



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

**CRUZ RAMÓN MARENCO CENTENO**

**CRESCIMENTO E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE GRIRASSOL COM  
ÁGUA SALINIZADA E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2013**

**CRUZ RAMÓN MARENCO CENTENO**

**CRESCIMENTO E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE GIRASSOL COM  
ÁGUA SALINIZADA E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.**

**Orientador: Professor Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo.**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2013**



C397c Centeno, Cruz Ramón Marengo.

Crescimento e componente de produção de girassol com água salinizada e adubação nitrogenada. / Cruz Ramón Marengo Centeno. - 2013.

132 f.

Orientador: Professor Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

1. Cultura do girassol. 2. Adubação nitrogenada. 3. Girassol irrigado. 4. Água salinizada - irrigação. 5. *Helianthus annuus* L. 6. Níveis de salinidade - água de irrigação. I. Azevedo, Carlos Alberto Vieira de. II. Título.

CDU: 633.85(043.3)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**CRUZ RAMÓN MARENCO CENTENO**

**CRESCIMENTO E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE GRIRASSOL COM  
ÁGUA SALINIZADA E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Professor Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo.  
Orientador – UFCG**

---

**Professor Dr. Lourival Ferreira Cavalcante.  
Examinador – UFPB**

---

**Professor Dr. João Batista dos Santos.  
Examinador**

---

**Professor Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares.  
Examinador**

---

**Professor Dr. Hans Raj Gheyi.  
Examinador**

**Trabalho aprovado em: 28 de agosto de 2013.**

**CAMPINA GRANDE - PB**

## RESUMO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) tem enorme potencial como planta oleaginosa e atualmente, a grande motivação para a produção de óleo de girassol é a produção de biodiesel no País. Este trabalho foi desenvolvido para avaliar as variáveis de crescimento do girassol EMBRAPA 122-V2000 no período de abril a julho de 2012, submetidas à irrigação com água de salinidade crescente e adubação nitrogenada. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido na Universidade Federal de Campina Grande, em delineamento inteiramente casualizado, usando o arranjo fatorial 5 x 5, referente aos níveis de salinidade da água de irrigação expressos pelas condutividades elétricas: 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup> (25 oC) e doses de nitrogênio: 50; 75; 100; 125 e 150 ppm, em três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. As variáveis avaliadas ao longo do ciclo da cultura foram: altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, início da floração, abertura completa da flor e teor de clorofila. Observou-se que as variáveis avaliadas foram afetadas significativamente a partir da condutividade elétrica de 0,7 dS m<sup>-1</sup> de forma linear e decrescente. Por outro lado verifica-se que estas variáveis, excetuando a altura de plantas aos 15 DAS que teve efeito significativo na interação, não sofreram nenhuma alteração entre a interação salinidade da água x adubação nitrogenada. As fases inicial e completa das flores foram retardadas com o aumento da salinidade da água de irrigação e o teor de clorofila decresceu com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

**Palavras-chave:** Água salina. *Helianthus annuus* L. Doses de Nitrogênio.

## ABSTRACT

The sunflower ( *Helianthus annuus L.* ) has enormous potential as oilseed plant and currently , the major motivation for the production of sunflower oil is the production of biodiesel in Brazil . The study was conducted in order to evaluate the growth variables of EMBRAPA 122- V2000 Sunflower in the period April-July 2012 , submitted to irrigation with increasing water salinity and nitrogen fertilization . The research was conducted in the greenhouse of the Federal University of Campina Grande , in a completely randomized design using the 5 x 5 factorial, related to salinity levels of irrigation water expressed by electrical conductivity : 0.7 , 1.7, 2 , 7 , 3.7 and 4.7 dS m<sup>-1</sup> (25 ° C ) and nitrogen levels : 50, 75 , 100, 125 and 150 ppm , in three replicates , totaling 75 experimental units . The variables assessed during the crop cycle were : plant height , stem diameter , number of leaves , leaf area , beginning of bloom , full flower opening and chlorophyll content . We observed that the variables evaluated were affected significantly with the electrical conductivity of 0.7 dS m<sup>-1</sup> in a linear and decreasing manner. On the other hand, it appears that these variables , except for plant height at 15 DAS which took a significant effect in the interaction , have not changed between the salinity interaction of water versus nitrogen fertilization. The initial and full phases of flowers were delayed by the increase in the salinity of irrigation water and chlorophyll content decreased by increasing the levels of salinity irrigation .

**Keywords :** Saline water , *Helianthus annuus L.* , doses of nitrogen

# **CAPÍTULO I**

## **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. 1. Introdução

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma dicotiledônea da família *Asteraceae*, cultivado em todos os continentes. É a quarta maior fonte de óleo vegetal do mundo, após a soja, a palma e a canola (Fernández-Martínez et al., 2008).

De acordo com a FAO (2012), os países que se destacam como maiores produtores são Rússia, Ucrânia, Argentina e Índia. A produção mundial de girassol na safra 2011/2012 foi de aproximadamente 31,1 milhões de toneladas de grãos; 12,3 milhões de toneladas de farelo e 11,4 milhões de toneladas de óleo (CONAB, 2011). A produção no Brasil ainda é incipiente comparada com a produção mundial, no entanto, a cultura encontra-se em expansão, com uma produção de grãos de aproximadamente de 83 mil toneladas em 2011, em uma área cultivada de 62.000 há; o que representou um crescimento de 57% e 79%, respectivamente, desde o ano de 2005 (IBGE, 2011).

O girassol tem ciclo vegetativo relativamente curto, possui ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, e por não ter seu rendimento afetado pela latitude, longitude e fotoperíodo, se desenvolve melhor em ambientes de clima temperado, subtropical e tropical. Seu cultivo torna-se uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em regiões produtoras de grãos (Acosta, 2009). A utilização do girassol é expressiva, uma vez que, se trata de uma cultura da qual se aproveita toda a produção, com alto valor comercial, como o teor e a qualidade de óleo; e, devido às suas características peculiares de rusticidade, resistência à seca e beleza, abrange também a área de floricultura (Vieira, 2005; Neves e Amaral, 2008; Nobre et al., 2008).

A cultura do girassol tem sido avaliada em diferentes condições edafoclimáticas do Brasil, alcançando elevada produtividade, mesmo em regiões com pouca tradição agrícola (Carvalho et al., 2009). Por essa razão, devem-se levar em consideração os estudos de zoneamento agrícola de risco climático para iniciar a cultura do girassol, já que podem auxiliar na definição de locais e épocas, na qual as variáveis de produção como radiação solar, disponibilidade hídrica e temperatura sejam compatíveis com as exigências bioclimáticas da cultura (MAPA, 2012).

Na região nordeste do Brasil, as principais limitações à expansão de áreas agrícolas são as carências de precipitações e de recursos hídricos superficiais de boa qualidade disponíveis para a irrigação. São por esses motivos que as águas normalmente utilizadas na irrigação nessa região apresentam em geral, altas concentrações de sais capazes de provocar



problemas relacionados à salinidade e a sodicidade dos solos, promovendo então uma redução na produção agrícola nas áreas irrigadas (Oliveira et al., 2007).

Para análise do cultivo de uma espécie sob o estresse salino devem ser consideradas duas situações bem distintas, porém que exijam cuidados redobrados para a sua diferenciação. Para isso é necessário separar os mecanismos de resposta envolvidos entre aqueles que são estratégias de defesa ao estresse salino daqueles que são efeitos danosos da salinidade sobre o metabolismo. Por exemplo, a redução na biossíntese de clorofilas pode ser uma resposta aclimatativa ao estresse salino, sendo, portanto, uma estratégia de defesa, pois gera economia de energia e menor captação de energia luminosa, para evitar estresse foto-oxidativo, e não um efeito danoso em si. Já o aumento na concentração de prolina, uma substância que favorece muitas espécies no ajustamento osmótico e proteção celular, muitas vezes é simplesmente um efeito de distúrbio metabólico causado pelo estresse (Silveira et al. 2010).

Para a cultura do girassol, Silva et al. (2011) afirmam que o consumo de água varia em função das condições climáticas, porém, citam que uma reposição hídrica da ordem de 533,70 mm proporcionou os maiores potenciais de produção de aquênios. Farias et al. (2007) consideraram para quantificação do risco climático associado à ocorrência de doenças, regiões inaptas à cultura do girassol, aquelas com temperatura média do ar inferior a 20 °C (para podridão branca) ou superior a 25 °C e com umidade do ar acima de 80% (para mancha de alternaria), com probabilidade de ocorrência de, no mínimo, 80% dos anos avaliados.

O girassol tem maior amplitude térmica em relação às demais oleaginosas. Esta característica evidencia uma alternativa na diversificação para a agricultura familiar, pois além da produção de grãos para a extração do óleo, o girassol pode também ser explorado na apicultura como bom produtor de pólen e néctar. No entanto, o óleo é o principal produto da cultura do girassol, o qual é valorizado pelas suas propriedades nutricionais e organolépticas, podendo ainda ser utilizado para a produção de biodiesel (Silva et al., 2010; Paes et al., 2009).

