrato de Potássio, Turfa, Vermiculita e Casca de Pinus, na proporção de 1 parte de terra para uma 1 parte de substrato.

O semeio foi realizado no dia 06/02/09, colocando-se 3 sementes por tubete a uma profundidade média de 2 cm; no 2º dia após a semeadura (DAS), iniciou-se a contagem de germinação (Figura 6).



Figura 6. Germinação das sementes do girassol aos 2 DAS

Foram consideradas germinadas as plântulas que emergiram na superfície do tubete, onde o número de sementes germinadas em relação ao número de sementes semeadas vezes 100, foi considerado percentagem de germinação (PG). A primeira contagem de germinação foi realizada aos 2 DAS e a última aos 8 DAS para as análises dos dados de percentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE); durante este período utilizou-se água de chuva ($CEa = 0,01 \text{ dS m}^{-1}$) na irrigação, 2 vezes ao dia, sendo iniciada, aos 8 DAS, a irrigação com água salina dos respectivos tratamentos.

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foram observados o dia de emergência e o número de plantas emergidas, como mostra a Eq 2.

$$IVE (\text{plântulas dia}^{-1}) = \frac{\Sigma_1}{N_1} + \frac{\Sigma_2}{N_2} + \dots + \frac{\Sigma_n}{\Sigma_n} \quad \text{Eq. 2}$$

O percentual médio de germinação foi de 88,07%, demonstrando que as sementes do girassol variedade Embrapa 122/V-2000, possuem bom poder germinativo. Como o índice de velocidade de emergência (IVE) se refere ao somatório do quociente entre o número de plântulas normais emergidas em função dos dias após semeadura, para que este evento ocorra e, quanto maior este índice, também será maior o potencial germinativo; verificou-se uma emergência média de 115,39 plântulas por dia. Este resultado foi elevado porque não houve distinção nos tratamentos salino até o último dia de avaliação, 8 DAS, sendo todos irrigados com água da chuva, totalizando 482 sementes.

4.6. Trasplântio

Visando uma seleção homogênea e plântulas mais vigorosas para o trasplântio, realizou-se a semeadura em 162 tubetes e aos 8 DAS foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por tubete e então foram iniciadas as irrigações com água salina, nos respectivos tratamentos.

Antes do trasplântio foi feita uma irrigação aplicando-se volume de água salina suficiente para que o solo dos vasos atingisse capacidade de campo nos seus respectivos tratamentos. O transplante para os vasos foi realizado aos 15 DAS, quando as plantas de girassol se encontravam com a segunda folha definitiva (Figura 7).



Figura 7. Transplântio das mudas dos tubetes para os vasos

4.7. Manejo de irrigação e drenagem

As irrigações foram feitas no início da manhã e cada tratamento recebeu um volume de irrigação em intervalos de rega de 2 dias, com base no balanço de água na zona radicular. A água da drenagem do vaso foi coletada a cada 10 dias após uma lixiviação, objetivando-se o monitoramento dos níveis de salinidade na zona radicular e, assim, evitar acúmulo 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 10 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 período, de maneira que estabelecesse a umidade à capacidade de campo e se obtivesse a fração de lixiviação desejada (Eq. 3). O volume drenado era coletado individualmente e, em seguida, levado ao LIS para determinar a condutividade elétrica.

$$VI = \frac{VA - VD}{1 - FL} \quad \text{Eq. 3}$$

onde:

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

VA - Volume de água aplicado na irrigação anterior (mL)

VD - Volume de água drenada na irrigação anterior (mL)

FL - Fração de lixiviação (0,1)

No ensaio experimental para produção de sementes as irrigações foram suspensas 8 dias antes de se colher os capítulos, com a finalidade de retirar a umidade dos aquênios.

4.8. Adubação

Na adubação de fundação utilizou-se a quantidade recomendada por Novais et al. (1991) para experimentos em casa de vegetação, sendo aplicados 13 g por vaso de superfosfato simples, sendo aplicado em círculo, a uma distância de 5 cm da planta e profundidade de 3 cm.

A adubação de cobertura, tanto para a produção de flor de corte como para a de semente, foi parcelada em 4 vezes, sendo realizada mediante a aplicação de 100 mL por vaso de uma solução contendo 1,425 g de nitrato de potássio e 0,238 g de uréia. Este procedimento foi adotado como forma de melhor se disponibilizar N e K para as plantas.

Foram feitas adubações foliares, sendo 2 pulverizações no experimento de girassol para flor de corte e 4 pulverizações para o experimento de girassol para semente de uma solução contendo 2 g L⁻¹ (0,2%) de Albatros (10+52+10+Micro) onde 10+52+10 corresponde a N, P, K, respectivamente.

4.9. Tratos culturais

Durante o experimento não houve presença de ervas invasoras, eliminado manualmente as que, por ventura, apareciam. Para o controle da mosca branca e minadora, foram realizadas 2 pulverizações com inseticidas sistêmicos ciromazina (Trigard) na proporção de uma solução contendo 0,60 g L⁻¹ (0,02%) e tiametoxam (Actara) na proporção de uma solução contendo 2 g L⁻¹ (0,2%); foram realizadas, também, 4 pulverizações de lambda-cialotrina (Karate) na proporção de 2 mL L⁻¹ (0,2%) e 1 pulverização de fungicida tebuconazole (Rival) na proporção de 10 mL L⁻¹ (1%).

4.10. Polinização

Como o experimento foi conduzido em casa de vegetação, impossibilitando a polinização natural, empregou-se a polinização artificial cruzada, que consistiu em se utilizar a

ponta dos dedos com uma boa quantidade de pólen proveniente de diversas flores produzidas por plantas diferentes para, em seguida realizar-se um rápido toque com a ponta dos dedos em relação à base da flor, procurando atingir todos os estigmas (Ruggiero et al., 1998).



Figura 8. Polinização artificial cruzada

4.11. Variáveis analisadas

Para os dois experimentos (produção de flor de corte e sementes) foram analisadas as seguintes variáveis de crescimento e desenvolvimento.

4.11.1. Avaliação de crescimento e desenvolvimento

A partir de 10 DAT, a cada 10 dias, foi realizada avaliação do crescimento e do desenvolvimento, através da altura das plantas, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e diâmetro do botão; mas para a última leitura (40 DAT), no Experimento I, foi feita no dia da colheita na fase $R_{5,2}$.

A altura de planta (AP) foi mensurada do colo da planta à gema apical utilizando-se uma trena; para o diâmetro caulinar (DC) foi utilizado um paquímetro digital com leituras sempre a 5 cm acima do colo da planta e, para a medição do diâmetro do botão na fase R_4 (DB), foi utilizado um paquímetro digital cuja leitura foi iniciada a partir de 20 DAT.

Na contagem do número de folhas (NF), foram consideradas as folhas que tinham comprimento mínimo de 2 cm. Para área foliar (AF) foram medidos o comprimento e a largura de todas as folhas que tinham largura mínima de 2 cm e multiplicado pelo fator de ajuste (K) estimado pela equação sugerida por Fagundes et al. (2007) em que o fator utilizado foi 0,70.

$$AF = C * L * K$$

Eq. 4

onde:

C = Comprimento

L = Largura

K = Fator de ajuste igual a 0,70

4.11.1.1. Taxa de crescimento absoluto

A taxa de crescimento, absoluto (cm dia^{-1}) da altura de planta e do diâmetro do caule (mm dia^{-1}), foi encontrada através dos dados obtidos a partir da altura e do diâmetro do caule, em intervalos de 10, 20, 30 e 40 DAT, pelas equações Eq. 5 e Eq. 6 descritas abaixo (Beltão et al., 2001).

$$TCAAP = \frac{AP_2 - AP_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm dia}^{-1}) \quad \text{Eq. 5}$$

$$TCADC = \frac{DC_2 - DC_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{mm dia}^{-1}) \quad \text{Eq. 6}$$

em que:

AP₁- Altura de planta no tempo t₁ (cm);

AP₂- Altura de planta no tempo t₂ (cm);

TCAAP - Taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (cm dia^{-1});

DC₁ - Diâmetro caulinar no tempo t₁ (mm);

DC₂ - Diâmetro caulinar no tempo t₂ (mm);

TCADC - Taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (mm dia^{-1});

4.11.2. Fitomassa

Para que não houvesse perda de material foram coletadas, em cada planta, as folhas que caíam e colocadas em sacos de papel identificados conforme o tratamento.

A fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e das raízes (FSR) foi quantificada no final do experimento. Para avaliação da FSPA as plantas foram cortadas rentes à superfície do solo.

No caso das raízes, foram cuidadosamente separadas do solo por meio de peneiramento em peneira de 2,0 mm de malha com jato de água; depois de coletadas, tanto a parte aérea como as raízes foram submetidas a secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C, durante 72 horas, até atingirem peso constante, sendo pesados em seguida, em balança digital eletrônica.

4.11.3. Avaliação de produção de flores (Experimento I)

Para avaliação e comparação da produção de flores nos tratamentos foram avaliadas as seguintes variáveis: Diâmetro externo do capítulo (DE), número de pétalas no capítulo (NP), início do florescimento (IF) e duração da pós-colheita (DPC).

Considerando diâmetro externo do capítulo a linha imaginária que une duas extremidades das pétalas passando pelo centro do capítulo, sendo feitas as leituras na horizontal e na vertical com auxílio de régua graduada, essas leituras foram feitas sempre no dia da colheita da flor, onde o critério utilizado era a abertura da flor no estágio R_{5,2} da escala de Schneiter & Miller (1981), assim como a contagem do número de pétalas.

$$DE = \frac{\text{leitura horizontal} + \text{leitura vertical}}{2} \quad \text{Eq. 7}$$

Para o início do florescimento foi considerada o intervalo entre o transplante e a abertura da flor no estágio R_{5,2} (dia da colheita) da escala de Schneiter & Miller (1981). Na variável número de dias pós-colheitas, as flores sempre foram cortadas no início da manhã ou no final da tarde, o que garantia flores mais resistentes ao stress da colheita e de pós-colheita, ressaltando que as mesmas eram retiradas rapidamente da casa de vegetação e levadas a uma sala evitando, desta forma, a exposição das flores a temperaturas altas. Para avaliar a durabilidade pós-colheita eram retiradas todas as folhas das hastes e, em seguida, colocadas em recipientes com água destilada, deixando as mergulhadas na água apenas 2 cm da haste, sendo esta retirada a cada 48 horas e realizada um novo corte a 2 cm, que ficava em contato com a água destilada, realizando-se a troca da água diariamente.

4.11.4. Avaliação de produção de sementes (Experimento II)

Foram avaliadas as variáveis diâmetro interno do capítulo (DI), peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100A).

Considerando-se diâmetro interno do capítulo uma linha imaginária na parte fertilizada do receptáculo floral. Sendo feita estas leituras na horizontal e na vertical com auxílio de régua graduada; as leituras foram feitas sempre no dia em que a flor estava totalmente aberta.

$$DI = \frac{\text{leitura horizontal} + \text{leitura vertical}}{2} \quad \text{Eq. 8}$$

Foram pesados todos os aquênios produzidos para se determinar o peso dos aquênios, determinado através de uma balança digital eletrônica sendo realizada também, a pesagem dos 100 aquênios (escolhidos aleatoriamente) e a contagem manual do número de aquênios total produzidos.

4.11.5. Consumo de água, condutividade elétrica da água de drenagem, fator de concentração e fração de lixiviação

Durante o período do experimento foi feita, a cada 10 dias, a coleta da água drenada em todos os vasos; esses dados serviram para determinação dos valores médios dos vasos para a fração de lixiviação ($FL = \text{volume drenado} / \text{volume aplicado}$) e do consumo da água pela planta ($CA = \text{volume aplicado} - \text{volume drenado}$) para o fator de concentração ($FC = CE_d/CE_a$), utilizou-se a condutividade elétrica da água drenada (CE_d) da última coleta.

4.11.6. Análises de salinidade do solo

Para a realização das análises químicas do solo foram retiradas amostras do solo em todos os tratamentos, nas profundidades de 0-30 cm, no final do experimento. Todas as análises foram feitas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Solo, da Universidade Federal de Campina Grande, PB, Campus I, onde se analisaram o pH da pasta de saturação, condutividade elétrica do extrato de saturação ($CEEs$) a 25 °C, os cátions (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+) e os ânions (Cl^- , CO_3^- e HCO_3^-) solúveis, através das metodologias propostas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997).

4.12. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram analisados através de análise de variância (teste "F"), aplicando-se a análise de regressão polinomial para os níveis de salinidade da água de irrigação, por ser de natureza quantitativa (Ferreira, 2000).

Como as variâncias dos diferentes níveis salinos não foram estatisticamente homogêneas, os dados das variáveis área foliar (AF) nas leituras 10, 20 e 40 DAT, diâmetro do botão (DB) para 20, 40 DAT, fitomassa seca da parte aérea (FSPA), número de pétalas (NP), diâmetro interno (DI), peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100A) foram transformados em \sqrt{x} . A fitomassa seca das raízes (FSR), a taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (TCAAP) nas leituras 10-20 e 30-40, assim como a taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (TCADC) nas leituras 20-30 e 30-40, foram transformados em $\sqrt{x+1}$, em virtude dos dados obtidos não apresentarem homogeneidade entre eles (Ferreira, 2000).

Para evolução da altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) utilizou-se o modelo matemático do tipo padrão linear logístico ($f(y) = f_1 + f_2$), pois possibilita avaliar os desenvolvimentos da planta em cada estágio, investigando os fatores que causam alterações no estágio e indicar os estágios influenciados pelos tratamentos intrínseco e pelo conjunto de eventos ambientais extrínsecos, obtidos através do software TableCurve.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Altura de planta

Conforme o resumo da análise de variância houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$) para a variável altura de planta, em todas as épocas de avaliação, exceto aos 10 dias após o transplântio (DAT), indicando que, nesta época, os níveis de salinidade da água utilizados apresentaram o mesmo comportamento (Tabela 8). Ainda em relação à Tabela 8, constatou-se que houve efeito linear decrescente ($p < 0,01$) da altura de plantas com o incremento da salinidade da água de irrigação para as épocas 20, 30 e 40 DAT verificando-se, ainda, que em termos absolutos o maior aumento na altura de planta se deu dos 20 aos 30 DAT, para todos os níveis de salinidade da água de irrigação.

Tabela 8. Resumo das análises de variância e médias para altura de plantas aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplântio (DAT) de cultivo do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio			
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
Salinidade	5	19,37ns	411,92**	1990,11**	3207,48**
Reg. Linear	1	-	1986,44**	9657,51**	13270,81**
Reg. Quadrat	1	-	11,04ns	132,80ns	1107,63ns
Desvio Reagr	3	-	20,71ns	53,42ns	552,99ns
Resíduo	54	7,53	48,37	124,33	315,45
CV		11,25	15,65	12,33	16,90

CEa (dS m ⁻¹)	Médias			
	cm			
0,5	25,85	52,39	110,83	137,45
1,0	25,24	51,10	100,35	109,12
2,0	25,41	45,91	94,46	101,95
3,0	23,87	41,50	85,76	104,34
4,0	23,86	38,33	75,85	90,98
5,0	22,10	37,35	75,27	86,90

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F"

Pode-se verificar, pela equação de regressão (Figura 9), que houve decréscimos relativos da altura de planta por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) aos 20, 30 e 40 DAT de 6,18, 6,58, 6,63%, respectivamente, mostrando que a altura das plantas, nessas 3 avaliações, obteve comportamento semelhante quanto aos efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento do girassol. Deferidos decréscimos podem estar relacionados ao efeito osmótico nas plantas, provavelmente, em função do

acúmulo de sais nas folhas com redução do potencial osmótico do meio e, conseqüentemente, diminuição da disponibilidade de água para as plantas.