Dentro deste contexto o presente trabalho propõe avaliar o efeito salino, o crescimento, os componentes de produção e o rendimento da cultura do girassol, cultivar EMBRAPA 122-V2000, em função de níveis de salinidades da água de irrigação e adubação nitrogenada em ambiente protegido.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Avaliar o crescimento, os componentes de produção e rendimento da cultura do girassol, cultivar EMBRAPA 122-V2000, em função de níveis de salinidade da água de irrigação com adubação nitrogenada em ambiente protegido.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Definir o tratamento referente ao nível de salinidade da água de irrigação combinado com a dose de Nitrogênio que proporcione maior crescimento e produção do girassol;
- ✓ Determinar as variáveis de produção do girassol em relação aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação;
- ✓ Estudar os efeitos dos tratamentos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas do girassol.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. Importância socioeconômica da cultura do girassol

Historicamente, acredita-se que o girassol seja originalmente do México que é considerado o centro de origem e domesticação do girassol (Lentz et al., 2001), a partir do qual se espalhou pelos Estados Unidos, Espanha e Leste Europeu, tendo chegado à Rússia por volta de 1830, onde passou a ser explorado comercialmente como planta produtora de óleo (Putt, 1997; Câmara, 1998; Ungaro, 2000). Estudos arqueológicos feitos por Cavasin (2001), em vários locais nos Estados Unidos, comprovaram o uso do girassol entre as tribos indígenas, havendo referências de seu cultivo no Arizona e no Novo México, sendo usado pelos indígenas como alimento e remédio. Passou a ser utilizado como cultura oleaginosa a partir do século XVIII, mais precisamente na Inglaterra. No continente sul-americano chegou primeiro à Argentina, no século XIX pelas mãos de imigrantes judeus russos. Logo depois, teve a sua expansão para outros países da América do Sul como o Brasil, Uruguai, Chile, Paraguai e Bolívia (Dallagnol et al., 2005).

O girassol é um gênero complexo, compreendendo 49 espécies (12 espécies anuais e 37 perenes) e 19 subespécies. Existem poucas espécies de ocorrência bastante rara, outras são elementos comuns da vegetação natural e, algumas são quase plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem. Muitas espécies foram domesticadas, das quais duas; *H. annuus* L., o girassol comum, e *H. tuberosus* L., o “Jerusalem artichoke”, são consideradas plantas alimentícias. A primeira espécie, devido ao óleo e à proteína dos grãos e a última por causa de suas raízes. Além disso, muitos girassóis são usados como plantas ornamentais (Ungaro, 2000).

Os frutos (aquênios) do girassol apresentam coloração não diversificada e o ciclo vegetativo varia de 90 a 130 dias, e podem ser utilizados para diversas finalidades como: flor ornamental, girassol de confeitiro, em substituição as amêndoas em geral, grãos in natura; farelo (ração) para alimentação de aves, suínos e bovinos, forragem e silagem, assim como na alimentação humana *in natura*, tostado, salgado, como produto medicinal e como óleo de boa qualidade e alto valor nutricional (Smiderle, 2000).

No processo de melhoramento e desenvolvimento da cultura, a destinação dos frutos, entretanto, foi redirecionada para a extração de óleo biodiesel, a qual hoje é a principal

finalidade do girassol no mundo. No entanto, Segundo (Silva et al., 2004), esse tipo de finalidade no Brasil é, ainda, bastante incipiente.

O girassol possui sistema radicular pivotante, crescendo mais rapidamente que a parte aérea da planta, no começo do desenvolvimento, sendo formado por um eixo principal e raízes secundárias abundantes. No estágio cotiledonar chega a atingir de quatro a oito centímetros de comprimento, com seis a dez raízes secundárias. O conhecimento sobre o controle da parte aérea e do sistema radicular do girassol, em termos de tamanho, funcionalidade e duração, é um pré-requisito importante para entender como a cultura captura ou dissipa a água, os nutrientes e a radiação solar. Durante a fase de 4 a 5 pares de folhas, pode chegar a uma profundidade de 50 a 70 cm, atingindo o máximo do crescimento na floração, quando atinge até quatro metros de profundidade em solos arenosos (Hall, 2004).

Dardanelli et al. (1997) compararam a funcionalidade do sistema radicular em relação à profundidade de enraizamento do girassol, da soja, do milho, do amendoim e da lucerna e confirmaram que o girassol possui a capacidade de estender seu sistema radicular, não só mais profundamente, como também mais rapidamente que as demais culturas. Ainda, foi possível verificar que essa oleaginosa extrai água mais rapidamente, em uma dada camada de solo. A profundidade explorada pelo sistema radicular do girassol depende dos atributos físicos e químicos do solo. Cerca de 65% das raízes funcionais encontram-se nos primeiros 40 cm de profundidade (Rossi, 1998). As folhas inferiores opostas e superiores geralmente são alternadas com três nervuras principais de coloração variando entre verde-escuro a verde-amarelo, sendo a inflorescência disposta em capítulo, formada por inúmeras flores, situada em um receptáculo discoidal.

Segundo Queiroz (2006), o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), criado pela lei 11.097/2005, determina que a partir de 2013 seja obrigatória a adição de 5% de biodiesel ao óleo diesel consumido no Brasil. Para isso serão necessários cerca de 2,5 bilhões de litros de biodiesel ao ano.

Da biomassa do girassol podem-se obter vários tipos de combustível (sólidos, líquidos e gasosos) de caráter renovável, entre os quais o álcool etílico é um dos mais nobres, pois não é tóxico, é de fácil transporte e pode substituir, em parte, o consumo de gasolina (Ortega et al., 2008). Desta forma, a casca da semente pode ser posta para fermentar e produzir cerca de 50 litros de álcool etílico a partir de 600 a 700 kg de casca de girassol (Portas, 2001). Em média, além de 400 kg de óleo de excelente qualidade, para cada tonelada de grão, a cultura do girassol produz 250 kg de casca e 350 kg de torta, com 45% a 50% de proteína bruta

(Acosta, 2009). A cultura do girassol está emergindo como nova fonte de divisas para os produtores de áreas do cerrado, como cultura de safrinha. O girassol proporciona às culturas subsequentes ganho na produtividade e, em áreas onde é feita rotação com girassol, observa-se acréscimo na produtividade de 10% na cultura da soja e de 15% a 20% no milho (EMBRAPA, 2009).

À medida que o cultivo do girassol se revela, surge a necessidade de se procurar novas artes para seu estudo através do qual suas exigências sejam atendidas, e assim podê-las adaptar através do melhoramento genético ou satisfazê-las de acordo com o que cada região pode oferecer.

## 2. 2. Fenologia e desenvolvimento do girassol

O crescimento e desenvolvimento do girassol, desde a semeadura até a maturação (ciclo biológico ou biociclo), é um processo fundamentado numa sequência de alterações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas que se sucedem na planta, convenientemente consideradas como fases fenológicas, separadas por estádios fenológicos (Connor e Hall, 1997). A duração de cada fase é regulada pela ação do comando genético, extrínseco da cultivar, interagindo com as condições do ambiente (edafoclimáticas naturais somadas ao nível tecnológico adotado) no qual o cultivo é realizado. Embora existam várias escalas para descrever o desenvolvimento do girassol, adota-se, neste item, a escala proposta por Schneiter e Miller (1981), (Tabela 1.1), em que o desenvolvimento da planta é dividido em dois subperíodos: vegetais (V) e reprodutivos (R) e as fases de desenvolvimento do girassol são as seguintes:

**Tabela 1.1** Descrição esquemática das fases de desenvolvimento do girassol, segundo Schneiter e Miller (1981).

| Emergência        | Nº de folhas maiores que 4 cm | Desenvolvimento da inflorescência | Floração | Enchimento de aquênios | Maturação fisiológica |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------|------------------------|-----------------------|
| VE                | V1 V2 VN...                   | R1.....R4                         | R5 R6    | R7 R8                  | R9                    |
| Fases vegetativas |                               | Fases reprodutivas                |          |                        |                       |

Fonte: Castro e Farias (2005)

**Fase vegetativa (V)**, esta fase inclui a germinação até a formação inicial do broto floral.

a) V-E (emergência): refere-se ao período entre o plantio, considerando o solo em capacidade de campo, até o aparecimento da primeira folha acima dos cotilédones da plântula, apresentando no máximo 4 cm de comprimento.

b) V-1, V-2, V-3,..., V-N: refere-se à fase de formação de folhas divididas de acordo com o número de folhas de comprimento maior que 4 cm, levando-se em consideração na avaliação o número de folhas ausentes por terem sido quebradas ou eliminadas.

**Fase Reprodutiva (R)**, esta fase inclui o aparecimento do botão floral até a maturação fisiológica dos frutos ou aquênios.

a) Estádio R1: é a fase em que se olhando a planta de cima, observa-se um pequeno broto floral e não broto de folhas (vegetativo). As brácteas ao redor do broto floral são semelhantes a uma estrela, porém, com vários ápices.

b) Estádio R2: é a primeira fase de alongamento do broto floral, distanciando-se de 0,5 a 2 cm da última folha, considerando como última folha a que está unida ao caule.

c) Estádio R3: é a segunda fase de alongamento do broto floral, encontrando-se a uma distância maior que 2 cm acima da última folha.