Biscaro et al., (2008) utilizando a cultivar de girassol H358 da Dekalb, obtiveram uma altura máxima de 114,7 cm ao utilizarem uma dose de 72,9 kg ha⁻¹ de N e irrigarem com água de baixa condutividade, valor menor do que a média obtida neste experimento quando se usou água de irrigação com CE de 0,5 a 5 dS m⁻¹.

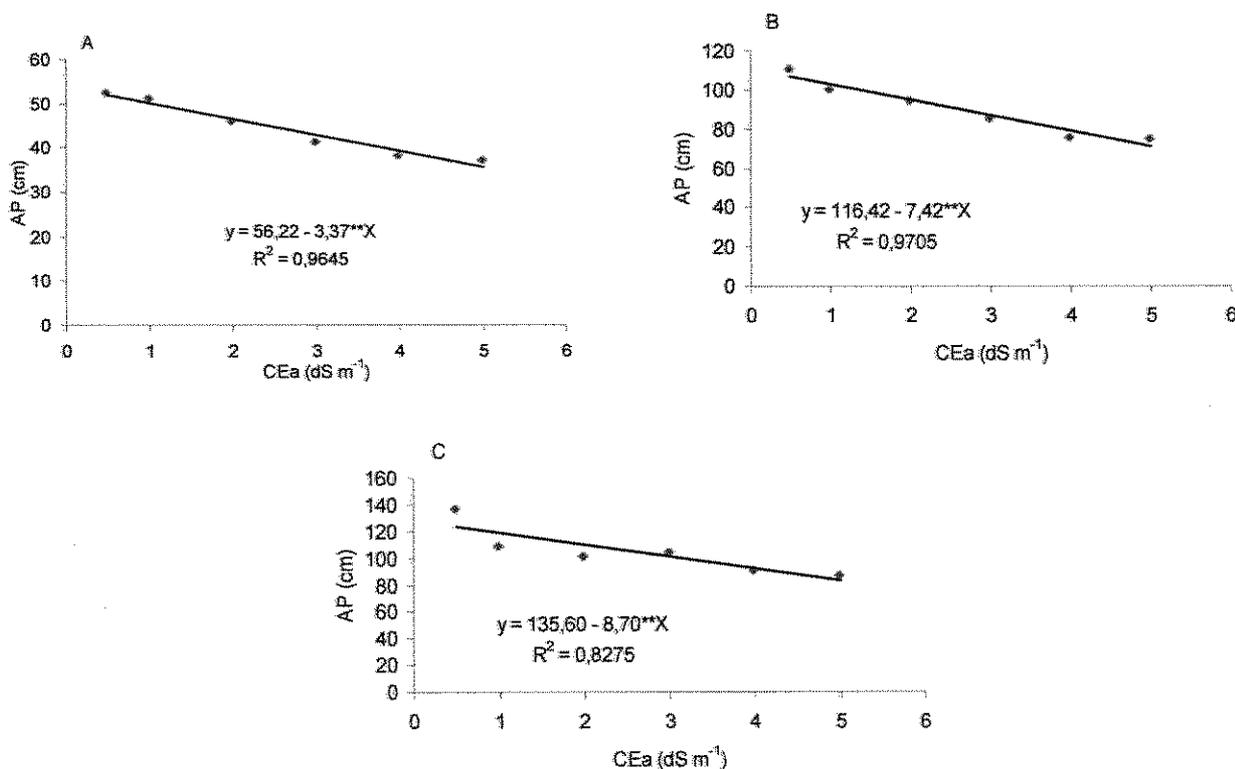


Figura 9. Altura de planta aos 20, 30 e 40 dias após transplântio do girassol em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Para se verificar o comportamento das plantas sob efeito da salinidade da água de irrigação ao longo do ciclo, além de se observar até onde as plantas não sofreram com o estresse salino, a Figura 10A mostra a altura de planta em função dos dias após transplântio podendo-se notar, pelo modelo matemático (Tabela 9), que nos níveis de salinidade da água de irrigação N₁, N₄ e N₅ a altura máxima alcançada foi aos 38 DAT e, para os tratamentos N₂, N₃ e N₆ aos 37 DAT, com uma altura de plantas máxima estimada em 141,29, 117,90, 110,20, 106,87, 92,86 e 90,37 cm, para os níveis de salinidade de 0,5, 1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹, respectivamente. Pode-se constatar, para níveis mais baixos de salinidade, que a altura das

plantas foi superior quando comparada com a altura de plantas submetidas aos níveis mais elevados de salinidade, principalmente aos 40 DAT.

Tabela 9. Modelos matemáticos para altura de plantas do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa), em função dos dias após transplantio

CEa	Modelos matemáticos para altura de planta (AP)	R^2
0,5	$y = \exp(2,99831971906 + 0,0015707069101 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,0001147751107 * x^3)$	$R^2 = 0,99$
1,0	$y = \exp(2,991546310405 + 0,001576416033468 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,000118805810481 * x^3)$	$R^2 = 0,99$
2,0	$y = \exp(2,9310922753695 + 0,00156863150858 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,000118181864056 * x^3)$	$R^2 = 0,99$
3,0	$y = \exp(2,8902048612 + 0,00142363327 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,000103813015 * x^3)$	$R^2 = 0,99$
4,0	$y = \exp(2,9029672687 + 0,00129156859 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,000093965802 * x^3)$	$R^2 = 0,99$
5,0	$y = \exp(2,81170071 + 0,00140704238 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,0001039081 * x^3)$	$R^2 = 0,99$

Observa-se, na Figura 10B, que o efeito da salinidade da água de irrigação foi crescente com o passar do tempo, inclusive para os 10 primeiros dias; contudo, nota-se, que quanto maior a salinidade da água de irrigação maior também foi o decréscimo na altura relativa de planta, visto que as plantas irrigadas com 1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹, apresentaram uma diferença de 18,25, 24,13, 16,43, 26,11 e 22,27% na altura de planta dos 10 DAT para 40 DAT; além disso, ao se comparar entre as salinidades da água de irrigação na mesma data, verifica-se que houve um decréscimo de 14,51, 28,71, 32,09 e 36,78% quando se comparou a altura das plantas irrigadas com água de CE de 0,5 e 5,0 dS m⁻¹, aos 10, 20, 30 e 40 DAT, respectivamente.

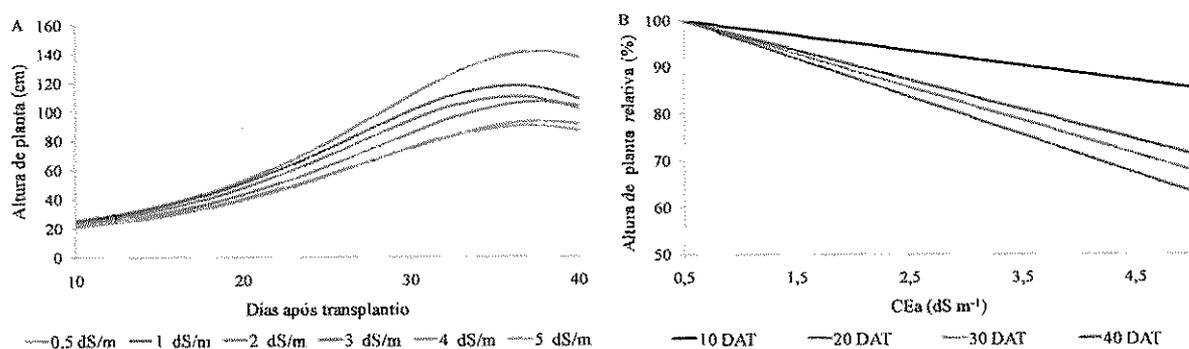


Figura 10. Evolução da altura da plantas do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, em função dos dias após transpalntio (A) e altura relativa de planta em função da salinidade de água (CEa) (B)

Verifica-se, também, que a altura das plantas irrigadas com CEa de 5 dS m⁻¹ obteve uma altura de planta de no mínimo 63% (40 DAT), em relação ao nível de salinidade mais

baixo, mostrando que é possível utilizar essa água (CEa de 5 dS m⁻¹) na cultura do girassol, sem acarretar maiores problemas em relação à altura de planta.

5.2. Diâmetro do caule

Na análise de variância dos dados (Tabela 10), o diâmetro do caule (DC) foi afetado significativamente pela salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$), nas épocas de avaliações 20, 30 e 40 DAT. Diferente da altura de planta, o diâmetro caulinar das plantas obteve o maior crescimento absoluto dos 10 aos 20 DAT, para todos os níveis de salinidade da água de irrigação.

Tabela 10. Resumo das análises de variância e médias para o diâmetro do caule aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplântio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio			
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
Salinidade	5	0,42ns	10,29**	21,70**	21,68**
Reg. Linear	1	-	47,08**	99,23**	101,94**
Reg Quadrat	1	-	0,35ns	4,39ns	2,56ns
Desvio Regr	3	-	1,35ns	1,63ns	1,31ns
Resíduo	54	0,39	0,85	1,39	2,05
CV		15,56	10,99	9,97	11,39

CEa (dS m ⁻¹)	Médias			
	mm			
0,5	3,99	9,35	13,23	14,20
1,0	4,20	9,54	13,31	13,77
2,0	4,25	8,90	12,39	13,15
3,0	3,96	8,06	12,06	12,79
4,0	3,68	7,29	10,29	11,02
5,0	3,97	7,24	9,83	10,58

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F"

De acordo com as equações de regressão, a salinidade da água afetou linearmente o DC aos 20, 30 e 40 DAT, havendo decréscimo relativo de 5,21, 5,31 e 5,04%, por incremento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação, respectivamente (Figura 11). Pode-se constatar a influência negativa da salinidade da água de irrigação sobre o decréscimo relativo do diâmetro do caule, com leve diminuição com o tempo. Esta diferença entre níveis salinos pode ser um indicativo de que o efeito da salinidade se comportou de maneira semelhante para todos os níveis de salinidade da água de irrigação. Esta variável é uma característica importante para o girassol, pois permite que ocorra menos tombamento da cultura e ainda facilita seu manejo, tratamentos e colheita.

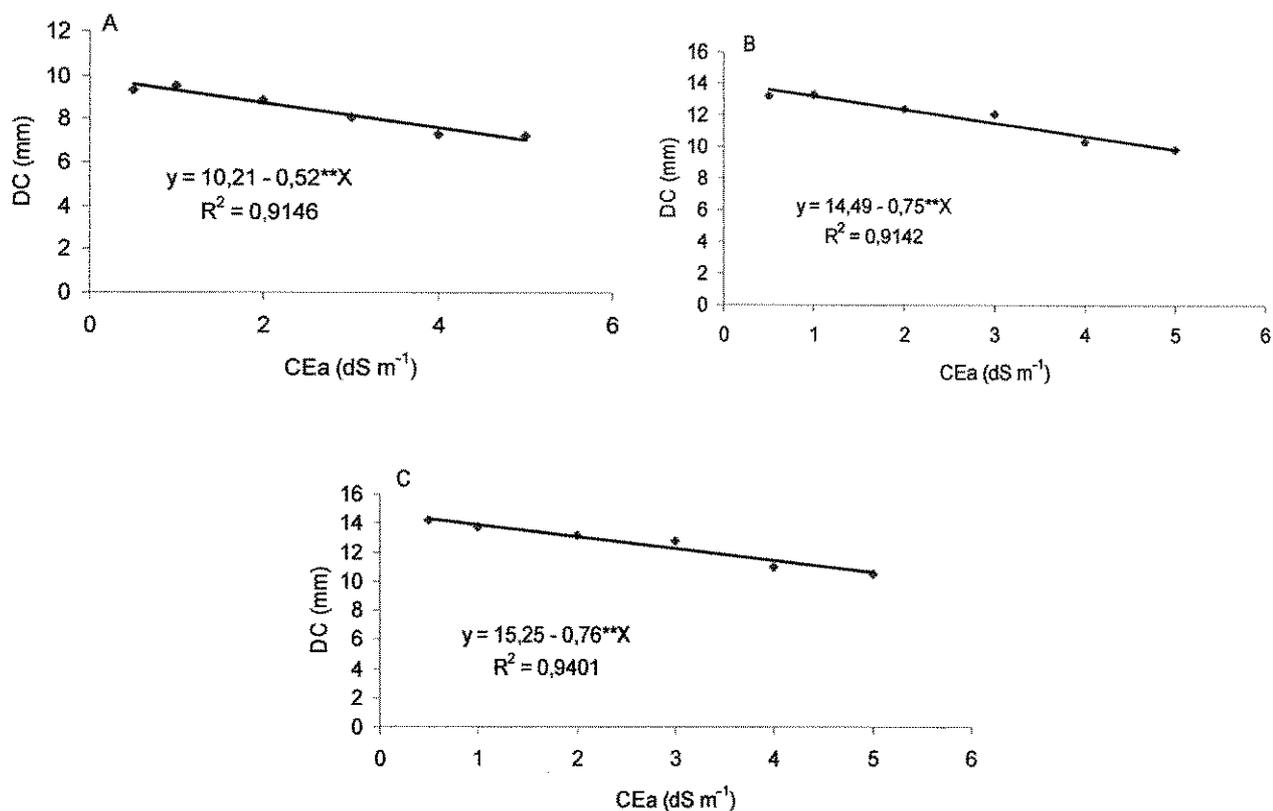


Figura 11. Diâmetro do caule aos 20, 30 e 40 dias após transplântio do girassol em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Observa-se, na Figura 12A que houve uma pequena diferença no crescimento caulinar entre os níveis mais baixos com relação aos níveis mais elevados de salinidade, em que os maiores DC foram registrados para os níveis mais baixos de salinidade da água porém a diferença entre ambos foi relativamente baixa, quando se compara entre épocas de avaliação.

De acordo com o modelo matemático para diâmetro caulinar em função dos dias após transplântio (Figura 12A), o diâmetro máximo estimado pelo modelo (Tabela 11) foi aos 36 DAT para todos os níveis salinos; os referidos diâmetros estimados pelo modelo foram de 15,12, 14,95, 14,00, 13,66, 11,65 e 11,07 mm para os níveis de salinidade de 0,5, 1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos encontrados por Biscaro et al., (2008) que, no caso da cultivar H358 da Dekalb, obtiveram um diâmetro caulinar de 18,4 mm quando se utilizou uma dose de 47,8 kg ha⁻¹ de N associada à irrigação com água de baixa salinidade.

Tabela 11. Modelo matemático para diâmetro do caule do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa), em função dos dias após transplantio

CEa	Modelos matemáticos para o diâmetro do caule (DC)	
0,5	$y = \exp(1,464572157 + 0,0011431095 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,00008696047 * x^3)$	$R^2 = 0,96$
1,0	$y = \exp(1,49306807 + 0,0011477125 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,000088318908 * x^3)$	$R^2 = 0,96$
2,0	$y = \exp(1,46361852871 + 0,001081111466 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,00008242182 * x^3)$	$R^2 = 0,97$
3,0	$y = \exp(1,32922271026 + 0,0011708799261 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,000088998795 * x^3)$	$R^2 = 0,98$
4,0	$y = \exp(1,283468968 + 0,0010602669 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,00008042868 * x^3)$	$R^2 = 0,98$
5,0	$y = \exp(1,3467550145 + 0,0009467442 * x^2 \text{Ln}(x) - 0,00007158502 * x^3)$	$R^2 = 0,98$

Os resultados apresentados (Figura 12B) mostram que aos 10 DAT o diâmetro caulinar foi menos afetado pela salinidade da água de irrigação, quando comparado com outras épocas, pois aos 10 DAT ocorreu uma diferença do diâmetro caulinar de 0,50% entre o nível mais baixo de salinidade da água de irrigação e o mais alto; já aos 20, 30 e 40 DAT, essa diferença foi de 22,57, 25,70 e 25,49%, mostrando que nas demais épocas o crescimento caulinar apresentou comportamento muito semelhante.

Na Figura 12B observa-se que o efeito da salinidade da água de irrigação variou em relação às épocas de avaliação sendo que, quanto maior a salinidade da água de irrigação maior também foi o decréscimo no diâmetro do caule da planta visto que as plantas irrigadas com 1, 2, 3, 4 e 5 dS m^{-1} , apresentaram diferença de 8,29, 13,91, 9,17, 14,62 e 24,99% no diâmetro caulinar entre 10 DAT e 40 DAT, respectivamente.

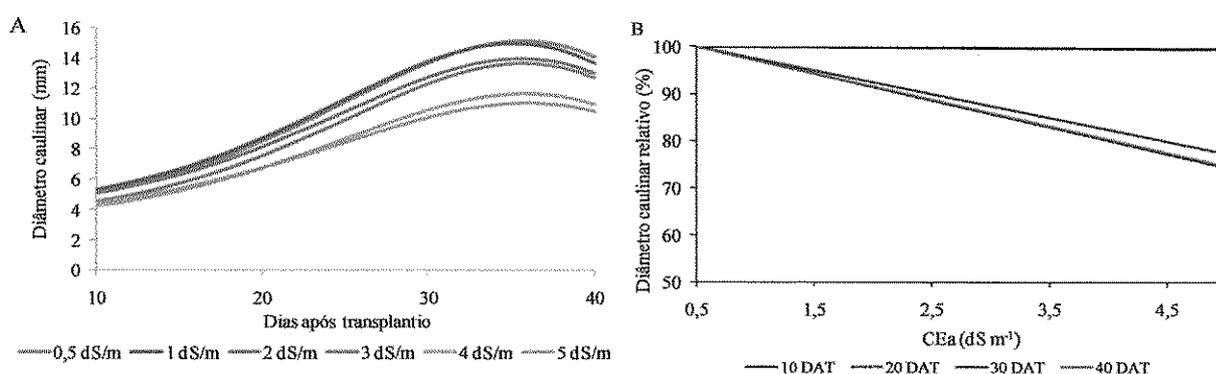


Figura 12. Evolução do diâmetro do caule ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) em função dos dias após transplantio (A) e diâmetros do caule relativo em função da salinidade de água (CEa) (B)

5.3. Número de folhas

Com base nas análises de variância, em termos de número de folhas (NF) não foi constatada diferença significativa da salinidade da água de irrigação, exceto na época de 20 DAT (Tabela 12). Por outro lado, observa-se, assim como no diâmetro do caule, que a maior emissão de folhas se deu dos 10 aos 20 DAT, em todos os níveis salinos.

Tabela 12. Resumo das análises de variância e médias para o número de folhas aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplântio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio			
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
Salinidade	5	2,23ns	11,14**	11,07ns	4,28ns
Reg. Linear	1	-	54,88**	-	-
Reg. Quadrat	1	-	0,43ns	-	-
Desvio Repr	3	-	0,14ns	-	-
Resíduo	54	1,08	2,85	10,10	8,43
CV		13,61	10,73	16,41	15,70
		Médias			
CEa (dS m ⁻¹)					
0,5		8,10	17,30	21,20	19,40
1,0		8,10	16,50	19,00	17,70
2,0		7,70	15,80	19,02	18,10
3,0		7,80	15,50	19,40	19,10
4,0		6,90	14,90	19,60	18,60
5,0		7,30	14,40	18,00	18,10

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F"

Para a época de 20 DAT observou-se, através da análise de regressão (Figura 13), que o número de folhas apresentou um decréscimo relativo de 3,22% por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Constata-se que a eficiência da planta em produzir novas folhas no período da avaliação não foi afetada pelos níveis de salinidade, demonstrando que o impacto negativo da salinidade sobre o número de folhas do girassol foi pouco expressivo com o aumento do tempo de cultivo sugerindo que, com o tempo, foi a variável menos prejudicada pela salinidade.

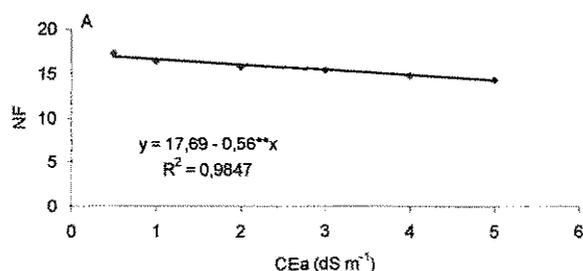


Figura 13. Número de folhas aos 20 dias após transplante do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Pode-se observar, na Figura 14A, que houve um crescimento acentuado do NF dos 10 aos 30 DAT para todos os níveis de salinidade estudados, sendo registrado aos 33 DAT, segundo o modelo matemático (Tabela 13), o maior número de folhas em todos os níveis de salinidade da água de irrigação em que o melhor tratamento foi o de N₁, reduzindo a partir daí sua taxa de crescimento.

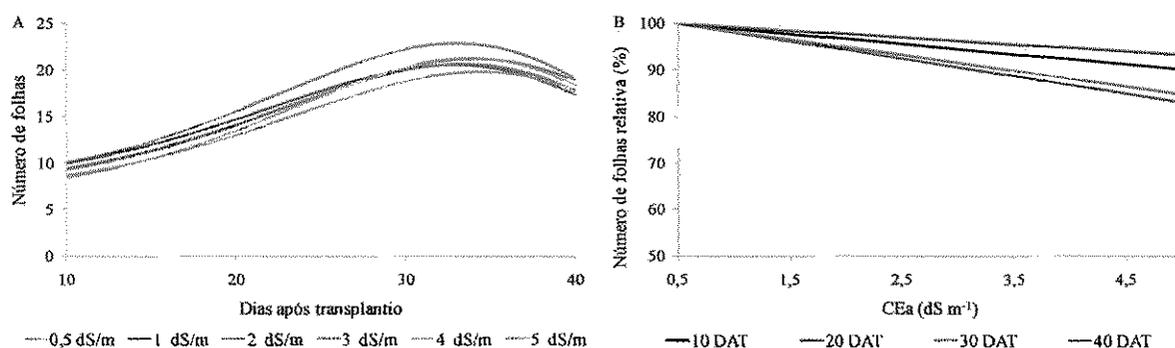


Figura 14. Evolução do número de folhas ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) em função dos dias após o transplante (A) e número de folhas relativo em função da salinidade da água de irrigação (CEa) (B)

Tabela 13. Modelos matemáticos para número de folhas do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa) em função dos dias após o transplante

CEa	Equação do modelo matemático (Número de folhas – NF)	R ²
0,5	$y = \exp(2,1589103106 + 0,001064538977 * x^2 \ln(x) - 0,00008579539 * x^3)$	0,92
1,0	$y = \exp(2,1713395068 + 0,00094739935 * x^2 \ln(x) - 0,000076657830 * x^3)$	0,89
2,0	$y = \exp(2,1056820471 + 0,0009837828 * x^2 \ln(x) - 0,00007859424 * x^3)$	0,91
3,0	$y = \exp(2,087090736 + 0,0009818502 * x^2 \ln(x) - 0,00007723982 * x^3)$	0,94
4,0	$y = \exp(1,971106877 + 0,0011280582 * x^2 \ln(x) - 0,00008931770 * x^3)$	0,95
5,0	$y = \exp(2,023377704 + 0,0009555787596 * x^2 \ln(x) - 0,000074656728 * x^3)$	0,94

Bonacin (2002), estudando o crescimento, produção e características das sementes de girassol (*Helianthus annuus* L. variedade Embrapa 122/V-2000), observou que houve

decréscimo do número de folhas durante as avaliações, caracterizando a fase final da maturação com a senescência e a perda de folhas; tal como ocorreu no presente trabalho constatou a diminuição do número de folhas nas últimas avaliações, mesmo sendo não significativa.

De acordo com a Figura 14B, observa-se que houve um decréscimo linear para o número de folhas aos 10, 20 e 30 DAT e um comportamento praticamente constante aos 40 DAT. O fato do número de folhas aos 40 DAT sofrer um declínio menor que as outras datas, provavelmente, deve-se ao fato da renovação das folhas em que, possivelmente, nesta avaliação tenha caído um número maior de folhas.

5.4. Área foliar

Verifica-se que a variável área foliar (AF) sofreu efeitos da salinidade da água de irrigação a nível de 0,01 de probabilidade, em todas as épocas (Tabela 14). Segundo a análise de regressão, o melhor modelo que se ajustou foi linear (Figura 15), com decréscimos relativos de 9,89, 12,06, 11,38 e 11,13% por incrementos unitários da condutividade elétrica da água de irrigação aos 10, 20, 30 e 40 DAT, respectivamente. Com base nesses resultados a influência negativa de decréscimo relativo da salinidade sobre a área foliar diminuiu com o tempo de cultivo, uma vez que o maior decréscimo foi obtido aos 20 DAT com 12,06%.

Tabela 14. Resumo das análises de variância e médias para a área foliar aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplântio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio			
		10 DAT ¹	20 DAT ¹	30 DAT	40 DAT ¹
Salinidade	5	23,03**	286,60**	4051945,29**	616,14**
Reg. Linear	1	95,67**	1405,75**	19812585,08**	2885,91**
Reg. Quadrat	1	6,90ns	0,25ns	98573,80ns	0,11ns
Desvio Regr	3	4,20ns	8,99ns	116189,19ns	64,89ns
Resíduo	54	4,97	9,23	131230,23	32,16
CV		19,59	10,54	18,59	12,04
		Médias ²			
CEa (dS m ⁻¹)		cm ²			
0,5		186,85	1248,80	2907,11	3485,75
1,0		182,69	1175,80	2325,48	2581,87
2,0		126,64	915,72	2055,57	2372,28
3,0		117,17	767,60	1859,86	2329,43
4,0		96,64	569,61	1392,38	1675,03
5,0		106,36	500,02	1150,79	1350,79

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F". ¹ dados apresentados estão transformados em \sqrt{x} , ² médias apresentadas com os dados originais

A redução da área foliar em função do aumento do nível salino da água de irrigação é, provavelmente, um processo fisiológico de defesa das plantas visto que a planta, para se proteger contra a perda de umidade, reduz sua superfície transpirante, concordando com Läubli & Epstein (1990) e Silva (2004) ao relatarem que a redução da área foliar decorre, provavelmente, da diminuição do volume das células, o que reduz a atividade fotossintética e contribui, de certo modo, para a adaptação das culturas à salinidade.

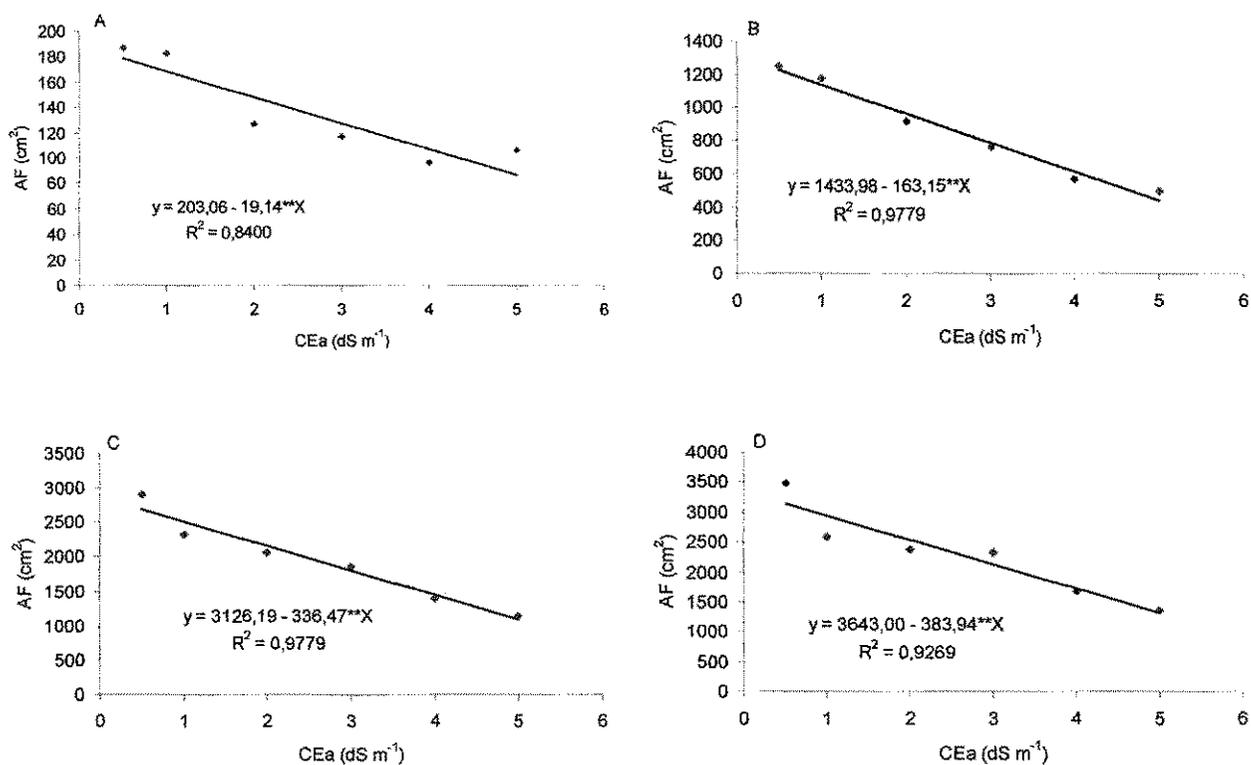


Figura 15. Área foliar aos 10, 20, 30 e 40 dias após transplantio do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Na Figura 16A nota-se que a evolução da área foliar foi diferenciada para cada nível salino, principalmente a partir dos 20 DAT, em que as plantas irrigadas com água de CEa de 0,5 e 5 dS m⁻¹, apresentaram as maiores e menores áreas foliares, respectivamente. Segundo o modelo matemático (Tabela 15) a área foliar máxima das plantas se deu aos 37 DAT para todos os níveis salinos, com uma área foliar estimada em 3729,54; 2801,04; 2566,76; 2459,89; 1804,23 e 1459,94 cm² para os níveis de salinidade de 0,5, 1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹, respectivamente, mostrando que o aumento da concentração salina da solução do solo acima do limite tolerável pelas culturas diminui progressivamente seu percentual de crescimento (Maas &

Hoffman, 1977). Este fato também foi relatado por Katerji et al., (1994) que, em condições de campo, constataram reduções significativas na matéria seca e na área foliar do girassol.