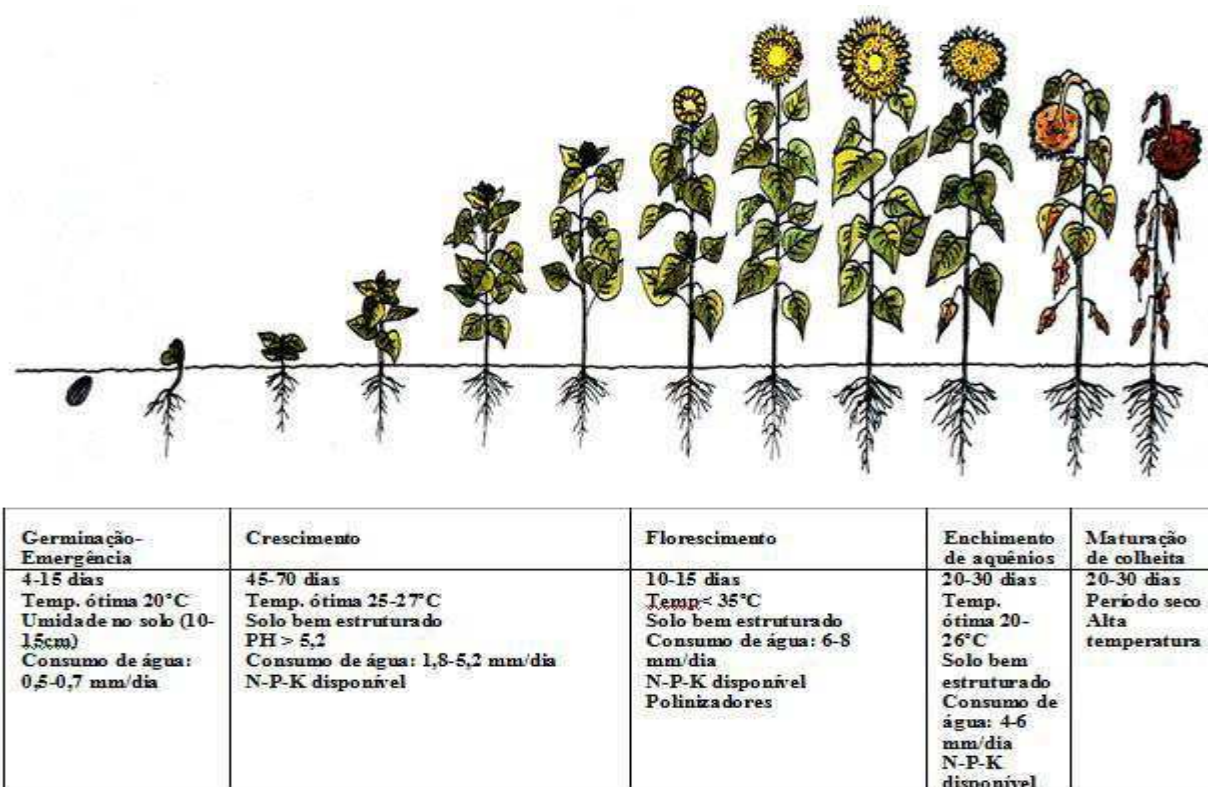
d) Estádios R4, R5 (R5.1, R5.2,..., R.5.N) e R6: referem-se às fases do florescimento. R4 é a primeira fase do florescimento e se caracteriza por apresentar as primeiras flores liguladas que, frequentemente, são de cor amarela. R5 (R5.1, R5.2,..., R.5.N) é a segunda fase do florescimento; se divide em subfases de acordo com a porcentagem de flores tubulares do capítulo que estão liberando pólen ou abertas, assim: R5.1 equivale ao 10% das flores do capítulo que estão abertas, R5.5 equivale a 50% das flores do capítulo que estão abertas, R5.10 o qual apresenta 100% ou abertura completa da flor (floração plena) e R6 é a terceira fase do florescimento e se caracteriza por ter ocorrido a abertura de todas as flores tubulares e as flores liguladas estão murchas.

e) Estádio R7: refere-se à primeira fase de desenvolvimento de aquênios. O dorso do capítulo converte-se de uma cor verde para uma cor amarelo-claro.

f) Estádio R8: refere-se à segunda fase de desenvolvimento de aquênios, aqui o dorso do capítulo torna-se amarelo-escuro e as brácteas ainda estão verdes.

g) Estádio R9 (maturação fisiológica): refere-se à fase de maturação dos aquênios. As brácteas estão entre as cores amarela e castanha.

Para a duração e exigências das principais fases de desenvolvimento da planta de girassol é indispensável na tecnologia de produção de girassol o conhecimento e a distinção das exigências das plantas nas primeiras fases de desenvolvimento (Figura 1.1), e para isso são necessárias muitas práticas culturais; entre elas, podemos citar a aplicação de adubação de cobertura, de herbicida pós-emergente e regulador vegetal entre outras atividades, podem ser adequadamente executadas quando se refere, de forma precisa, a cada fase (Castro e Farias, 2005).



**Figura 1.1** Duração e exigências das principais fases de desenvolvimento do girassol. Extraído de Castiglioni et al. (1997).

Segundo Rossi (1998), a escala proposta por Schneiter e Miller (1981), teve como premissa, a divisão do desenvolvimento da planta do girassol nas duas fases descritas anteriormente, ou seja; a vegetativa (V) e reprodutiva (R).

A fase da germinação compreende o início da embebição até a profusão da raiz primária e a emergência, quando a radícula aparece e o gancho hipocotiledonar desponta acima da superfície do solo, Connor e Hall (1997). Esta fase germinação-emergência requer de sementes de boa qualidade e, em condições normais a capacidade germinativa dos

embriões é obtida cerca de 6 dias após a polinização, aumentando sensivelmente até os 30 dias, quando atinge valores próximos a 100% (Maeda et al., 1987), podendo entrar em dormência nos próximos 16 dias. Baixas porcentagens de germinação, em consequência da dormência, podem ser obtidas sob temperaturas abaixo do ótimo (Corbineau et al., 2002).

A germinação é influenciada diretamente pela disponibilidade de água, temperatura e oxigênio, sendo a luz um fator de superação de dormência e, não exatamente, indispensável para a germinação. Com relação à emergência das plântulas, pode-se afirmar que o sucesso deste processo está relacionado ao ambiente onde a semente será depositada e a sua qualidade; a qual é determinada por aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e de sanidade (Carvalho e Nakagawa, 2000). A temperatura é o principal fator que afeta a germinação do girassol em solos com água e aeração adequadas (Connor e Hall, 1997). Assim, estimativas da temperatura mínima para germinação de girassol situam-se entre 3 e 6°C, com ótimo ao redor de 26°C e máxima em 40°C (Maeda e Ungaro, 1985; Gay et al., 1991). A duração do período de crescimento depende, principalmente, do genótipo, da temperatura e da disponibilidade de água. No período de emergência da plântula, há um consumo médio de 0,5 a 0,7 mm/dia (Castro e Farias, 2005).

Problemas derivados da germinação e emergência ocasionam desuniformidade no desenvolvimento das plantas, os quais perduram até a colheita. Por isso essa fase deve ocorrer o mais rápido e de forma mais uniforme possível. Neste contexto, é fundamental a escolha adequada da época de plantio e a preparação do solo que devem ser realizados de modo a assegurar uma boa aeração, umidade, nivelção e ausência de torrões. A duração do subperíodo de emergência ao início da floração, para muitos, se não para a maioria dos genótipos, é dependente da temperatura e do fotoperíodo (Villalobos et al., 1994). De modo geral, o crescimento para genótipos precoces se dá em torno de 50 a 55 dias (R 5.5) e para os tardios de 60 a 65 dias. Até o início do florescimento, as plantas atingem entre 90 e 95% da altura total. A temperatura é considerada o fator do ambiente de maior influência no desenvolvimento fenológico do girassol, sendo a espécie apontada como de dias curtos ou insensível ao fotoperíodo ((Barni et al., 1995). O crescimento inicial é lento; entretanto, após 25 a 30 dias torna-se muito acelerado, ficando as linhas de cultivo totalmente fechadas, o que dificulta a entrada de máquinas.

A intensidade de absorção de água e nutrientes se intensifica na medida em que avança o crescimento, sendo que, o período mais crítico ocorre entre sete e dez dias antes do início do florescimento (R4). Temperaturas baixas aumentam o ciclo da cultura, atrasando a floração e



a maturação (Barni, 1994; Barni et al., 1995). Quando tais temperaturas ocorrem após o início da floração, podem afetar significativamente o rendimento. Diferentes genótipos mostram respostas de plantas com características quantitativas de dias longos, neutros e curtos, para a duração do subperíodo de emergência ao início da floração (Goyne e Schneiter, 1988).

Alta temperatura e estresse hídrico levam à antecipação da floração, reduzindo o ciclo da planta. Assim, um solo bem estruturado com  $\text{pH} > 5,2$  e com disponibilidade de nutrientes deve ser assegurado. Em solos com  $\text{pH} < 5,2$  o crescimento fica prejudicado e as plantas apresentam-se pequenas, rígidas, com folhas cloróticas em forma de uma colher e o sistema radicular pouco desenvolvido. Nessas condições a velocidade de absorção é fortemente limitada, o que ocasiona reduções na ordem de 60 a 80% no rendimento de aquênios. Sem dúvida, o fotoperíodo e a temperatura são os principais fatores que afetam a duração do subperíodo de emergência ao início da floração e, conseqüentemente, atrasam o início da floração, facilmente observável em experimentos de épocas de plantio (Sentelhas et al. 1994). A exposição à baixa disponibilidade de Nitrogênio também pode atrasar o início da floração (Steer e Hocking, 1987).

O período do florescimento depende, principalmente, do genótipo e oscila entre 10 a 15 dias. A duração do subperíodo da iniciação floral e início da antese são afetados pela temperatura, fotoperíodo e cultivar (Rawson et al., 1984; Villalobos et al., 1994). Exposição a dias curtos torna o processo mais lento em algumas cultivares, mas não em todas e alguns desses efeitos podem ser devidos à redução do subperíodo de florescimento (Sentelhas et al., 1994; Marc e Palmer, 1981). Esta resposta a dias curtos, exibida por algumas cultivares, contrasta com a resposta a dias longos encontrada durante o subperíodo da emergência ao início da floração. A resposta oposta, nas fases de emergência ao começo da floração e da iniciação floral ao princípio da antese, pode classificar uma cultivar como neutra ao fotoperíodo, ou mesmo de dias curtos, quando se mede somente o subperíodo da emergência e início da antese (Rawson e Hindmarsh, 1983).