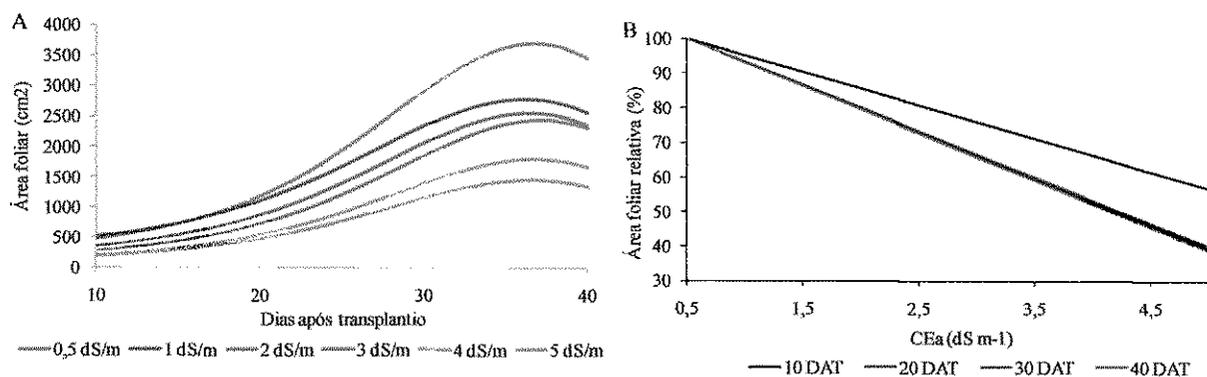


Figura 16. Evolução da área foliar do girassol para diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, em função dos dias após transplantio (A) e área foliar relativa em função da salinidade de água (CEa) (B)

Tabela 15. Modelos matemáticos para área foliar do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa) em função dos dias após transplantio

CEa	Equação do modelo matemático (Área foliar - AF)	R ²
0,5	$y = \exp(5,882827227 + 0,0019944432 * x^2 \ln(x) - 0,00014842183 * x^3)$	R ² = 0,98
1,0	$y = \exp(5,99116794167 + 0,0017225165907 * x^2 \ln(x) - 0,00012974113089 * x^3)$	R ² = 0,96
2,0	$y = \exp(5,610209442 + 0,001948074263178 * x^2 \ln(x) - 0,0001459005384 * x^3)$	R ² = 0,98
3,0	$y = \exp(5,363189856 + 0,00203515648 * x^2 \ln(x) - 0,000150352469 * x^3)$	R ² = 0,99
4,0	$y = \exp(5,024634969127 + 0,00211500266670 * x^2 \ln(x) - 0,000157580723 * x^3)$	R ² = 0,99
5,0	$y = \exp(4,943380476795 + 0,0020259745387 * x^2 \ln(x) - 0,0001514682967638 * x^3)$	R ² = 0,99

Na Figura 16B observa-se que o efeito da salinidade da água de irrigação foi crescente com o passar do tempo, inclusive para os 10 primeiros dias; contudo, nota-se, que após os 20 DAT a influência negativa da salinidade da água de irrigação sobre as plantas, em termo e área foliar, não é expressiva visto que a diferença na área foliar entre a CEa de 0,5 e 5 dS m⁻¹ aos 10, 20, 30 e 40 DAT, foi de 43,08, 59,96, 60,41 e 61,25%, respectivamente. Por essas diferenças pode-se dizer que a área foliar das plantas aos 20 DAT decresceu 16,88% a mais que aos 10 DAT.

Ao se comparar o decréscimo dos 30 DAT em relação aos 20 DAT, nota-se que a diferença foi de apenas 0,45% e a dos 40 DAT, em função dos 30 DAT, foi de 0,83%, Esses resultados concordam com Steduto et al., (2000), ao relatarem que, em virtude da sua alta adaptabilidade, a expansão foliar do girassol é ajustada conforme a disponibilidade de água,

mantendo a pressão de turgor adequada na parede das células e discordando, em parte, com Katerji et al., (1996) ao afirmarem que em condições excessivas de salinidade as plantas têm limitações para realizar o ajuste do potencial osmótico dentro das células resultando com isto, na redução do crescimento.

5.5. Diâmetro do botão na fase R₄

Analisando os resultados estatísticos para o crescimento do diâmetro do botão na fase R₄ (DB) apresentado na Tabela 16, verifica-se que houve efeito da salinidade da água de irrigação sobre o diâmetro do botão na fase R₄ (DB) a 0,01 de probabilidade, em todas as épocas avaliadas, exceto para 20 DAT. Na equação de regressão do diâmetro do botão na fase R₄ em função do nível de salinidade (Figura 17), observa-se que o diâmetro do botão decresceu linearmente aos 30 e 40 DAT, havendo decréscimos relativos de 5,33 e 6,10% por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa); sendo assim, os níveis de salinidade mais altos tiveram os menores diâmetros, apresentando as menores reduções relativas, ocasionadas pela salinidade da água (Tabela 16).

Tabela 16. Resumo das análises de variância e médias para o diâmetro do botão na fase R₄ (DB) aos 20, 30 e 40 dias após transplântio (DAT) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio		
		20 DAT ¹	30 DAT	40 DAT ¹
Salinidade	5	1,34ns	326,64**	3,63**
Reg. Linear	1	-	1265,29**	16,96**
Reg. Quadrat	1	-	73,16ns	0,82ns
Desvio Regr	3	-	98,26ns	0,13ns
Resíduo	54	0,54	35,31	0,81
CV		20,29	14,09	10,99
		Médias ²		
	CEa (dS m ⁻¹)	mm		
	0,5	13,00	45,23	78,77
	1,0	18,27	49,98	75,07
	2,0	15,68	45,84	73,64
	3,0	10,80	39,92	68,39
	4,0	13,84	36,45	59,07
	5,0	11,96	35,70	53,73

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F". ¹ dados apresentados estão transformados em \sqrt{x} , ² médias apresentadas com os dados originais

Na Figura 18 pode-se observar que o efeito negativo da salinidade da água de irrigação no diâmetro do botão foi aumentando com o passar do tempo, pois aos 20 DAT o diâmetro do

botão teve um decréscimo de 8,0%, ao se comparar o diâmetro das plantas irrigadas com CE de 0,5 dS m⁻¹; já aos 30 DAT, este decréscimo foi de 21,07% e, aos 40 DAT de 31,79%, mostrando que aos 30 e 40 DAT o diâmetro do botão decresceu 13,07 e 23,79% a mais que aos 20 DAT e se comparar a diminuição no diâmetro do botão ocorrida aos 40 DAT em relação aos 30 DAT, nota-se que este decréscimo foi de 10,72%. Mesmo com esse decréscimo ao longo do tempo, o diâmetro do botão das plantas irrigadas com água de CE de 5,0 dS m⁻¹, obteve mais de 65% do diâmetro das plantas irrigadas com 0,5 dS m⁻¹ (Figura 18).

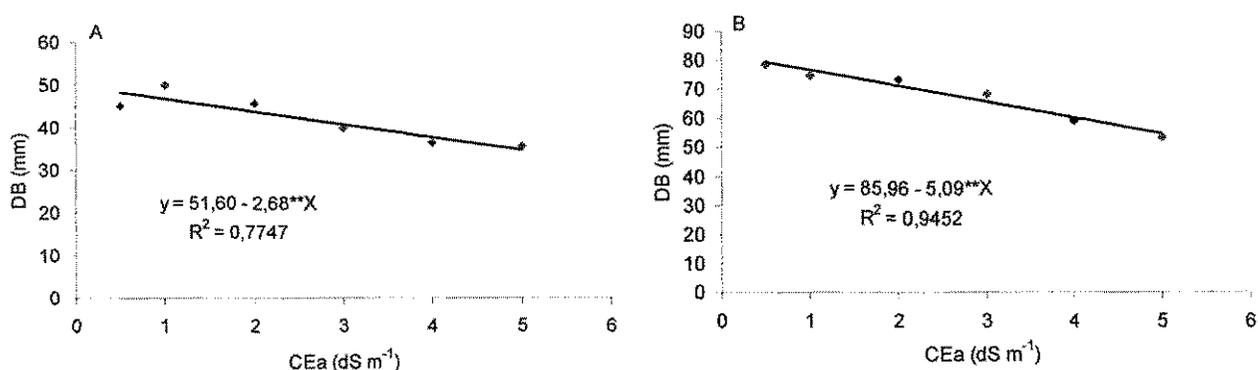


Figura 17. Diâmetro do botão na fase R₄ aos 30 e 40 dias após transplantio do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

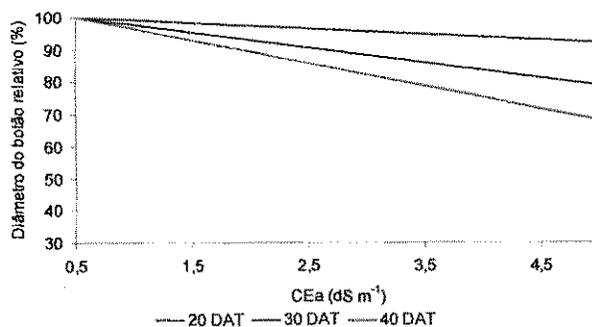


Figura 18. Diâmetro do botão na fase R₄ relativo, em função da condutividade elétrica de água de irrigação (CEa)

5.6. Taxa de crescimento absoluto da altura planta

Conforme o resumo da análise de variância para taxa de crescimento absoluto da altura (TCAAP) nas avaliações realizadas entre 10-20 (TCAAP1), 20-30 (TCAAP2) e 30-40 (TCAAP3) dias após transplantio (Tabela 17), verifica-se que TCAAP1 e TCAAP2 sofreram efeito significativo da salinidade da água de irrigação a nível de 0,01 de probabilidade.

Pela equação de regressão (Figura 19), observaram-se decréscimos lineares com o aumento da concentração salina, por cada incremento unitário da salinidade, de 9,84% para TCAAP1 e de 7,99% para TCAAP2. Diante disto, percebe-se um efeito menor da salinidade sobre esta variável, na última avaliação nas mesmas condições salinas. De acordo com François et al., (1986), a maior amplitude entre os dados da parte aérea representa a possibilidade do ajustamento osmótico paulatino das plantas ao meio salino.

Tabela 17. Resumo das análises de variância para taxa de crescimento absoluto da altura nos períodos de avaliação realizada entre 10-20 (TCAAP1), 20-30 (TCAAP2) e 30-40 (TCAAP3) dias após transplante (DAT), do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio		
		TCAAP1 ¹	TCAAP2	TCAAP3 ¹
Salinidade	5	0,21**	6,19**	0,42ns
Reg. Linear	1	1,01**	28,63**	-
Reg. Quadrat	1	0,01ns	0,78ns	-
Desvio Repr	3	0,02ns	0,51ns	-
Resíduo	54	0,02	0,76	0,17
CV		7,96	19,03	27,57
		Médias ²		
	CEa (dS m ⁻¹)	cm dia ⁻¹		
	0,5	2,65	5,84	2,66
	1,0	2,58	4,92	0,98
	2,0	2,10	4,80	0,74
	3,0	1,76	4,42	1,88
	4,0	1,44	3,75	1,51
	5,0	1,52	3,79	1,16

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F". ¹dados apresentados estão transformados em $\sqrt{x+1}$, ²médias apresentadas com os dados originais

Todas as avaliações de TCAAP podem estar relacionadas com a eficiência da parte aérea em realizar fotossíntese, proporcionando um desenvolvimento para planta não satisfatória na última avaliação e tendo resultado não significativo estatisticamente na última avaliação.

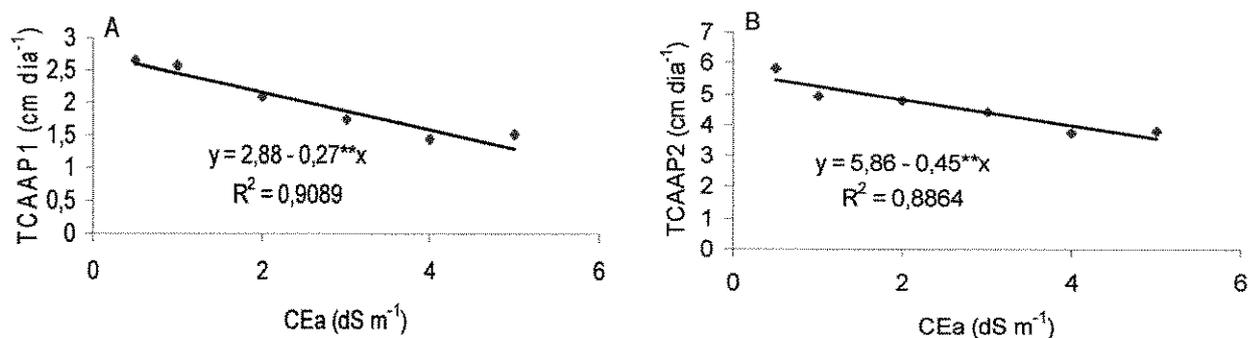


Figura 19. Taxa de crescimento absoluto para altura de planta, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) realizada em 10-20 (A) e 20-30 (B) dias após transplântio

5.7. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule

Analisando-se os resultados da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto de diâmetro do caule (TCADC) ao longo do ciclo (Tabela 18), verificou-se que apenas a 10-20 DAT (TCADC1) sofreu efeito da salinidade da água de irrigação, deferindo significativamente a nível de 0,01 de probabilidade.

De acordo com a equação de regressão (Figura 20), o decréscimo relativo da TCADC1 no intervalo de 10-20 DAT foi de 6,90% por aumento unitário da CEa. Para Maas & Hoffmann (1977), na medida em que a concentração salina do solo aumenta acima de um limite tolerável a taxa de crescimento da maioria das espécies vegetais diminui progressivamente.

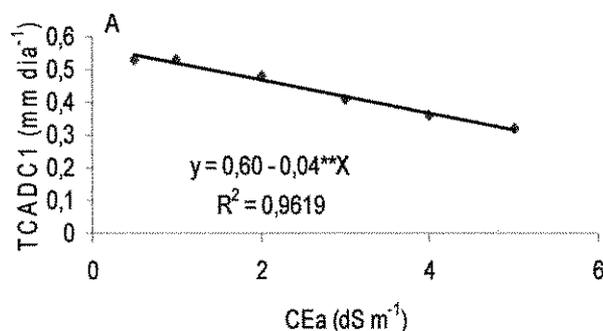


Figura 20. Taxa de crescimento absoluto para diâmetro de caule TCADC1 (10-20 DAT) em função condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Tabela 18. Resumo das análises de variância e médias para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro de caule 10-20 (TCADC1), 20-30 (TCADC2), 30-40 (TCADC3) dias após transplântio (DAT), do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio		
		TCADC1	TCADC2 ¹	TCADC3 ¹
Salinidade	5	0,08**	0,005ns	0,0006ns
Reg. Linear	1	0,38**	-	-
Reg. Quadrat	1	0,002ns	-	-
Desvio Regr	2	0,004ns	-	-
Resíduo	54	0,006	0,002	0,001
CV		17,54	3,91	3,30
		Médias ²		
CEa (dS m ⁻¹)		----- mm dia ⁻¹ -----		
0,5		0,53	0,38	0,01
1,0		0,53	0,37	0,05
2,0		0,48	0,34	0,08
3,0		0,41	0,40	0,09
4,0		0,36	0,30	0,07
5,0		0,32	0,26	0,08

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F". ¹Dados apresentados estão transformados em $\sqrt{X+1}$, ²Médias apresentadas com os dados originais

5.8. Produção de flores (Experimento I)

Na Tabela 19 o resumo da análise de variância indica efeito não significativo da salinidade sobre o diâmetro externo do capítulo (DE), enquanto para o número de pétalas no capítulo (NP) ocorreu efeito da salinidade da água de irrigação, a uma probabilidade de 0,05.

O diâmetro externo do capítulo no tratamento N₁, foi o que obteve o melhor resultado, com diâmetro de 17,53 cm, tendo proporcionado maior tamanho dos capítulos para as plantas e a menor média foi obtida com as plantas irrigadas com N₆ apresentando 14,32 cm valores esses em que ao final do ciclo da cultura, todos os tratamentos obtiveram diâmetro externo do capítulo comercialmente viável. Sabbagh (2008), trabalhando com outras cultivares de girassol observou que, embora não haja uma classificação oficial quanto à padronização de diâmetro de capítulo no mercado da floricultura de Curitiba, os capítulos são caracterizados pelos tamanhos pequeno, médio e grande, sendo que o diâmetro do capítulo tem em média 12 – 16 cm.

Segundo a Sakata Seed Corporation (2003), os valores de diâmetro do capítulo devem estar, em média, entre 10 e 15 cm de bráctea a bráctea. Esta variável é muito importante haja vista que ela indica o valor comercial da flor de girassol; no presente trabalho os valores obtidos nos diferentes níveis foram superiores aos dos padrões sugeridos por esta empresa.

De acordo com a equação de regressão da Figura 21, o efeito da salinidade da água de irrigação foi linearmente decrescente para o número de pétalas no capítulo, havendo diminuição de 6,76% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação; Tendo, portanto, em N₁ o número de pétalas no capítulo foi mais elevado, de acordo com a equação de regressão, foi de 27,8 pétalas e em N₆ o número de pétalas no capítulo foi o mais baixo, com 17,46 pétalas (Figura 21). Para a produção da flor do girassol ornamental esta variável é muito importante, pois assim como o diâmetro externo do capítulo indica o valor comercial.

Tabela 19. Resumo das análises de variância e médias para o diâmetro externo do capítulo (DE), número de pétalas no capítulo (NP) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio	
		DE (cm)	NP ¹
Salinidade	5	8,64ns	0,97*
Reg. Linear	1	-	11,02**
Reg. Quadrat	1	-	0,29ns
Reg. Cúbica	1	-	0,54ns
Desvio Regr	2	-	0,34ns
Resíduo	24	3,83	0,30
CV		12,28	11,82
		Médias ²	
	CEa (dS m ⁻¹)		
	0,5	17,53	30,20
	1,0	16,44	21,00
	2,0	16,55	21,80
	3,0	16,50	23,20
	4,0	14,34	18,60
	5,0	14,32	18,20

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F". ¹dados apresentados estão transformados em \sqrt{x} , ²médias apresentadas com os dados originais

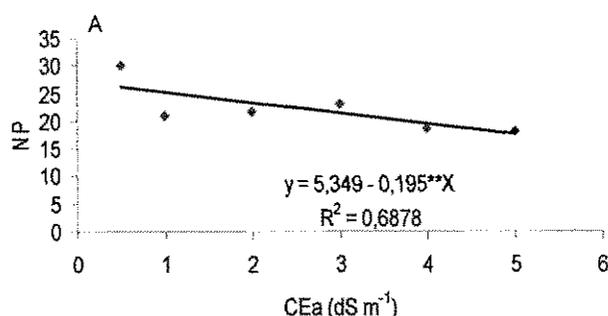


Figura 21. Número de pétalas do girassol em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

Com base na análise de variância observa-se, através da Tabela 20, que para a variável início do florescimento (IF) não houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação; da igual forma, a duração de pós-colheita (DPC) não sofreu efeito da salinidade da água de irrigação e apresentou duração máxima de 9,80 dias para o tratamento N₆ e mínima de 8,80 dias para o tratamento N₃.

Tabela 20. Resumo das análises de variância e média para início do florescimento (IF) e duração de pós-colheita (DPC) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio	
		IF	DPC
Salinidade	5	9,73ns	0,613ns
Resíduo	24	10,03	2,77
CV		9,19	18,21
		Médias	
	CEa (dS m ⁻¹)	----- dias -----	
	0,5	36,20	9,00
	1,0	32,60	9,00
	2,0	34,00	8,80
	3,0	35,80	9,20
	4,0	34,80	9,00
	5,0	33,40	9,80

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F"

As plantas ornamentais colhidas com flores e botões mais fechados têm, como vantagem, o fato de sofrerem menos danos mecânicos, facilitando o manuseio do sistema de embalagem, diminuição do tempo no campo e mantendo maior durabilidade pós-colheita. Dependendo da espécie como, por exemplo, o crisântemo, este tipo de colheita precoce não é recomendado, uma vez que as flores devem ser comercializadas completamente abertas. Em estudo com o girassol (cv Embrapa 122/V-2000) realizado pela EMBRAPA (2006), observou-se que o florescimento se deu a partir dos 53 dias após semeadura (DAS); no presente estudo, com a mesma cultivar, o florescimento mais tardio se deu com 51,20 DAS no tratamento N₁; mesmo assim, foi mais precoce, em 1,80 dia e no tratamento mais precoce (N₆) o florescimento se deu aos 48,40 DAS iniciando-se o florescimento 4,60 dias antes que o referido estudo.

5.9. Fitomassa seca das plantas para corte

Como se observa na Tabela 21, a salinidade da água de irrigação afetou significativamente o vigor das plantas, em termos de fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e das raízes (FSR), em que se verificou redução nas variáveis fitomassa seca da parte aérea e das raízes com aumento da salinidade da água de irrigação.

A equação de regressão que melhor se ajustou à fitomassa seca da parte aérea e da raiz, foi o modelo linear, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,95 e 0,92, respectivamente (Figura 22). O decréscimo apresentado por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) foi de 13,65 e 14,38% para a fitomassa seca de parte aérea e raiz, respectivamente. Esses decréscimos são explicados por vários autores, tais como Hayward & Wadleigh (1949) e Ayers & Westcot (1999), ao afirmarem que a diminuição do potencial osmótico do meio atua de forma negativa sobre o processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular e, como consequência, causando redução no crescimento e no desenvolvimento das plantas, além de que uma das explicações mais aceitas para a inibição do crescimento devido à salinidade do solo, é o desvio de energia do crescimento para a adaptação ao estresse, isto é, a redução na matéria seca, refletindo o custo metabólico de energia, associado à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono (Richardson & McCree, 1985; Azevedo Neto & Tabosa, 2000).

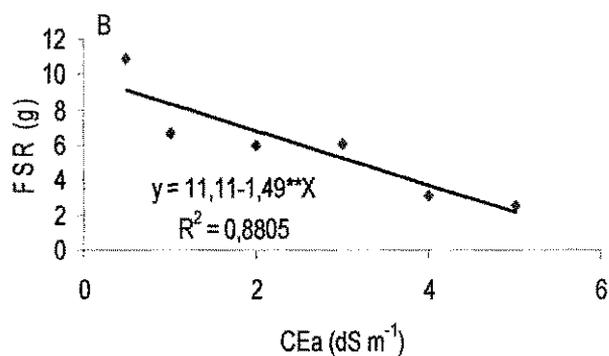
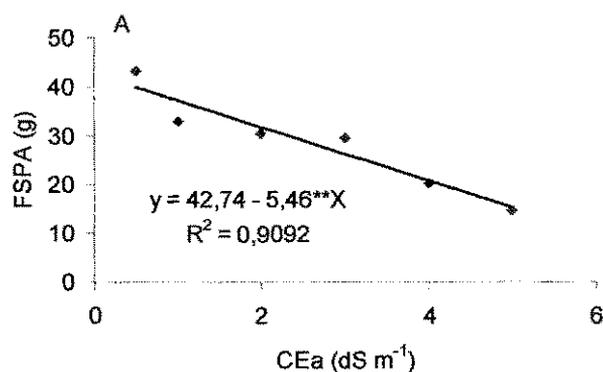
Postal (1990) e Silva (2004) relatam que o efeito adverso da salinidade sobre a absorção e a utilização de nutrientes está relacionado com o aumento de pressão osmótica na solução do solo e com o acúmulo de certos íons no tecido vegetal em concentrações tóxicas ocasionando, assim, diminuição no crescimento do sistema radicular, fato confirmado neste experimento, pois se observa na Figura 22 que a relação fitomassa seca da raiz/parte aérea decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, obtendo uma diminuição na relação de 9,09% por aumento unitário na CEa, ou seja, a fitomassa seca da raiz foi mais afetada pela salinidade da água de irrigação que a fitomassa seca da parte aérea.

Tabela 21. Resumo das análises de variância e média para a fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa das raízes (FSR) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio		
		FSPA ¹	FSR ¹	R/PA
Salinidade	5	4,64**	1,81**	0,008**
Reg. Linear	1	21,12ns	7,90**	0,031**
Reg. Quadrat	1	0,09ns	0,01ns	0,003ns
Reg. Cúbica	1	0,53ns	0,38ns	0,000ns
Desvio Regr	2	0,73ns	0,39ns	0,004ns
Resíduo	24	0,70	0,27	0,003
CV		16,04	22,58	29,61

CEa (dS m ⁻¹)	Médias ²		
	g		
0,5	43,44	10,88	0,25
1,0	32,88	6,71	0,19
2,0	30,50	6,01	0,20
3,0	29,79	6,07	0,17
4,0	20,20	3,15	0,13
5,0	14,98	2,60	0,15

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F". ¹ dados apresentados estão transformados em \sqrt{x} , ² médias apresentadas com os dados originais



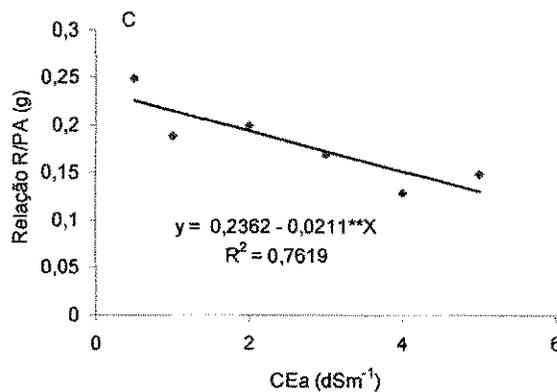


Figura 22. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa das raízes (FSR) e relação fitomassa seca da parte aérea/fitomassa seca da raiz (Relação FSA/FSR) do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

5.10. Consumo de água pela planta, condutividade elétrica da água de drenagem, fator de concentração e fração de lixiviação

O efeito osmótico da salinidade neste trabalho pode ser facilmente constatado pela redução do consumo de água pelas plantas nos tratamentos com maior salinidade (Figura 23), pois se sabe que a concentração de sais solúveis na zona radicular reduz o fluxo de água no sentido solo - planta - atmosfera, devido ao efeito osmótico (Rhoades & Loveday, 1990). De acordo com Sohan et al., (1999) e Urchei et al., (2000), o aumento da concentração de sais no solo tende a reduzir significativamente os níveis de consumo de água das plantas.

Com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), ocorreu um decréscimo do consumo de água pela planta (Figura 23) de 5,51%, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), ou seja, a cada aumento unitário na CEa estima-se que a planta diminui 1050 mL de água no seu consumo. A condutividade elétrica da água drenada (CEd) aumentou à medida em que a condutividade elétrica da água de irrigação aumentava, com elevado grau de associação entre as duas condutividades, visto que para cada aumento unitário da CEa houve um acréscimo de 40,20% na CEd.

A relação entre a CEd com a CEa, denominada fator de concentração de sais na água de drenagem (FC), diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação, de forma quadrática, apresentando um decréscimo de 15,46, 40,05, 56,19, 63,89 e 63,14% para os níveis de salinidade da água de irrigação de 1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹ em relação à CEa de 0,5 dS m⁻¹, e teve uma relação inversa com a fração de lixiviação - FL (Figura 23), em que a FL teve um

incremento de forma quadrática, com a salinidade da água de irrigação de 1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹ apresentando um acréscimo na FL de 12,77, 31,91, 42,55, 44,68 e 38,30% em relação à água de irrigação com CE de 0,5 dS m⁻¹. O fato da concentração de sais na água de drenagem ter diminuído com o aumento da salinidade da água de irrigação, pode ser explicado pela FL mais elevada, tendendo a um equilíbrio com a concentração de sais na água.

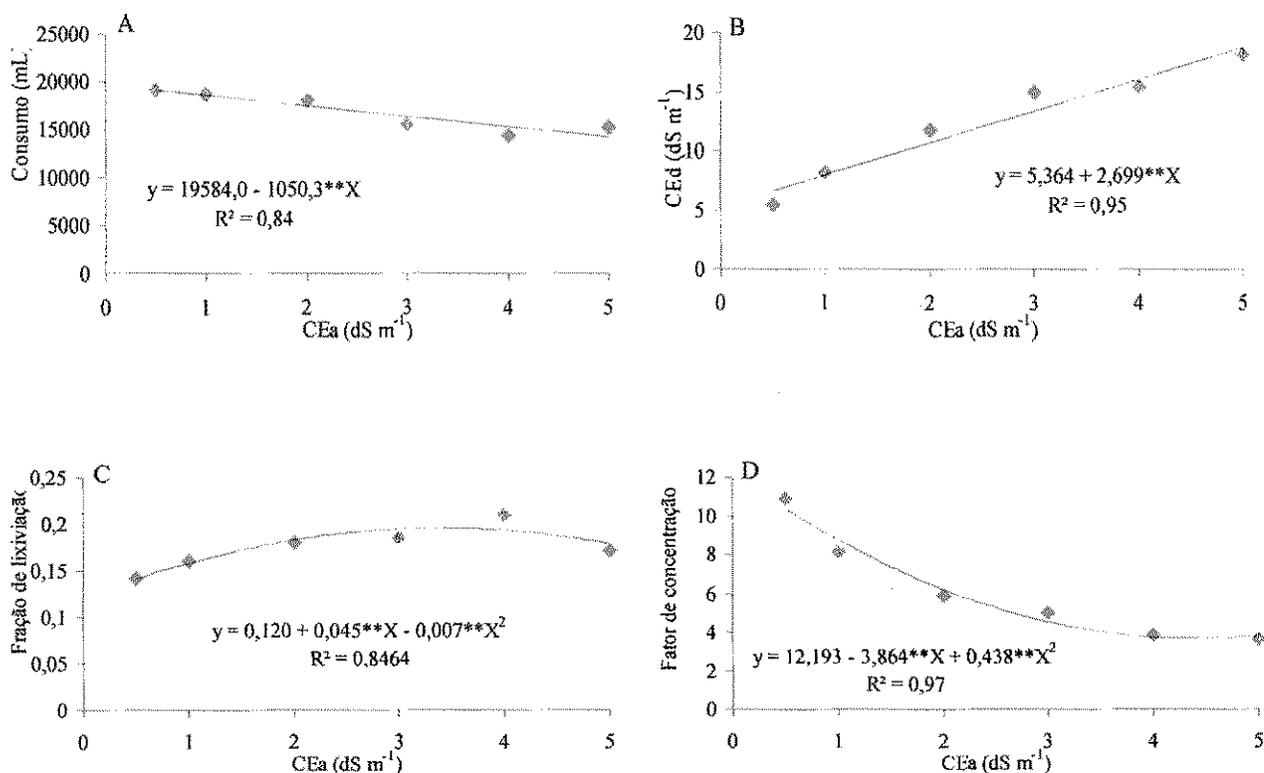


Figura 23: Consumo de água pelas plantas (CA), condutividade elétrica da água de drenagem (CEd), fator de concentração (FC) e fração de lixiviação (FL), em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

5.11. Análise de solo (Experimento I)

De acordo com a Tabela 22, os resultados da análise do extrato de saturação do solo no final do experimento permitem a avaliação da evolução da salinidade no solo, em função dos tratamentos testados.