Temperaturas baixas e tempo nublado e úmido prorrogam o florescimento enquanto que, temperaturas altas e tempo seco aceleram o florescimento e, ocasionalmente, dificultam uma polinização adequada; isto porque a floração inicia na borda do capítulo e, em forma espiral termina na parte central. Chimenti e Hall (2001) mostraram que baixas temperaturas durante a iniciação floral aumentam o número de flores diferenciadas, apesar de também diminuir a viabilidade posterior destas flores. Deficiências de água e nutrientes podem ocasionar uma mancha na região central do capítulo, enquanto que as ausências de agentes

polinizadores ocasionam manchas dispersas no capítulo. Do ponto de vista da produtividade, esta é a fase mais determinante, com absorção mais intensa de água e nutrientes. Cultivos com baixa disponibilidade hídrica, nesta fase, restringem a expansão das células e, por conseguinte, a expulsão das anteras, a deiscência do pólen e a extensão do estigma, bem como diminuem sua receptividade. Fatores que contribuem para a infertilidade, a qual é extrema sob severa falta de água (Connor e Hall, 1997).

O girassol apresenta um rápido desenvolvimento da área foliar, atingindo o estágio R1, da escala proposta por Schneiter e Miller (1981), com 50% da área foliar expandida e área foliar máxima, na antese. A área foliar na antese apresenta alta relação com a produção final de aquênios (Rawson e Hindmarsh, 1983; Barni et al., 1995). O tamanho final da folha é influenciado por sua posição na planta, bem como pela temperatura, teor de Nitrogênio, água e estresse de radiação, sendo também sensível à zona de aeração das raízes e a salinidade, Connor e Hall, 1997. Os efeitos da densidade de plantas sobre a área foliar, por planta é importante e provavelmente inclui efeitos tanto na expansão quanto na senescência (Rawson e Munns, 1984).

A fase de duração do enchimento de aquênios depende, principalmente, do genótipo, da temperatura e da radiação e pode ou não ser encurtado pelo estresse hídrico (Rawson et al., 1984; Hall et al., 1985; Whitfield et al., 1989). A falta de água e nutrientes ocasiona problemas no enchimento e no peso de 1000 aquênios que irão refletir, portanto na redução da produtividade, já que a massa de matéria seca formada a partir da antese é praticamente toda utilizada no enchimento de grãos de girassol. Entre 7 a 10 dias após a abertura desta fase a intensidade de absorção de água e nutrientes diminui paulatinamente. A translocação dos nutrientes e carboidratos das folhas, caules e receptáculo para os aquênios, juntamente com o processo de absorção definem o acúmulo de matéria seca nos mesmos (Saugier, 1976; English et al., 1979).

O período de maturação e de colheita é caracterizado por uma diminuição paulatina da superfície foliar, perda de água nos aquênios, até finalizar com a maturação fisiológica dos aquênios, cuja umidade oscila entre 30 a 32 %. Em função disso, a sua duração que é de 20 a 30 dias depende da velocidade de perda de água, e isto, está relacionado com as condições climáticas e o genótipo. Assim, nesta fase, deve haver a absorção máxima da radiação para a maximização do rendimento de aquênios (Shibles e Weber, 1966). Os genótipos com receptáculo de espessura reduzida apresentam maior facilidade para perder água.

Na produção de girassol é desejável que a fase de maturação ocorra o mais rápido possível para minimizar as perdas ocasionadas por eventuais doenças, ação de pássaros e acamamento. Assim, é imprescindível que se escolha a época adequada de plantio, fazendo coincidir o período de maturação de colheita com temperaturas altas, tempo seco e umidade relativa do ar baixa. A colheita do girassol deve ser realizada quando a umidade dos aquênios estiver entre 14 e 18%, devendo-se considerar também, a umidade da parte vegetativa que, com valores altos (45 a 47%), ocasionam um grau de impurezas não desejável durante a colheita.

### **2. 3. Exigências nutricionais do girassol**

Vários fatores influenciam a absorção e a disponibilidade de nutrientes do solo, entre eles estão a capacidade de exploração do sistema radicular da planta, as propriedades do solo e seu manejo, as condições climáticas e a disponibilidade de água, que constituem aspectos fundamentais para atestar que a planta está bem nutrida.

A exigência nutricional da cultura de girassol varia em função da fase fenológica em que se encontra. Na fase vegetativa, até 30 dias após a emergência (DAE), o girassol necessita de pouca quantidade de nutrientes (Castro e Oliveira, 2005). Esses autores verificaram que a maior absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, maior desenvolvimento, ocorrem a partir dos 30 DAE do estágio vegetativo até o florescimento pleno. Segundo Hooking e Steer (1983), o período de florescimento é bastante importante na definição do potencial produtivo das plantas. Dos 28 aos 56 DAE ocorre um rápido aumento na exigência nutricional. Nas fases de florescimento e início do enchimento de aquênios (R5, R6 e R7), entre os 56 e 84 dias, há uma diminuição gradativa na velocidade de absorção de nutrientes quando se alcança o nível máximo de acúmulo em quantidades variáveis para cada nutriente.

Para Castro e Oliveira (2005), o girassol acumula o total de 41 kg de N; 17,1 kg de  $P_2O_5$  e 171 kg de  $K_2O$  para produzir uma tonelada de grãos. A exigência nutricional do girassol é superior a de outras culturas como trigo, sorgo e milho, por requererem quantidades maiores de Nitrogênio e de outros macronutrientes (Vigil, 2000). O período em que ocorre uma maior taxa de absorção de nutrientes e se percebe um crescimento mais acelerado está entre a formação do botão floral e a completa expansão da inflorescência (Evangelista e Lima

(2008). Os autores registram, entretanto, a necessidade de disponibilidade de nutrientes desde o início do crescimento das plantas para o estabelecimento normal da cultura.

O girassol requer solos férteis, profundos e com boa drenagem, de preferência argilo arenosos, com altos níveis de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, para obter altos rendimentos por unidade de área. Contudo, as plantas de girassol também têm capacidade para se desenvolver em solos menos férteis com características físicas deficientes, desde que sejam feitas correções mínimas necessárias (Contibrazil, 1981). Diversos fatores influenciam a absorção e a disponibilidade de nutrientes do solo, ou seja, a capacidade de exploração do sistema radicular da planta, as propriedades do solo e seu manejo, as condições climáticas, e a disponibilidade de água são aspectos fundamentais para se obter uma planta bem nutrida (Villalba, 2008). De modo geral, as quantidades de Nitrogênio, Fósforo e de Potássio recomendadas para o cultivo do girassol variam de 40 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; entretanto, na literatura são encontradas recomendações com diferentes combinações desses elementos, em decorrência das condições edafoclimáticas e do tipo de cultivar que está sendo plantado (Castro et. al., 1997). O girassol é uma planta que absorve quantidades muito grandes dos principais macronutrientes, em comparação com a soja, o milho e o trigo (Vigil, 2000). Para que possa expressar todo o seu potencial produtivo, o suprimento de água e de nutrientes deve ser adequado desde o início do seu desenvolvimento, principalmente a partir da emissão do botão floral, quando inicia o período de maior crescimento, acompanhado do aumento no consumo de água e da demanda nutricional.

Segundo Terra (2004), as plantas, de um modo geral, devem absorver eficientemente todos os nutrientes, para seu bom desenvolvimento, o qual gerará uma boa resposta em crescimento, desenvolvimento e produtividade, de igual maneira. Malavolta et al. (1997) consideram que os nutrientes minerais têm funções específicas e essenciais ao metabolismo das plantas. O girassol proporciona a melhoria da fertilidade do solo, pois apresenta uma elevada capacidade de ciclagem de nutrientes absorvidos em profundidade e uma reduzida taxa de exportação de nutrientes. Mesmo assim, existem restrições fitossanitárias e a rotação das áreas de cultivo de girassol é uma das opções para a conservação do solo, com a introdução da cultura a cada quatro anos numa mesma área (Leite, 2005).

#### **2. 4. Adubação nitrogenada do girassol**

Para garantir uma apropriada produtividade do girassol, o manejo da adubação deve visar a manutenção de teores médios a elevados de Fósforo e Potássio no solo e, dado o fato de que o Nitrogênio é extraído em abundantes quantidades e não oferece efeito direto no solo, a produtividade esperada é um objeto importante para a definição de suas doses (Cantarella, 2003). O Nitrogênio, após o Boro, é o nutriente mais exigido pela cultura do girassol, e é o que mais limita sua produção, proporcionando redução de até 60% na produtividade em decorrência da sua deficiência (Fagundes et al., 2007).

Pesquisas têm mostrado que tanto o crescimento da planta, quanto o teor de óleo nos aquênios, respondem positivamente à adição de Nitrogênio, já que este elemento desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol. Sua deficiência causa desordem nutricional, limitando sua produção, enquanto o excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo. O Nitrogênio é transformado em composto orgânico, acumulando-se nas folhas e no caule para depois ser translocado para o grão e as sementes que são os aquênios (Biscaro et al., 2008).

A cultura do girassol absorve 41 kg de N por 1.000 kg de grãos produzidos, podendo ser tanto a partir da adubação quanto através de restos culturais, exportando 56 % do total absorvido (Castro e Oliveira, 2005). O Nitrogênio é o constituinte de aminoácidos e nucleotídeos, e o principal nutriente para a obtenção de produtividades elevadas em culturas anuais. Nas oleaginosas, o Nitrogênio determina o equilíbrio nos teores de proteínas acumuladas e produção de óleo; sobretudo por influenciar o metabolismo de síntese de compostos de reserva nas sementes. Quando adubado com grandes quantidades de Nitrogênio, há elevação dos teores do nutriente nos tecidos e redução da síntese de óleos no girassol, o que favorece a rota metabólica de acúmulo de proteínas nos aquênios. (Castro et al. 1999).

Segundo Sachs et al. (2006) a cultura do girassol responde positivamente ao incremento da adubação com N, K e P e o teor de óleo no aquênio aumenta com o incremento da adubação com K e P; as doses desses elementos, que proporcionaram as melhores respostas, oscilaram de acordo com a variável avaliada, ou seja; produção de aquênios, teor e produção de óleo, mostrando, com isto, que a recomendação de adubação deve variar em conformidade com a finalidade da produção. No solo, o N encontra-se em diversas formas orgânicas e inorgânicas que estão dinamicamente equilibradas. O N pode ser incorporado no

sistema solo-planta a partir dos restos culturais, por processos de fixação biológica, adubação com fertilizantes industriais e também por precipitação induzida por descargas elétricas (Raij, 1991). O Nitrogênio mineral é absorvido nas formas de Nitrato ou Amônio, o qual entra em contato com as raízes das plantas preferencialmente pelo fluxo de massa (Malavolta et al., 1997).

A planta de girassol, quando submetida a diferentes doses e épocas de aplicação de Nitrogênio em cobertura, apresenta alterações na produção de massa seca de folhas, hastes e capítulos. Além de alterações na área foliar, altura da planta, peso dos aquênios, número de aquênio por capítulo e diâmetro do capítulo. A quantidade total de Nitrogênio que pode ser absorvido por uma cultura de girassol influencia o valor máximo esperado para os índices de colheita (Bruginski e Pissaia, 2002). Segundo Biscaro et al. (2008), para a cultura do girassol a adubação nitrogenada em cobertura proporcionou um aumento em todas as características estudadas, sendo que a dose de N, de máxima eficiência técnica indicada para se ter uma boa produtividade é de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N, valor identificado na região de Cassilândia-MS.

De acordo com Leite et al. (2007), a deficiência em Nitrogênio tem sido apontada como a desordem nutricional que mais freqüentemente tem limitado o crescimento e a produtividade do girassol. Flores et al. (2001) concluem que adubação nitrogenada não só é importante para promover o crescimento dos vegetais, mas ao mesmo tempo pode reduzir o efeito da salinidade nas plantas. A utilização de esterco é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, principalmente Nitrogênio e Fósforo, em áreas de agricultura familiar na região semiárida e agreste do Nordeste do Brasil, onde, em geral, os solos são pobres em matéria orgânica e, por consequência, a produtividade, sem adubação, é muito baixa (Menezes e Salcedo, 2007). Durante o período vegetativo, o ritmo de absorção de N é mais rápido do que no período reprodutivo, de modo que é de grande importância, para o girassol, encontrá-lo em uma forma facilmente assimilável, para que possa acumular-se nos tecidos jovens (Sfredo et al., 1984).

Conforme Miller e Cramer (2004), a nutrição mineral é um importante fator ambiental, sendo o N o macronutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas cuja principal fonte é o Nitrato. Nobre et al. (2010), ao estudar a produção de girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 sobre diferentes lâminas com efluentes domésticos e doses de adubação orgânica também constataram o efeito deste tipo de adubação sobre o período inicial de emissão floral. De Giorgio et al. (2007), ao pesquisarem a aplicação de Nitrogênio em genótipos de girassol sob condições de semiaridez na Itália, verificaram diferenças

significativas sobre o diâmetro externo do capítulo e o índice de área foliar com o aumento das doses de Nitrogênio. No entanto, a elevação das doses de N não afetou estatisticamente o peso de 1.000 sementes, a altura de plantas e o diâmetro interno do capítulo.

Segundo Chaves et al. (2011), a adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, sendo o Nitrogênio, um dos principais macronutrientes responsáveis por esse incremento, por fazer parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, clorofila, dentre outras moléculas, estando diretamente relacionado as características ligadas ao crescimento da planta.

Abadi et al. (2008), ao analisarem o suprimento de Nitrogênio sobre o crescimento, rendimento e componentes de rendimento do girassol, relataram aumento do diâmetro do caule, fitomassa seca das folhas, caule e capítulo, aquênios por capítulo e massa de aquênios com o incremento das doses de N. Entretanto, as maiores doses desse macronutriente afetaram negativamente o teor de óleo do girassol. O Nitrogênio é necessário para a síntese de clorofila e está envolvido no processo da fotossíntese, já que faz parte da molécula da clorofila e é um componente das vitaminas e dos sistemas energéticos na planta, é também um componente dos aminoácidos, os quais formam proteínas. Portanto, o N é diretamente responsável pelo incremento do conteúdo de proteínas (Dechen e Nachtigall, 2007).

Carvalho e Pissaia (2004), afirmam que o N participa na fixação biológica, redução e assimilação do Nitrato, na síntese de proteínas e ácidos nucléicos, além de constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos, bases nitrogenadas, vitaminas e lipoproteínas, pigmentos e outros produtos secundários que participam também, nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, multiplicação, diferenciação celular e herança genética.

## **2. 5. Tolerância do girassol à salinidade**

A salinidade é um dos principais fatores ambientais limitantes ao crescimento e produtividade das culturas, uma vez que as altas concentrações de sais no solo, além de reduzir o seu potencial hídrico, podem provocar efeitos tóxicos nas plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias ao metabolismo (LV et al., 2008; Silva et al., 2009). Pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação para a produção vegetal (Santos Júnior et al., 2011; Nobre et al., 2011).

Macêdo, et al. (2005) asseguram que a resposta das culturas às condições de salinidade não se limita ao próprio teor de sal, mas sim ao aparecimento múltiplo de genes, onde cada espécie apresenta um grau de tolerância ao sal que depende da concentração e da natureza dos sais dissolvidos, de fatores climáticos, absorção de água e situação nutricional das plantas. Dentre as alternativas de convivência com a salinidade das águas disponíveis para irrigação e se produzir satisfatoriamente, em condições de solo ou de água com altos índices de salinização, destaca-se o uso de plantas tolerantes à salinidade e a sodicidade, sendo importantes os estudos que visem avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino, a utilização da sua interação com a adubação nitrogenada, como forma compensatória da redução no crescimento e produção das plantas (Nobre et al., 2010).

Do ponto de vista do manejo, algumas estratégias ainda podem ser usadas para minimizar os impactos negativos do aproveitamento de água salina na irrigação e favorecer a tolerância das culturas, entre elas: escolha de espécies ou cultivares mais tolerantes, utilização dessas fontes de água nos estádios de maior tolerância das culturas, mistura de águas de diferentes qualidades, uso cíclico de fontes de água com diferentes concentrações salinas, além de diversas outras práticas que visam à obtenção de uma boa produção vegetal com controle da salinização e sodificação do solo (Lacerda et al., 2009).

A tolerância das plantas ao estresse salino vem sendo estudada em muitos trabalhos, com o objetivo de verificar os mecanismos de ajustamento das espécies à salinidade (Munns e James, 2003). De acordo com (Yoshida, 2002), o nível de tolerância à salinidade das plantas de mesma espécie tem a capacidade de apresentar variações entre genótipos e ainda, para um mesmo genótipo. Pesquisas têm demonstrado que as culturas reagem de forma diferente à salinidade, algumas têm produtividades economicamente aceitáveis sob níveis altos de salinidade, enquanto outras são sensíveis a níveis considerados baixos (Caruso e Villari, 2004; Rubio et al., 2009; Al-Karaki et al., 2009).

Segundo Silva Júnior et al. (1999), na região nordeste do Brasil, o uso de águas de poço para irrigação é muito importante na produção de seus produtos, só que quando esta água é considerada salina ( $CEa > 2,2 \text{ dS m}^{-1}$ ), pode salinizar o solo e conseqüentemente agravar seu uso. Os efeitos negativos da irrigação com água salina em oleaginosas têm sido observados por vários autores na literatura científica nacional, inclusive na cultura do girassol (Nobre et al., 2010; Silva et al., 2009). Em estudos realizados por Katerji et al. (2000), o girassol foi classificado como tolerante à salinidade. Entretanto, Ashraf e Tufail (1995) verificaram que há grande variação de tolerância à salinidade em genótipos de girassol.



Dentro desse raciocínio Mohammad et al. (2002) e Turhan e Ayaz (2004), concluíram ao trabalhar com de três genótipos de girassol (Oro9, Flamme e Albena) e (Dolunay, Edirne-87 e Turkuaz), respectivamente, submetidos a stress salino durante a germinação e emergência das plântulas, que o tempo médio de germinação foi significativamente afetado pela concentração de NaCl, reduzindo assim o crescimento das plantas. Por outro lado, Neto et al., (2011), trabalhando com parâmetros de fluorescência da clorofila, objetivando selecionar genótipos de girassol tolerantes e sensíveis à salinidade concluíram que os resultados indicam que a fluorescência da clorofila pode ser utilizada como uma ferramenta para a seleção de genótipos de girassol tolerantes à salinidade.

Do ponto de vista do manejo, algumas estratégias ainda podem ser usadas para minimizar os impactos negativos do aproveitamento de água salina na irrigação e favorecer a tolerância das culturas, entre elas: escolha de espécies ou cultivares mais tolerantes, utilização dessas fontes de água nos estádios de maior tolerância das culturas, mistura de águas de diferentes qualidades, uso cíclico de fontes de água com diferentes concentrações salinas, além de diversas outras práticas que visam à obtenção de uma boa produção vegetal com controle da salinização e sodificação do solo (Lacerda et al., 2009).