Tabela 22. Resultados médios das análises do extrato de saturação do material de solo ao final do experimento de flor de corte para os diferentes níveis de CEa

Características	Níveis de salinos da água de irrigação (dS m ⁻¹)						
	Solo inicial	0,5	1	2	3	4	5
pH pasta de saturação	5,60	6,77	6,79	6,74	6,76	6,60	6,66
CE (dSm ⁻¹)	0,67	1,87	2,26	4,19	7,20	8,22	10,34
Ca (mmol _c L ⁻¹)	2,10	6,82	5,40	6,68	10,51	10,62	12,00
Mg (mmol _c L ⁻¹)	1,90	4,97	4,36	6,00	9,25	7,87	10,94
Na (mmol _c L ⁻¹)	2,01	6,41	11,54	26,11	37,63	51,69	64,75
K (mmol _c L ⁻¹)	0,25	0,32	0,34	0,49	0,51	1,47	1,61
CO ₃ (mmol _c L ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO ₃ (mmol _c L ⁻¹)	2,78	2,33	2,37	2,19	2,62	2,92	2,54
Cl (mmol _c L ⁻¹)	2,80	9,00	11,75	25,06	49,20	56,88	74,40
Sulfato	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Presente
RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}	1,42	2,63	5,12	10,48	11,90	16,83	19,27

As análises das médias de pH do solo no final do experimento indicaram que houve um acréscimo no valor do pH do solo em relação ao início do experimento (Tabela 22).

Comparando o efeito da salinidade da água de irrigação na evolução da salinidade do solo, pode-se dizer que o aumento foi diretamente relacionado à concentração de sais da água, atingindo valores de salinidade do solo acima dos valores da água de irrigação. Ayers & Westcot (1999) afirmam ser 1,5 a relação entre a CEes e a condutividade elétrica da água de irrigação (CEes = 1,5CEa) para uma FL igual a 0,15; esta relação foi maior (1,95) neste trabalho (Figura 24), sendo encontrados valores elevados de CEes em todos os tratamentos. As diferenças podem ser devido a vários fatores, tais como estudo em ambiente protegido com vasos e curta duração do estudo, onde não foi possível o equilíbrio iônico no solo, pois segundo os mesmos autores, a relação entre a CE_d e a CEes é 2 (CE_d = 2CEes) e neste estudo, se obteve uma relação próxima de 1,37 (Figura 24).

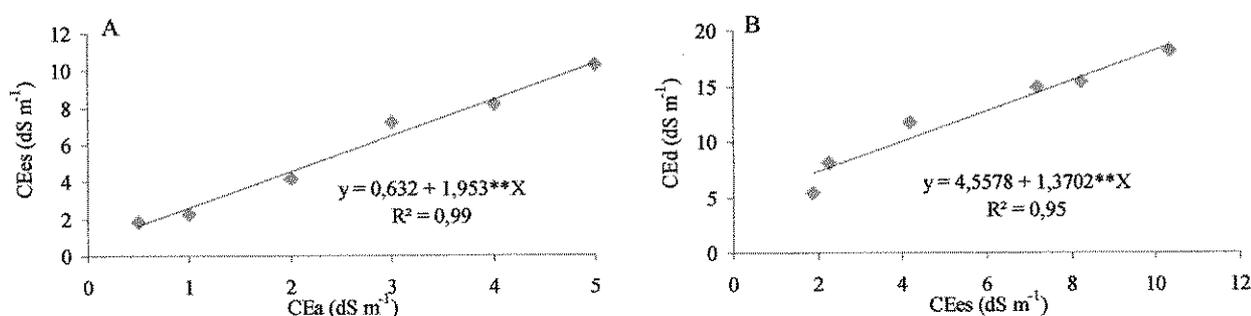


Figura 24. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) e a condutividade elétrica da água drenada, em função da condutividade elétrica do extrato de saturação ao final do Experimento I, de flor de corte

Na Tabela 22 observa-se que os valores de Cl, Ca, K e Na tiveram um aumento substancial, em todos os níveis de salinidade analisados, quando comparados com os teores existentes antes do início do experimento, sendo que as águas mais salinas apresentaram concentrações relativas de Na e Cl maiores do que os demais elementos e as concentrações totais dos principais nutrientes do solo, fato este justificado pela adição de NaCl à água de irrigação. Observa-se que os valores de K, Ca e Mg, podem ser considerados altos em relação aos níveis considerados no solo no início do experimento.

Os valores da RAS progrediram com os níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, fato relacionado com a composição da água de irrigação, uma vez que foi preparada, na sua totalidade, com NaCl, o que implica em incremento da RAS.

5.12. Produção de semente (Experimento II)

Conforme o resumo das análises das variáveis diâmetro interno do capítulo (DI), peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100A), foi significativo o efeito da salinidade da água de irrigação, a nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade, apenas para PA e NA, respectivamente.

De acordo com as médias apresentadas na Tabela 23 para o diâmetro interno do capítulo, o melhor resultado observado foi no nível N₁ com 7,81 cm e o menor diâmetro interno do capítulo foi no nível N₆ com 5,47 cm. Este resultado é importante para a produção de sementes, pois, quanto maior o diâmetro interno do capítulo, mais sementes a planta contém. Com relação ao peso de 100 aquênios, observa-se que o peso máximo de 100 aquênios alcançado foi de 9,08 g para N₃ e o mínimo de 6,83 g para N₆ (Tabela 23). De acordo com os resultados obtidos pela EMBRAPA (2006), o peso de 100 aquênios para essa cultivar é de 6 g, valor este obtido no nível mais salino da água de irrigação. Com relação à massa de 100 aquênios Biscaro et al., (2008) obtiveram o peso máximo alcançado de 7,19 g para a massa de 100 aquênios, valor muito próximo ao alcançado no N₆ no presente estudo.

De acordo com a análise de regressão, houve decréscimos no peso de aquênios, segundo a equação de 10,64% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 25) e para a variável número de aquênios este decréscimo unitário foi de 9,17%, ou seja, as plantas produziram um número de aquênio variando de 543 até 284 aquênios entre o nível de salinidade da água de irrigação mais baixo para o mais alto. Segundo Katerji et al., (2000), avaliando a produção do girassol sob condições de diferentes

CE da água de irrigação, obtiveram um decréscimo de 56,12% ao irrigarem com uma água de CE de 3,9 dSm⁻¹ em relação à água de CE de 0,8 dSm⁻¹.

Considerando que o peso de aquênio é o resultado da capacidade da planta de suprir nutrientes até o limite potencial estabelecido para cada cultivar (Zagonel & Mundstock, 1991), esses resultados significam que as plantas no presente estudo não tiveram problemas nutricionais. De acordo com os resultados obtidos por Carvalho & Pissaia (2002), que utilizando o híbrido M 734, quando utilizou uma dose de 50 kg ha⁻¹ de N e obtiveram 499 aquênios por capítulo. No entanto, os autores afirmam que essa quantidade foi baixa provavelmente pela influência da disponibilidade hídrica.

Tabela 23. Resumo das análises de variância e médias para o diâmetro interno do capítulo (DI), peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100A) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio			
		DI ¹ (cm)	PA ¹ (g)	NA ¹	P100A ¹ (g)
Salinidade	5	0,14ns	3,65**	38,09*	0,09ns
Reg. Linear	1	-	15,76**	136,69**	-
Reg. Quadrat	1	-	0,41ns	23,43ns	-
Reg. Cúbica	1	-	1,69ns	18,27ns	-
Desvio Regr	2	-	0,18ns	6,04ns	-
Resíduo	24	0,11	0,79	12,49	0,12
CV		12,72	16,66	18,20	12,97
		Médias ²			
CEa (dS m ⁻¹)					
0,5		7,81	46,73	600,00	7,96
1,0		7,47	30,82	422,80	7,25
2,0		6,93	29,89	319,75	9,08
3,0		6,98	28,99	402,00	7,65
4,0		6,00	23,92	319,00	7,94
5,0		5,47	18,41	297,40	6,83

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste

"F".¹ dados apresentados estão transformados em \sqrt{x} , ² médias apresentadas com os dados originais

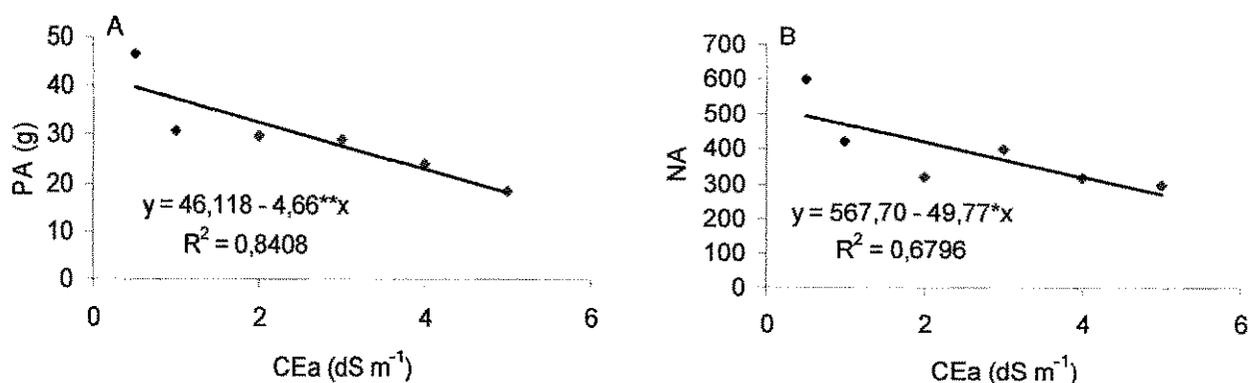


Figura 25. Peso de aquênio (PA) e número de aquênio (NA) do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

5.13. Fitomassa seca da parte aérea e raiz

Na Tabela 24 encontra-se o resumo das análises de variância para as variáveis fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e das raízes (FSR), sendo constatado efeito significativo da salinidade da água de irrigação.

Reduções na FSR após o aumento das concentrações de sais na água de irrigação, também foram relatadas por Wahid et al., (1999). De acordo com François et al., (1986), a maior amplitude entre os dados de matéria seca de raízes e da parte aérea, representa a possibilidade do ajustamento osmótico paulatino das plantas ao meio salino.

Na Tabela 24 nota-se que a fitomassa seca da parte aérea sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação de forma linear e, segundo a análise de regressão (Figura 26), a FSPA decresceu 12,49% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação; já na fitomassa seca da raiz (FSR) observa-se que também houve efeito da salinidade da água de irrigação, de forma linear, porém foi mais afetado pela salinidade que a FSPA, visto que ocorreu decréscimo de 16,64% por incremento unitário da CEa.

Tabela 24. Resumo das análises de variância e médias para a fitomassa seca da parte aérea (FSFA), fitomassa das raízes (FSR) do girassol irrigado com águas de diferentes condutividades elétricas (CEa)

Causa de Variação	GL	Quadrados médio		
		FSPA ¹	FSR ¹	R/PA ¹
Salinidade	5	7,57**	3,91**	0,07ns
Reg. Linear	1	34,54**	18,72**	-
Reg. Quadrat	1	0,43ns	0,45ns	-
Reg. Cúbica	1	0,28ns	0,09ns	-
Desvio Reagr	2	1,30ns	0,13ns	-
Resíduo	24	0,59	0,28	0,03
CV		12,39	19,99	41,09

CEa (dS m ⁻¹)	Médias ²		
	FSPA ¹	FSR ¹	R/PA ¹
0,5	66,26	16,24	0,49
1,0	45,29	11,50	0,26
2,0	47,01	6,96	0,14
3,0	33,77	6,43	0,15
4,0	28,24	3,50	0,13
5,0	22,54	2,69	0,12

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ns - não significativo; pelo teste "F". ¹dados apresentados estão transformados em \sqrt{x} , ²médias apresentadas com os dados originais

Diferente do Experimento I, na relação fitomassa seca da raiz/parte aérea, nesse experimento (Experimento II), não foi constatado efeito significativo da salinidade da água de irrigação, porém pode-se verificar, na Tabela 24, que a salinidade da água de irrigação interfere nessa variável, visto que ocorreu um decréscimo de 46,93% na relação FSR/FSPA das plantas irrigadas com água de CE de 1,0 dS m⁻¹ quando comparadas com a relação das plantas irrigadas com água de CE de 0,5 dS m⁻¹, ficando evidente que a salinidade afetou mais a FSR que a FSPA.

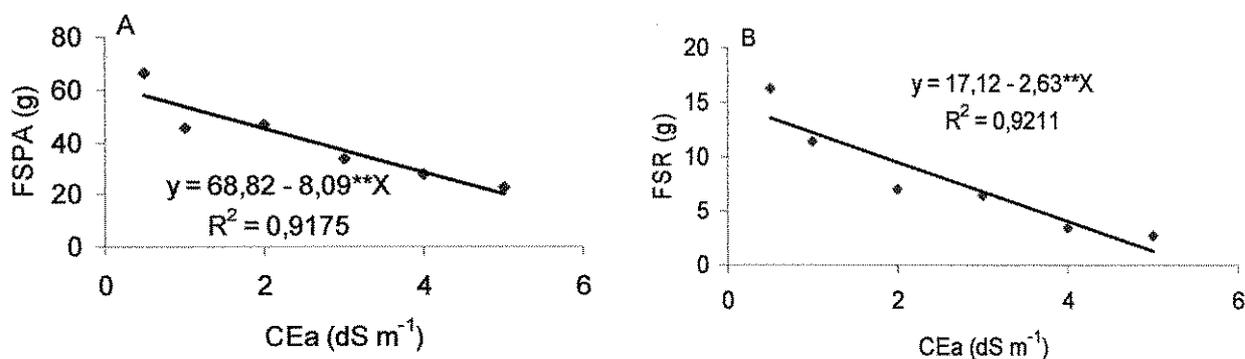


Figura 26. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa das raízes (FSR) do girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

5.14. Consumo de água pela planta, condutividade elétrica da água de drenagem, fator de concentração e fração de lixiviação

Assim como no Experimento I (item 5.10.), a condutividade elétrica da água drenada (CEd) cresceu com o aumento da salinidade da água de irrigação (CEa). Apesar da diferença entre os dois experimentos quanto ao tempo de exposição à salinidade da água de irrigação, as variações na condutividade elétrica da água de drenagem (CEd) apresentaram um acréscimo de 179,32% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação chegando, na água mais salina, com uma CEes estimada de 12,37 dS m⁻¹. Esse incremento na condutividade elétrica da água drenada com o aumento da condutividade da água de irrigação, fez com que o consumo de água pelas plantas decrescesse linearmente, com um decréscimo de 9,96% por aumento unitário da CEa, ou seja, para cada 1 dS m⁻¹ acrescentado na água de irrigação, estima-se que a planta consumiu, a menos 4276 mL.