## **2. 6. Uso de água salina na agricultura**

A falta de água apropriada para o desenvolvimento da agricultura leva alguns agricultores a utilizar água considerada de qualidade inferior como às salinas na irrigação das culturas, porém é necessário que se tenha um bom manejo desse recurso hídrico e assim evitar os problemas de salinidade e desertificação, já que a disponibilidade de água doce na terra excede em muito a demanda humana onde, grandes populações vivem em áreas que recebem abundantes precipitações pluviométricas, enquanto outras vivem em regiões semiáridas ou até mesmo áridas (Brega Filho e Mancuso, 2003). Contudo, o aumento da área cultivada em regiões áridas e semiáridas é limitado pela escassez de recursos hídricos superficiais e pelo alto teor de sais presentes nas águas subterrâneas, levando o uso de água salobra para irrigação (Dias et al., 2011).

Um dos principais fatores limitantes ao crescimento das plantas e à produtividade agrícola é a salinidade principalmente quando estas áreas irrigadas estão situadas em zonas consideradas áridas ou semiáridas (Melo et al., 2008). As plantas que se desenvolvem em ambientes áridos têm comprometidas de forma severa suas funções metabólicas e

consequentemente traz redução na capacidade produtiva, seca fisiológica, sintomas de toxidez e outros sintomas (Ahmad e Jabeen, 2005).

O acúmulo de sais no solo depende da qualidade da água de irrigação, das propriedades físicas do solo e, sobretudo, das condições de drenagem e do balanço de água e de sais no subsolo (Dias et al., 2005). O uso de águas salinas para o cultivo convencional eleva o teor de sais solúveis que podem tornar, ao longo do tempo, solos não salinos em salinos, salino-sódicos e sódicos. Nestas condições, há o esgotamento físico do solo provocado pela dispersão das argilas com perdas do espaço poroso para circulação de ar, água e nutrientes; há também o aumento da resistência do solo à penetração das raízes, limitação da infiltração que se refletem na inibição do crescimento e perdas do rendimento das culturas (Leite et al., 2007).

Rhoades et al. (1992) consideram que água não salina é aquela que possui uma concentração total de sais dissolvidos menor que  $500 \text{ mg L}^{-1}$  ou condutividade elétrica menor que  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ . Por outro lado sabe-se que todas as águas de irrigação contêm naturalmente sais dissolvidos, os quais são representados principalmente na forma de cátions:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^+$  e ânions:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ,  $\text{BO}_3^{-3}$  e  $\text{NO}_3^-$  (Feres e Soriano, 2007; Gheyi et al., 2010).

Estudos feitos no semiárido nordestino comprovam que as águas normalmente utilizadas na irrigação apresentam em geral concentrações salinas capazes de acelerar os problemas relacionados à salinidade e à sodicidade dos solos, trazendo como consequência redução na produção agrícola irrigada nessas áreas (Oliveira et al., 2007). De acordo com Leite (2005), nos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte, mais de 25% das terras irrigadas apresentaram decadência de rendimento causado pela salinidade.

Fernandes et al. (2009), estudando o perímetro irrigado de Cachoeira II - PE, com o objetivo de avaliar as qualidades físico-químicas dessas águas, concluíram que as águas cloretadas sódicas predominam independente do nível de salinidade dos locais e das fontes de origem, pois contêm altos níveis de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Lopes et al. (2008) verificaram o impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na Bacia do Acaraú - CE, e concluíram que teve incremento nos valores estimados de CEes da área irrigada na ordem de 250% em relação à mata nativa.

Não é possível afirmar com exatidão qual é a real área agricultável afetada pela salinização no mundo, mas, segundo a FAO (2012), aproximadamente 900 milhões de

hectares em todo o mundo, ou seja, quase 20% do total das terras agrícolas, estão afetados por sais, isto representa mais de 6% da área terrestre do planeta (Zhang et al., 2010).

As áreas consideradas salinas no Brasil concentram-se na região semiárida do Nordeste, sobretudo nos perímetros irrigados (Holanda et al., 2007). A irrigação nessas regiões é uma necessidade bastante exigida, devido a má distribuição de chuvas, onde as altas taxas de evaporação superam as precipitações pluviométricas, razão pela qual, Lacerda et al. (2009) evidenciam o grave problema com a água utilizada nesses locais, que é o perigo de salinização em função do transporte dos sais a partir de fontes salinas, associado ao manejo inadequado da irrigação e à deficiência de drenagem.

## **2. 7. Efeito da água salina nas culturas**

No mundo vegetal, água com teores elevados de sais podem exercer resultados desfavoráveis nas fases fenológicas da planta, ou seja, tanto durante a fase de germinação quanto nas fases de pós-germinação. Os sais na solução do solo em quantidades altas inibem o crescimento vegetativo em função da redução do potencial osmótico ou por efeitos tóxicos dos íons de sódio e cloreto, e, conseqüentemente, reduz a capacidade da planta em absorver água e nutrientes (Soltani et al., 2006; Munns et al.; 2006). A resposta das sementes durante a germinação depende dos níveis de salinidade, e os efeitos causados pela exposição prolongada das sementes à salinidade durante a fase crítica de germinação são um dos principais fatores que comprometem os processos fisiológicos nos referidos ambientes (Espinhar et al., 2005). O declínio do desenvolvimento se observa em todo o ciclo vegetativo da cultura e sempre se verá afetado os rendimentos das culturas mesmo que a situação seja reversível quando ocorrer posteriormente lixiviação dos sais, (QU et al., 2008).

Tanto menor é a resposta quanto maior for o nível salino do substrato. Mesmo em plantas halófitas, que particularmente são organismos adaptados às condições salinas, demonstram em seu estágio de germinação e de plântula, certa sensibilidade aos sais (Debez et al., 2004). Isto porque de acordo com os autores supracitados, o tempo de germinação de *Cakile marítima*, planta halófito, aumentou em 2 dias em água pura para 2,7 e 2,9 dias em solução com 50 e 100 mM de NaCl, respectivamente.

De acordo com Munns et. al. (2006), o declínio negativo das culturas ocorre devido à entrada dos íons insalubres no fluído durante o processo de transpiração, o que com o tempo irá lesionar as células por causa do acúmulo desses elementos no interior do protoplasma. A

resposta da planta diante dessa situação se manifesta de diversas formas, tais como a ação antagônica do sódio a outros cátions, no qual, desloca da membrana celular o Cálcio e o Potássio, elementos importantes para manter o ajustamento da membrana e a seletividade durante o câmbio iônico (Ottow et al., 2005); o fechamento dos estômatos que reduz a absorção de CO<sub>2</sub>, água e nutrientes via adubação foliar e a senescência dos tecidos das folhas adultas que também restringe a produção de fotoassimilados (Lacerda et al., 2003; Campos e Cavalcante, 2009).

No processo que envolve a salinização do solo e, por conseguinte, as culturas, verifica-se que esse processo atinge a planta como um todo, isto é, os sais passam a inibir as células, a cadeia respiratória, a assimilação de Nitrogênio e o metabolismo das proteínas, eventos bioquímicos importantes que afetam a maioria das enzimas envolvidas e conseqüentemente o processo de desenvolvimento do vegetal (Munns, 2002; Taiz e Zeiger, 2006). O declínio da produtividade das plantas em áreas comprometidas pela salinidade pode estar diretamente relacionado aos efeitos salinos e aos problemas de toxidez de alguns íons particulares como o, cloro, o sódio e o boro (Mantovani et al., 2006).

Do mesmo modo que quando há baixos teores desses íons, aliados a níveis excessivos de salinidade no solo seguido de altas temperaturas, eles se tornam agentes nocivos à cultura (Ayers e Westcot, 1999). Em tais circunstâncias adversas, segundo Cavalcante et al. (2002) na maioria dos casos, não há espaço com condições químicas, físicas e biológicas suficiente para o desenvolvimento do sistema radicular. A salinidade provoca, nas plantas, efeitos que estão associados à dificuldade de absorção de água e toxicidade de íons específicos (Silva Júnior et al., 1999). No entanto, pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas. Dentre as alternativas de convivência com a salinidade das águas disponíveis para irrigação está a utilização da sua interação com a adubação nitrogenada, como forma compensatória da redução no crescimento e produção das plantas (Santos Júnior et al., 2011; Nobre et al., 2011). Nobre et al., 2010).

De acordo com Munns et al. (2002), as culturas cultivadas em condições de salinidade apresentam alterações nos parâmetros de crescimento das plantas em virtude dos efeitos do potencial osmótico e dos teores elevados de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> na solução do solo, resultando em desordens nutricionais. Flores et al. (2001) destacaram que a fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas, pode também reduzir o efeito da salinidade nos vegetais.

## 2. 8. Efeito da água salina no solo

A salinização no solo vem acontecendo ao longo do tempo e de forma natural, como por exemplo, o intemperismo dos minerais primários das rochas, a ascensão capilar de água salina do lençol subterrâneo para a superfície do solo, a invasão da água salgada das regiões costeiras que acontece por escoamento superficial e drenagem lateral, incluindo a chuva que deposita no perfil do solo pequenas quantidades de sais (Rengasamy, 2006; Gheyi, et al., 2010).

De modo antrópico, também acontece à salinização do solo, principalmente com o uso de água de irrigação de má qualidade associado ao manejo inadequado das áreas agrícolas que irão exercer efeitos negativos na estrutura física do solo (Richards, 1954). Sobretudo naquelas áreas em que o solo for menos arenoso o grau de esgotamento do solo será maior, mesmo que existam outros fatores dentro desse processo que vão influenciar a estrutura física do solo, fato observado por Thompson e Walworth (2006), em que; solo com textura mais leve, a salinização do mesmo é menor, principalmente porque os solos arenosos têm uma porosidade maior o qual permite que estes tipos de solo tenham uma drenagem mais eficiente.

Atualmente, há uma grande preocupação mundial com a degradação dos solos quanto à salinidade como resultado do excesso de sais resultantes da irrigação (Silva et al., 2005; Holanda et al., 2010). A sodificação é muito mais agressiva que a salinidade em áreas irrigadas sobretudo porque há uma perda maior dos atributos físicos do solo, tendo em vista que quando há ocorrência do  $\text{Na}^+$  trocável em excesso no complexo do solo, também há uma indução da dispersão das argilas formando uma camada de impedimento e dificultando os processos naturais, como circulação do ar e da solução do solo, com reflexos negativos na absorção dos nutrientes pelas raízes (Leite et al., (2010); Almeida Neto, et al., 2009).

Existem diferentes sais solúveis atuando no complexo do solo como; cálcio, magnésio, potássio, ferro, boro, sulfato, carbonato e bicarbonato, os quais também exercem complicações específicas, mas entre os diversos tipos de sais presentes na solução, o NaCl é quantitativamente o mais expressivo em muitos solos salinos (Rengasamy, 2006).

Dado a que a região do nordeste brasileiro possui grande capacidade para fruticultura irrigada, especialmente porque excetuando o problema de precipitação, esta região tem boas condições agroclimáticas, possui uma crescente demanda por alimentos em função do aumento populacional e das alterações climáticas que afetam os sistemas agroecológicos. Isso tem estimulado os cultivos agrícolas e exigido, por conseguinte cada vez mais o uso de água

na agricultura. No entanto, quando se fala em irrigação, logo se está falando de salinização dos solos. Por isso, é coerente incrementar estudos nessas áreas com a finalidade de prevenção, já que recuperar solos afetados por sais constitui uma prática que apesar de tecnicamente viável, é cronologicamente lenta e economicamente dispendiosa (Cavalcante, 2000).

### **3. Material e Métodos**

#### **3.1. Local do experimento**

O experimento foi conduzido em instalações pertencentes ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Campina Grande-PB, localizada na zona Centro Oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, com coordenadas geográficas: Latitude 07° 13' 11'' S, Longitude 35° 53' 31'' W e altitude média de 550 m. O período do experimento foi de abril de 2012 a julho de 2012 em ambiente protegido. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil 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. O município de Campina Grande - PB apresenta precipitação total anual de 802,7 mm, temperaturas médias máximas de 33°C nos dias mais quentes de verão e 28°C em dias de inverno; as temperaturas médias mínimas ficam em torno de 23°C nos dias mais quentes de verão, ou 15°C nas noites mais frias do ano, a umidade relativa do ar está entre 75 e 82% e, normalmente, o inverno começa em maio e termina em agosto (Coelho e Soncin, 1982).

#### **3. 2. Fatores em estudos e delineamento experimental**

Foram testados 25 tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, analisados em esquema fatorial 5 x 5 com três repetições, totalizando 75 parcelas experimentais. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação dos fatores: condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), de 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup>, preparados mediante adição de NaCl à água do sistema de abastecimento local (Richards, 1954), e dose de Nitrogênio correspondente as seguintes doses: 50, 75, 100, 125 e 150 ppm.

### 3. 3. Implantação e condução do experimento

Estudaram-se os efeitos da salinidade da água de irrigação e doses de Nitrogênio sobre o crescimento, desenvolvimento e produção da cultura de girassol. Previamente à implantação do experimento, fez-se o devido teste de germinação das sementes, depois se realizou o semeio, a uma profundidade de 2 cm, utilizando-se dez sementes por vaso (Lisímetros de drenagem) distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas se iniciou no quarto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia, sendo que, aos 15 DAS, efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas três plantas de melhor vigor por vaso e foi realizada a primeira avaliação nos 75 (setenta e cinco) vasos. A capacidade de cada vaso foi de 60 L, formato cônico com altura de 60 cm, diâmetro da base inferior de 38 cm e abertura superior de 50 cm. O sistema de drenagem foi composto de tela de nylon no fundo, dois orifícios de saída para coleta da água drenada com mangueira e dois recipientes coletores de 2 L (Figura 1.2).



**Figura 1.2** Lisímetros de drenagem e recipientes coletores utilizados no experimento.

### 3. 4. Caracterização do solo

Cada lisímetro foi preenchido na base, com 1 kg de brita (nº zero), 90 kg de solo não salino e não sódico em 2/3 inferior do volume do lisímetro e 30 kg de mistura de solo e humos (2% do peso total de solo) e adicionou-se adubação de fundação. Coletaram-se

amostras do solo para determinação das análises químicas e físico-hídricas, conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). As amostragens de solo foram realizadas na profundidade de (0-0,20 m) no início do experimento para se avaliar a salinidade no solo (Tabela 1.2). No fim do experimento se realizou outra avaliação nas profundidades de (0-0,20 e 0,20-0,40)m, que se encontra nos apêndices deste trabalho (Tabela 1).

**Tabela 1.2** Características químicas na camada de 0-20 cm de profundidade do solo coletado no interior dos vasos antes da aplicação dos tratamentos

| <b>Características químicas</b>                        |                |   |                |
|--|----------------|---|----------------|
| <b>Fertilidade</b>                                     | <b>Valores</b> | <b>Extrato de Saturação</b>                             | <b>Valores</b> |
| pH (H <sub>2</sub> O)                                  | 6,17           | pH  | 5,97           |
| MO (g kg <sup>-1</sup> )                               | 19,1           | CEes ( dS m <sup>-1</sup> )                             | 2,03           |
| P (MG dm <sup>-3</sup> )                               | 56,2           | Cloreto (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )            | 12,5           |
| Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 3,88           | Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )        | 5,00           |
| Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 2,86           | Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )             | 10,37          |
| K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )   | 0,3            | Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )           | 9,63           |
| Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )  | 0,47           | Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )           | 0,38           |
| Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 0              | Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )              | 4,86           |
| H <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )   | 1,62           | RAS (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup> | 1,54           |
| SB (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )               | 7,51           | PST (%)   | 19,25          |
| CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )              | 9,13           | Salinidade  | Ligeira        |
| V (%)  | 82,25          | Classificação do solo                                   | Normal         |

MO - Matéria orgânica do solo; CTC - Capacidade de troca catiônica - [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; SB - Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); V - Saturação por bases = (SB/CTC) x 100; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; PST - Porcentagem de sódio trocável (Na<sup>+</sup> /CTC)x 100



### **3. 5. Irrigação**

Antes de iniciar as irrigações todos os vasos foram colocados em capacidade de campo e foi deixado 5 cm livres na superfície do vaso para facilitar a irrigação a qual foi feita manualmente. Na primeira irrigação foi aplicado em todos os vasos um volume de 1 L. Posteriormente, o manejo das irrigações foi realizado através de balanço hídrico, utilizando-se planilha eletrônica, obedecendo a um turno de rega de dois dias e assim a lâmina foi calculada em função do volume de água aplicado e do volume de água drenado na irrigação anterior, somada a uma lâmina de lixiviação de 10%.

### **3. 6. Adubação**

Antes do semeio, foi realizada uma adubação potássica e fosfatada conforme necessidade nutricional da planta e metodologia adotada por (NOVAIS et al.,1991), para experimentos conduzidos em ambiente protegido. A adubação em fundação foi realizada com 300 ppm de  $P_2O_5$  e 4 ppm de boro oriundos do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada na forma de uréia foi aplicada conforme os tratamentos. A adubação potássica ao nível de 150 ppm de  $K_2O$  foi proveniente de cloreto de potássio. Ambas as adubações nitrogenada e potássica foram realizadas aplicando-se um terço no semeio, e dois terços em cobertura em parcelas iguais aos 20 e 40 DAS.

### **3. 7. Tratos culturais**

O controle fitossanitário realizou-se de forma preventiva e/ou curativo mediante a incidência de eventuais pragas e doenças, em que aos 13, 20 e 30 DAS foi realizada uma pulverização de agroquímicos no período da manhã, para combater a ocorrência de insetos como a mosca branca (*Bemisia tabaci*) que de fato apareceu no experimento e desta forma se extinguiu a ocorrência dessa praga.

### **3. 8. Variáveis analisadas**

A cada 15 dias foram avaliadas as seguintes variáveis biométricas de crescimento do girassol cv. EMBRAPA 122-V2000: altura das plantas (AP); número de folhas (NF); diâmetro

do caule (DC); área foliar (AF). Fizeram-se também, o controle do volume de água aplicado, do volume de água drenado e volume total consumido, as respectivas avaliações destes volumes estão nos apêndices deste trabalho (Tabela 2). Após a aplicação dos tratamentos, a altura das plantas (AP) do girassol foi avaliada a cada 15 dias após a semeadura (DAS), de tal modo que as medições dessa variável aconteceram aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAS. Essa variável foi determinada com fita métrica (cm), adotando-se como critério de determinação a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal. A determinação da variável (DC) do girassol ocorreu, nos mesmos períodos que a variável AP, as leituras (mm) foram realizadas no colo da planta a uma altura aproximada de 3 cm, utilizando-se um paquímetro digital. A determinação da variável do (NF) foi realizada nos mesmos períodos que as variáveis AP e DC, e, foram consideradas na contagem, as folhas com tamanho maior ou igual a 4 cm. De modo similar se determinou a variável da (AF) por meio do método não destrutivo se mediu com uma régua milimétrica o comprimento da nervura principal da folha (m) e foi determinada conforme metodologia proposta por (Maldener et al., 2009), de acordo com a Equação 1.

$$AF = \sum_{C=1}^N 0,1328 * C^{2,5569} \quad (1)$$

em que:

AF = área foliar (m<sup>2</sup>)

C = Comprimento da nervura principal (m)

Em seguida foram avaliadas as variáveis; abertura inicial da flor, fase (R4), abertura completa da flor, fase (R5), diâmetro interno da flor (DIF), diâmetro externo da flor (DEF) em função dos dias de durabilidade da fase de florescimento que pode durar de 10 a 15 dias, e o teor de clorofila (TC) do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, sendo que o DIF foi medido com régua milimétrica, aferindo todo o capítulo até o início das pétalas e o DEF foi também aferido com a mesma régua, de todo o capítulo até o final da pétala.