Para o fator de concentração (FC) observou-se redução com o aumento da CEa (Figura 27), porém nenhum modelo matemático se ajustou adequadamente aos dados. O comportamento do FC nesse experimento foi mais influenciado pela CEa do que no primeiro experimento, o que pode ser atribuído ao período de aplicação de água mais prolongado, pois a fração de lixiviação (FL) aumentou de forma quadrática com o incremento da salinidade da água de irrigação.

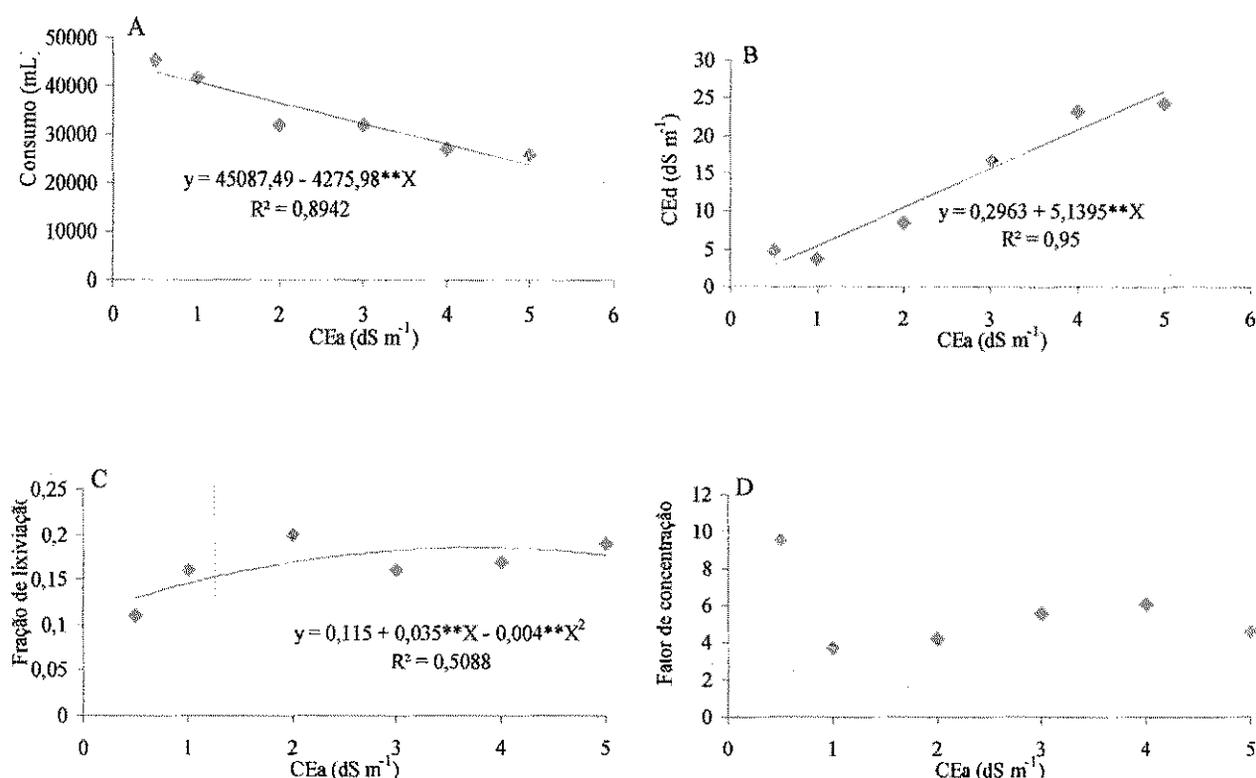


Figura 27. Consumo de água pelas plantas (CA), condutividade elétrica da água de drenagem (CEd), fator de concentração (FC) e fração de lixiviação (FL), em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

5.15. Análise de solo (Experimento II)

Os tratamentos produziram valores de salinidade do solo maiores quanto maior a salinidade da água. De acordo com Ayers & Westcot (1999), ao atingir o equilíbrio a concentração de sais aumenta com a profundidade em virtude de que a água de irrigação evapotranspirada pela cultura deixa seus sais na zona radicular para serem deslocados por irrigações subsequentes para sua parte inferior, onde se acumulam até serem lixiviados a maiores profundidades. Comparando as análises das características químicas do solo antes e depois da implantação do experimento (Tabela 25), o que permite a avaliação da evolução da salinidade no solo em função dos tratamentos testados, verifica-se que houve um acréscimo no Na à medida que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação, variando no máximo de 73,58 mmolL⁻¹ e no mínimo de 7,29 mmolL⁻¹.

Em consequência desse aumento do Na, os resultados da RAS no final do experimento aumentaram proporcionalmente com a salinidade da água, para os diferentes níveis, fato este

relacionado com a composição da água de irrigação uma vez que foi preparada na sua totalidade com NaCl, o que implica no aumento da RAS.

Com os resultados das análises do extrato de saturação do solo no final do experimento (Tabela 25), verificaram-se incrementos para todos os cátions. A elevação mais acentuada do sódio e do cloreto ocorreu devido às altas proporções de Na utilizadas na preparação das águas de irrigação, em forma de cloreto. As altas concentrações desses íons em relação a outros que estejam presentes em baixas concentrações na solução do solo, podem causar toxicidade (Läuchli & Epstein, 1990). Conforme Ayers & Westcot (1999), os problemas de toxicidade mais frequentes são provocados principalmente pelos íons cloreto e sódio contidos na água de irrigação.

A principal influência da salinidade da água de irrigação foi ter produzido valores de salinidade do solo maiores nos níveis de salinidade mais elevados. Verifica-se que, inicialmente, o solo possuía uma condutividade elétrica de $0,67 \text{ dS m}^{-1}$ e no final do experimento para o tratamento N₆ atingiu um valor de $10,79 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 28). Com base nesses resultados foi possível constatar que as águas de irrigação, independentemente do teor iônico, aumentaram a concentração salina do solo.

Neste experimento, por ter sido mais longo que o Experimento I, a relação de CE_d versus CE_s citada em Ayers & Westcot (1999) em que é igual a 2, a relação entre a condutividade elétrica da água drenada e a condutividade elétrica do extrato de saturação, observou-se que foi muito próximo pois, segundo o modelo de regressão, o valor foi igual a 2,2, como pode ser visto na Figura 28.

Tabela 25. Resultados médios das análises do extrato de saturação do material de solo ao final do experimento, para produção de semente

Características	Níveis de salinos (dSm^{-1})						
	Solo inicial	0,5	1	2	3	4	5
pH pasta de saturação	5,60	7,15	7,20	6,93	7,08	7,10	7,15
CE (dSm^{-1})	0,67	1,68	1,52	5,25	8,61	9,85	10,79
Ca ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	2,10	3,21	1,84	7,00	5,45	6,03	5,92
Mg ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	1,90	3,82	2,54	6,68	6,03	6,22	14,08
Na ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	2,01	7,29	7,90	33,10	59,23	67,88	73,58
K ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	0,25	0,39	0,39	0,79	0,88	0,98	1,12
CO ₃ ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HCO ₃ ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	2,78	3,27	3,00	3,57	4,09	3,68	3,75
Cl ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1}$)	2,80	9,84	9,79	35,11	68,95	79,15	90,80
Sulfato	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
RAS ($\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$) ^{0,5}	1,42	3,87	5,34	13,18	24,28	27,31	26,44

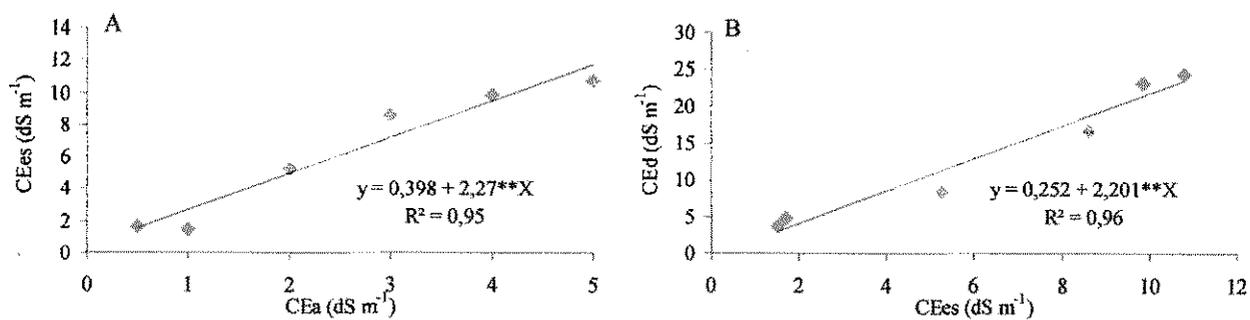


Figura 28. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em função da salinidade da água de irrigação (CEa) e condutividade elétrica da água drenada em função da condutividade elétrica do extrato de saturação ao final do Experimento II de produção de semente

6. CONCLUSÃO

Diante das condições experimentais e pelos resultados obtidos durante o trabalho, conclui-se que:

Nas variáveis de crescimento estudadas, a altura de planta, o diâmetro do caule, o número de folhas e a área foliar, foram reduzidos com o incremento da salinidade da água de irrigação e o efeito mais drástico ocorreu na área foliar.

O número de pétalas no capítulo diminuiu significativamente com o aumento da salinidade da água de irrigação, sendo as plantas irrigadas com água de baixa ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) e alta condutividade elétrica (5 dS m^{-1}) com 27,8 e 17,46 pétalas, respectivamente.

O peso de aquênios e o número de aquênios tiveram um decréscimo de 10,64 e 9,17%, respectivamente, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

As irrigações com águas de diferentes salinidades provocam acúmulo de sais no solo, elevando a CEes em média 8,5 vezes para produção de flor e 9,4 vezes para semente.

Os níveis de salinidade da água de irrigação usada durante os dois experimentos proporcionaram, em média, aumento da condutividade elétrica do efluente drenado, de 1,37 vezes para produção de flor e 2,2 vezes para semente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, A. A.; ALMEIDA, D. P. F. Características da flor cortada e exportação de macronutrientes de seis cultivares de girassol ornamental no litoral norte de Portugal. Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas 5 e Congresso Iberoamericano de Ciências Hortícolas 4. Portugal, Porto 2005.

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. p 520-536.

AGUIRREZÁBAL, L. A. N.; ANDRADE, F. Ecofisiologia. In: DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, A.G.A. (Ed.) Manual práctico para el cultivo de girassol. Buenos Aires: Ed. Hemisfério Sur, 2002. p. 26-29.

ALBUQUERQUE, M. C. de F. E; MORO, FABÍOLA V., FAGIOLI, MARCELO e RIBEIRO, MIRIAM C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. Revista Brasileira de Sementes, v. 23, nº 1, p.1-8, 2001.

ALIAN, A.; ALTMAN, A.; HEUER, B. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh tomato cultivars. Plant Science. v.152, n.1, p.59-65. 2000.

ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. Advances in Agronomy. v.16, p. 139 – 180, 1964.

ALMEIDA, M. F.; VON TIESENHOUSEN, I. M. E.; AQUINO, L. .H. Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estádios de corte, girassol e milho para ruminantes. Ciência Prática, v.19, p.315-321, 1995.

ALVES, P. L. Folhas do girassol podem ser usadas na inibição do crescimento de plantas daninhas. Disponível em: www.cnpsa.EMBRAPA.br. Acessado em : 03 jan 2008.

AMBIENTEBRASIL. Disponível em: www.triangulomineiro.com/noticia.. Acesso em: 15 novembro 2008.

AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.2, p.167-176, 2002.

ANDRADE, F. H.; FERREIRO, M. Reproductive growth of maize, sunflower and soybean at different sources and levels during grain filling. Field Crops Research, v.48, p.155-165. 1996.

ANDRADE, L. N. V.; LOPES, H. L. Aplicação de modelos hidrológicos superficiais e subsuperficiais em bacias hidrográficas: FASE I - compilação de banco de dados. Juazeiro: UNEB Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Disponível em: [geodesia.ufsc.br/Geodesia on line/ arqillvo/Cobrac_2000/13 0/13 O.htm](http://geodesia.ufsc.br/Geodesia%20on%20line/arqillvo/Cobrac_2000/13%200/13%20O.htm). Acesso em 20 de Agosto 2003

ANEFALOS, L.; GUILHOTO, J. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. *Agricultura*. São Paulo, v 50, n 2, p 41-63, 2003.

AYERS, A. D.; HAYWARD, H. E. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. *Soil Science Society America Proceedings*, v. 13, p. 224-6, 1948.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 29).

AZEVEDO NETO, A. D. de; TABOSA A. D. DE; J. N. Estresse salino em plântulas de milho. Parte I: análise do crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.2, p.159-164, 2000. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB

BELTÃO, N. E. de M.; VASCONCELOS, O. L.; FIDELES FILHOS, F.; RIBEIRO, V. G.; PERREIRA, J. R. Análise do crescimento do algodão herbáceo em sistema de produção de elevada tecnologia, irrigada via pivô central. In: Congresso Brasileiro de Algodão. Campo Grande. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2001a. v. 3, p.435-438.

BELTRÃO, N. E. de M.; ALMEIDA, O. A.; PEREIRA, J. R.; FILHO, J. F. Metodologia para estimativa do crescimento do fruto e do volume absoluto e relativo da planta do algodoeiro. *Revista de Oleaginosa e Fibrosas*. v. 5, n 1, p. 283-289, 2001b.

BERNSTEIN, L. Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Annual Review of Phytopathology*. n. 13, p. 295-311, 1975.

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

BONACIN, G. A. Crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol em função de doses de boro. (Tese Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002. p. 160.

BRADY, N.; BUCKMAN, H. C. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1983. 647p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório, reconhecimento de solos do Estado da Paraíba 1. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba 2. Rio de Janeiro: A/CONTAP/USAD/BRASIL. p. 683, 1972. Boletim DPFs, EPE-MA, 15 – Pedologia, 8.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Plano nacional de agroenergia. Brasília, 2005. p.120.

BLANCO, F. F. Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo. Piracicaba, (Dissertação Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1999, p. 104.

CARNEIRO, P. T. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade. Campina Grande: UFPB, 2001. p. 81 (Dissertação de Mestrado).

CARVALHO, D. B.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha. Scientia Agrária, Piracicaba, SP, v. 3 , n 1-2, p. 41-45, 2002.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. p. 24 (Documentos, 58).

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C. de; SILVEIRA, J. M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. p 24. EMBRAPA-CNPSO. (Documentos, 59)

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. A cultura do girassol. Londrina: EMBRAPA- CNPSO, 1996. 38p. (Circular Técnica, 13).

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A. A cultura do girassol: Tecnologia de produção. 2. ed. Londrina: EMBRAPA Soja, 1997. 20p. (Documentos, 67).

CHUSMAN, J. C. Osmoregulation in plants: implications for agriculture. *American Zoologist*, v.41, n.4, p.758-769, 2001.

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

CORDEIRO, G. G. Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: Origem e recuperação, diagnóstico. Petrolina: EMBRAPA CPATSA, n.50, p. 1-16, 1988. Documentos

CONNOR, J. D.; SANDRAS, V. O. Physiology of yield expression in sunflower. *Field Crops Research*, n.30, p. 333-389, 1992.

CRAMER, G.R.; ALBERICO, G.J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.21, p.675-692, 1994.

CRUCIANI, D. E. *A drenagem na agricultura*. 4 ed. São Paulo: Ed. Nobel, p.337,1987.

DASOJU, S; EVANS, M. R; WHIPKER, B. E. paclobutrazol drenches control growth of potted sunflowers. *Horttechnology*, Ames, v. 8, n. 2, p. 235-237, 1998.

DAKER, A. *A água na agricultura*. 7 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, v. 3, p.543.1988.

DALL'AGNOL, A., VIEIRA, O. V., LEITE, R. M. V. B. C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C., BRIGHENTI, A. M., CASTRO, C. (ed). *Girassol no Brasil*. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 1 – 14.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. *Las necesidades de aguas de los cultivos*. Roma: FAO, 1977. 143p. (Estúdios FAO: Riego, Drenaje, 24).

DOSIO, G. A. A.; GONZÁLEZ, L. M.; PEREYRA, V. R. AGUIRREZÁBAL, L. A. N. Efecto de cortos períodos de reducción de la radiación incidente sobre los componentes del rendimiento en aceite en las plantas de girasol. In: *Reunión nacional de fisiología vegetal*, 22., Mar del Plata, Resúmenes. Mar del Plata, p.162-163, 1998.

EIFLÉR, V. L. B. *Registro fotográfico: Fases de desenvolvimento da planta de girassol*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. p 24. EMBRAPA-CNPSO. (Documentos, 59) – Embrapa Florestas.

EPSTEIN, E. *Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives*. New York: John Wiley and Sons. 1972. 412p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2ed. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Folder girassol Embrapa 122/V-2000. Disponível em 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Folder girassol EMBRAPA 122/V-2000. Disponível em 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: www.cnpso.embrapa.br. Acesso em: 15 novembro 2008a.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: www.cpafrf.embrapa.br/index.php/cpafrf/artigos/o_girassol_como_alternativa_de_combustivel. Acesso em: 20 novembro 2008b.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/importancia.htm Acesso em: 21 janeiro 2010.

ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, H. H. Feeds nutrition. 2. ed. Cloves, California: Esminger Publishing Company, 1990. 1544 p.

FAGERIA, N. K. Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz. Rio de Janeiro: Ed. Campos; Goiânia: EMBRAPA, 1984. 341p.

FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989, 425p. (Embrapa-CNPAP. Documento, 18).

FAGUNDES, M. H. Sementes de girassol: Alguns comentários. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: 10 out. 2002.

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

FERREIRA, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2 ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 437p, 2000.

FERREIRA NETO, M. Desenvolvimento e produção do coqueiro sob diferentes salinidades na água de irrigação. (Dissertação de Mestrado). Campina Grande; UFPB, 88p, 2001.

FRANÇOIS, L. E.; MAAS, E. V.; DONOVAN, T. J. YOUNGS, V. L. Effect of salinity on grain yield and quality vegetative growth and germination of semi-dwarf and durum wheat. *Agronomy Journal*, v. 78, n.6, p 1053 - 1058, 1986.

GARCIA, G. de O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Leaf contents of cationic macronutrients and their relationships with sodium in maize plants under saline stress. *IDESIA* v 25, n 3, p 93-106, 2007

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos. Documento elaborado para Escola Superior de Agronomia de Mossoró/RN, p 70, 1991.

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

HALL, A. J.; CHIMENTI, C. A.; VILELA, F.; FREIER, G. Timing of water stress effects on yield components in sunflower. In: Conferencia internacional de girasol, 11., 1985, Mar del Plata. Actas. Mar del Plata: ASAGIR/ISA, 1985 t.1, p 131-136.

HAYWARD, H.E.; WADLEIGH, C. H. Plant growth on saline and alkali soils. *Advances in Agronomy*, v.1.p 1-38, 1949.

HOLANDA, J. S.; AMORIM; J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB-SBEA, p 137-169, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200910_7.shtm. Acesso em: 03 janeiro. 2010.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. World oil supply and demand. Acessado em 01/09/2006. Online. Disponível: <http://omrpublic.iea.org/omrarchive/11mar05tab>.

JUNQUEIRA, A. N.; PEETZ, M. S. Floricultura - Brasil retoma o ritmo de crescimento das exportações. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br>. Acessado em: 13 dez 2007.

KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, K (ed.). Soil salinity under irrigation. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p.319-338. (Ecological Studies, 51).

KATERJI, N.; VAN HOORN, J.W; HAMDY, A.; KARAM, F.; MASTRORILL, M. Effect of salinity on emergence and on water stress and early seedling growth of sunflower and maize. *Agricultural Water Management*, v.26, p. 81-91, 1994.

KATERJI N.; VAN HOORN J.W; HAMDY A.; KARAM F.; MASTRORILLI M. Effect of salinity on water stress, growth, and yield of maize and sunflower. *Agricultural Water Management*, v.30, p 237-249, 1996.

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.

KRAMER, P. J. Water relations of plants. Orlando: Academic Press, p 489, 1983.

LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. (ed.) *Agricultural salinity assessment and management*, New York: ASCE, 1990. p.113-137.

LAZARATO, 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.

LEPRUN, J. C. Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. In: Relatório do convênio de manejo e conservação do solo do nordeste brasileiro. Recife: SUDENE. p 91-141, 1983.

LIMA, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (ed.) *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997, p.113-136.

MAAS, E. V. Crop tolerance. *California Agriculture*, v.38, n.10, p.20-21, 1984.

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance - Current Assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division of ASCE*, v.103, n 2, p.115-134, 1977.

MAAS, E. V.; NIEMAN, R. H. Physiology of plant tolerant to salinity. In: JUNG, G. A. (ed.). *Crop tolerance to sub-optimal land conditions*. Madison: American Society of Agronomy 1978. cap. 1. 279 p. (Special Publication, 32).

- MARSCHENER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 2002. 674p.
- MEDEIROS, J. F. A qualidade da água de irrigação e evolução de salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, 1992. 173 p.
- MEDEIROS, J.F de. Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão. Piracicaba. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1998. 160 p.
- MEIRI, A.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Effect of various salinity regimes on growth, leaf expansion and transpiration rate of bean plants. *Soil Science*, v.109, p.26-34, 1970.
- MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. 4 ed. Bern: International Potash Institute. 1987. 687p.
- MOREIRA, T. Lá vem o Sol. Disponível em: www.revistaencontro.com.br. Acesso em: 01dez. 2007.
- MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, v 13. p. 143-160. 1986.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: EMBRAPA. 1991. p 392. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3).
- OLIVEIRA, B. C.; CARDOSO, M. A. A. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 1, p. 11-16, 2007.
- OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (ed.) *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: SBEA/UFPB, p.1-35, 1997.
- OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. Girassol colorido para o Brasil. Londrina, PR: EMBRAPA - Soja, dez/2003, (EMBRAPA - Soja. Folder).
- ORSINE, G. F.; OLIVEIRA, E. R.; BORGES, F. L. M.; FERREIRA, R. N.; VIEIRA, D.; RAMOS, R. C.; REZENDE, S. L. S.; SILVA, N. F.; e SILVA, E. B. Incidência de *Boophilus Microplus* e Avaliação dos parâmetros sanguíneos em bovinos mestiços (Holandês X Zebu) alimentados com girassol. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 2, p. 177-184, 2007.

PELEGRINI, B. Girassol: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo. São Paulo: Ícona, p. 117, 1985.

PENNING de VRIES, F.W.T. Substrate utilization and respiration in relation to growth and maintenance in higher plants. Neatherlands Journal of Agricultural Science, v.22, p.40-44, 1974.

PHILIPPI JÚNIOR, A. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A; SANTOS, H. F. (ed). Reúso de água. Barueri, SP: Manole, 2003, p.37-95.

POSTAL, S. Saving water in agriculture. In; BROWN, L. R; DURNING, A; FLAVIN, C.;FRENCH. H.; JACOBSON, J.; LOWE, M. (ed.) State of the world. New York: W. W. Norton, 1990. p. 39-58.

PUTT, E.D. Early history of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (ed.) Sunflower science and technology. Madison: American Society of Agronomy, 1997. p.1-19.

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Tradução de GHEYI, H. R., SOUSA, J. R. de, QUEIROZ, J. E. Campina Grande: UFPB. 2000. 117p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem 48).

RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.). Irrigation of agricultural crops. Madison: ASA, CSSA, SSSA. p 1089 – 1142, 1990. (Agronomy, 30).

RIBEIRO, M. C. C.; MARQUES, M. B.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). Revista Brasileira de Sementes, v. 23, n. 1, p. 281-284, 2001.

RICHARDS, L. A. (ed). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory. 1954.160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

RICHARDSON, N. S. G.; MCCREE, K. J. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. Plant Physiology, v.79, p.1015-1020, 1985.

ROMERO, R. E.; OLIVEIRA, T. S. Imobilização de nutrientes e produção de matéria seca em condições 'de salinidade e sodicidade crescentes no solo. Revista Ceres, v.17. n. 272, p. 363-373, 2000.

ROSSI, R. O girassol. Curitiba: Tecnogro. 1998. p. 333.

- RUGGIERO, C.; DURII, J. F.; GOES, A. de. In: RUGGIERO, C. (Ed). Maracujá - do plantio a colheita. FCAVISBF. p. 388, 1998.
- SABBAGH, M. C. Redução de porte de girassol ornamental pela aplicação de reguladores vegetais. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Paraná, p. 93, 2008.
- SAKATA SEED CORPORATION. Sakata's reliable seeds: Flower seed catalogue 2001-2003. Bragança Paulista: Sakata Sementes Agroflora, p.99, 2003.
- SANTANA, M. J. de; CARVALHO, J. de A.; SOUZA, K. J. de; SOUSA, A. M. G. de; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. de B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. Ciência e Agrotecnologia. v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007.
- SANTOS, J. G. R. dos. A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática. Campina Grande, PB. p. 171, 2000.
- SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. Crop Science, v.21, p. 901-903, 1981.
- SHALHEVET, J.; KAMBUROV, J. Irrigation and salinity: a world-wide survey. New Delhi: International Commission on Irrigation and Drainage, 1976. 106p.
- SHANNON, M. C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. Horticulture Science, Fort, v.14, n.5, p.587-589, 1979.
- SHANNON, M. C. Adaptation of plants to salinity. Advances in Agonomy, v.60, n.1, p.75-120, 1997.
- SILVA, M. L. O. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 11, n. 5, p. 482-488, 2007.
- SILVA, P. R. F; FREITAS, T. F. S. Biodiesel: O bônus de produzir combustível. Ciência Rural. v. 38, n. 3, p. 843-851, 2008.
- SILVA, S. M. SIQUEIRA. Germinação, crescimento e desenvolvimento de genótipos de mamoneira irrigados com água salinas. (Dissertação de Mestrado). Campina Grande-PB: UFCG, p. 85, 2004.

- SILVEIRA, C. C da. Avaliação da salinidade dentro do bulbo úmido na cultura do melão. Monografia (Graduação). Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró. p. 50, 1999.
- SINCLAIR, T. R.; WIT, C. T. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. *Science*, v.189, p.565-567, 1975.
- SMEDEMA L. K.; RYCROFT, D. W. Land drainage: Planning and design of agricultural drainage systems. London: B. T. Batsford Ltd., p. 376, 1988.
- SMIDERLE, O. J.; Pesquisador EMBRAPA Roraima Disponível em [www .cpafrr. EMBRAPA. br/index.php/cpafrf/artigos/a_mamona_que_pode_gerar_emprego_e_renda](http://www.cpafrf.EMBRAPA.br/index.php/cpafrf/artigos/a_mamona_que_pode_gerar_emprego_e_renda) Acessado em: 15 Março 2007.
- SOHAN, D.; JASONI, R.; ZAJICEK, J. Plant-water relations of NaCl and calcium-treated sunflower plants. *Environmental and Experimental Botany*, v. 42, p. 105-111, 1999.
- STEDUTO, P.; ALBRIZIO R.; GIORIO, P.; SORRENTINO, G. Gas-exchange response and stomatal and non-stomatal limitations to carbon assimilation of sunflower under salinity. *Environmental and Experimental Botany*, v.44 p.243-255, 2000.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, p. 719, 2006.
- TAL, M. Genetics of salt tolerance in higher plants: Theoretical and practical considerations. *Plant and Soil*, v.89, p.199-226, 1985.
- TAYER, J. N. Effect of irrigation methods with saline waters on maize production and salt distribution in soil. Bari: International Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies. 1987. 285p. Thesis (M.Sc.)
- THORNE, D. W.; PETERSON, H. B. Irrigated soils: Their fertility and management. 2. ed. Bombay, New Delhi: Mc-Graw-hill. p. 329, 1954.
- TRAVASSOS, K. D. Registro fotográfico do objeto e da área estudo. UFCG, Paraíba - Campina Grande 2009.
- UHART, S.; ECHEVERRIA, H. E.; FRUGONE, M. Requerimientos nutricionales. Buenos Aires: Morgan Semillas, p. 29, 2000.
- UNGARO, M. R. G. Instruções para a cultura do girassol. Campinas: IAC, p. 26, 1986. (Boletim Técnico 105).

URCHEI M. A.; RODRIGUES J. D.; STONE L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.3, p.497-506, 2000.

USDA. United States Department of Agriculture. Disponível em: www.ers.usda.gov/data/sdp. Acesso em: 15 jun. 2005.

VAN ALPHEN, D. W. VERHOEVEN, B. Salt-affected soils and their reclamation. Wageningen: 22 International Course on Land Drainage. p 34, 1983.

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

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, p 164, 1994.

VIEIRA, O. V. Ponto de Maturação Ideal para Colheita do Girassol Visando Alta Qualidade da Semente. Tese de Doutorado da Universidade Federal do Paraná, p 4, 2005.

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

ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C. M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, p. 1487-1492, 1991.

WAHID, A.; MASOOD, I.; JAVED, I.; RASUL, E. Phenotypic flexibility as marker of sodium chloride tolerance in sunflower genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, Faisalabad, v.42, p. 85-94, 1999.