O teor de clorofila no presente estudo foi mensurado com um aparelho portátil medidor de clorofila (Chlorophyll Meter da marca Minolta, modelo SPAD-502), cujo método de medição se dá por diferença de densidade ótica entre dois comprimentos de onda, e tem sido usado em muitas culturas como indicador do estado nutritivo do limbo da folha (Piekielek e Fox, 1992; Westcott e Wraith, 1995; Rodrigues, 2004). As medições foram realizadas entre as 9 e 12 h, em condições de boa luminosidade. Obteve-se a média dos atributos fisiológicos por

lisímetro a partir da leitura realizada em três folhas de cada planta dentro do lisímetro, excetuando-se o teor de clorofila cuja média foi obtida a partir das leituras das 3 folhas por planta.

A avaliação das variáveis das partes reprodutivas foi realizada a partir dos 75 dias após da sementeira, ou seja, ao final do ciclo foi efetuada uma avaliação destrutiva, obtendo-se dados de fitomassa das folhas, do caule, da raiz e do capítulo, produção de número de aquênios viáveis e não viáveis, peso de 1000 aquênios. Cada variável foi acondicionada em sacos de papel do tipo Kraft devidamente identificados para depois serem colocadas para secar em estufa ventilada a 65°C, até peso constante. As variáveis determinadas foram às seguintes: Produção de aquênios (PDOA); Número de aquênios totais (NAT); Porcentagem de número de aquênios viáveis (%NAV); Porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis (%FAV); Fitomassa do capítulo total (FCAP); Fitomassa de capítulo sem aquênios (FCAPSA); Fitomassa de 1000 aquênios (F 1000A); Diâmetro de capítulo (DCAP); Fitomassa seca parte aérea (FSPA) e Fitomassa seca da raiz (FSR).

Finalmente avaliaram-se, o volume de água aplicado, volume de água drenado e volume água consumido (Tabela 2), com suas respectivas figuras, volume de água aplicado (Figura 1). Evolução do volume de água aplicado (Figura 2). Volume de água drenado (Figura 3). Evolução do volume de água drenado (Figura 4). Volume de água consumido (Figura 5) e evolução do volume de água consumido (Figura 6), os resultados destas avaliações apresentam-se nos apêndices da presente pesquisa.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, por se tratar de fatores quantitativos, para determinar a regressão por polinômios ortogonais foi usado o software SISVAR-ESAL (Ferreira, 2003). Nas características em que se constatou significância, foram calculados os coeficientes da regressão e estabelecidas às equações correspondentes ao comportamento dos parâmetros estudados.

#### 4. Referências bibliográficas

ABBADI, J.; GERENDÁS, J.; SATTELMACHER, B. **Effects of nitrogen supply on growth, yield, and yield components of safflower and sunflower.** Plant and Soil, v.306, p.167-180, 2008.

ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico do girassol irrigado na região da Chapada do Apodi – RN.** Campina Grande, 2009. 56f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande.

AHMAD, R.; JABEEN, R. **Foliar spray of mineral elements antagonistic to sodium – a technique to induce salt tolerance in plants growing under saline conditions.** Pakistan Journal Botany, Karachi, v. 37, n. 4, p. 913 – 920, 2005.

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. **Response of Soilless Grown Bell Pepper Cultivars to Salinity.** Acta Horticulturae, Leuven, v.807, p.227-232, 2009.

ALMEIDA NETO, O. B.; MATOS, A. T.; ABRAHÃO, W. A. P.; COSTA, L. M.; DUARTE, A. **Influência da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de latossolos. R. Bras. Ciências do Solo, Viçosa, v. 33, p. 1571 - 1581, 2009.**

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

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Tradução por H. R. Gheyi; J. F. de Medeiros.; F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisão).

BARNI, N. A. BERLATO, M. A.; SARTORI, G. **Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 167-184, 1995.**

BARNI, N. A. **Modelos de crescimento, desenvolvimento e rendimento do girassol em função da radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica.** 1994. 249 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia-Agrometeorologia)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. da. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. **Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 05, p. 1366-1373, 2008.**

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. **Conceito do reúso de água.** In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Ed.) Reúso de Água. São Paulo. p.21. 2003.

BRUGINSKI, D. H. e PISSAIA, A. **Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – morfologia da planta e partição de massa seca.** Scientia Agraria, v.3, n.1-2, p.47-53, 2002.

- CÂMARA, G. M. S. **Introdução à cultura do girassol**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. 10 p. Apostila.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. **Salinidade da água de irrigação e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão**. Holos, Natal, v. 2, p. 10-20, 2009.
- CANTARELLA, H. Adubação e calagem do girassol. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL. XV REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL. RIBEIRÃO PRETO. **Anais...** Out/2003. CD-ROM.
- CARUSO, G.; VILLARI, G. **Effect of EC-level and plant shading on the NFT-grown "Friariello Pepper"**. Acta Horticulturae, Leuven, v.659, p.576-585, 2004.
- CARVALHO, C. G. P.; GRUNVALD, A. K.; GONCALVES, S. L.; TERRA, I. M.; OLIVEIRA, A. C. B. de; RAMOS, N. P.; GODINHO, V. de P. C.; AMABILE, R. F.; BRIGHENTI, A. M. (Ed.). **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2008/2009 e 2009**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2009. 122 p. (EMBRAPA Soja. Documentos, 320).
- CARVALHO, D. B. de.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: teores de nutrientes nas folha. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, 2(1):65-72, 2004.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 650 p.
- CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: EMBRAPA, CNPSO, 1997. 24p. (Documentos, 59).
- CASTRO, C. de; BALLA, A.; CASTIGLIONI, V.B.R.; SILVEIRA, J.M.; SFREDO, G. J. Levels and methods of nitrogen supply for sunflower. *Scientia agraria*. [online]. v.56, n.4, p.827-833, Oct./Dec. 1999.
- CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. de C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO. 1997. 36p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 13).
- CASTRO, C.; BOUCAS FARIAS J. R. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 163-218.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. de. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, p. 317-373, 2005.
- CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: 2000, 72 p. Apostila.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FILHO, J. C. F.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. **Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros Irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n. 3. 2002.

CAVASIN, P. **A cultura do girassol**. Guaíba: Agropecuária, p. 69. 2001.

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

CHIMENTI, C. A.; HALL, A. J. Grain number responses to temperature during floret differentiation in sunflower. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 72, p. 177-185, 2001.

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

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Conjuntura mensal: girassol**, período outubro de 2011. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_11\\_09\\_15\\_59\\_20\\_girassol\\_outubro2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_09_15_59_20_girassol_outubro2011.pdf)>. Acesso em: 05 junho. 2013.

CONNOR, D. J.; HALL, A. J. Sunflower physiology. In: SCHNEITER, A. A.; SEILER, A. A. (Ed.). **Sunflower technology and production**. Madison: American Society of Agronomy, 1997. p. 113-182. (Agronomy monograph, v. 35).

CONTIBRASIL. **Girassol: manual do produtor**. Cravinhos, 1981. p. 10-12.

CORBINEAU, F.; BAGNIOL, S.; CÔME, D. Decrease in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed viability caused by high temperature as related to energy metabolism, membrane damage and lipid compositions. **Physiologia Plantarum**, Copenhagem, v. 116, p. 489-496, 2002.

DALLAGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. de C. **Origem e História do Girassol**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. Cap. 1 p. 1-14.

DARDANELLI, J. L. RITCHIE, J. T.; CALMON, M.; ADRIANI, J. M.; COLLINO, D. J. An empirical model for root water uptake. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 87, n.1, p. 59-71, 1997.

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

DEBEZ, A.; HAMED, K. B.; GRIGNON, C.; ABDELLY, C. **Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte *Cakile maritime***. Plant and Soil, v. 262, n 1-2, p. 179 - 189, 2004.

DECHEN, A. R; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F; ALVAREZ, V. V. H; BARROS, N. F; FONTES, R. L. F; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. 1. Ed. Viçosa: SBCS/UFV, 2007. Cap. 03, p. 91-132.

DIAS, N. da S.; LIMA, F. A. de; SILVA, C. R. da; SOUSA NETO, O. N. de; GHEYI, H. R. **Use of reject brine from desalination on different development stages of hydroponic lettuce.** *Revista Caatinga*, v. 24, n. 1, p. 76-81, 2011.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB. v.9, n.4. 2005.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos.** Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

EMBRAPA. Tecnologia de produção – Girassol. EMBRAPA – Sistema de produção N.1. EMBRAPA Soja, 2009. Disponível em: <[http://www.cnpso.EMBRAPA.br/ produção girassol](http://www.cnpso.EMBRAPA.br/produção_girassol)>. Acesso em 20 de jun. 2013.

ENGLISH, S. D. et al. Photosynthesis and partitioning of dry matter in subflower. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 6, p. 149-64, 1979.

ESPINAR, J. L.; GARCIA, L. V.; CLEMENTE, L. **Seed storage conditions change the germination pattern of clonal growth plants in mediterranean salt marshes.** *American Journal of Botany*, St. Louis, v. 92, n. 7, p. 1094 – 1101, 2005.

EVANGELISTA, A. R., LIMA, J. A. **Silagem de girassol: cultivo e ensilagem**, 2008. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol\\_87.pdf](http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_87.pdf)>. Acesso em 20 Jun. 2013.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Agricultura: conseguir avanços sustentáveis na agricultura. Roma: FAO, [s.d.]. FAOSTAT. Roma: FAO, 2012. <<http://faostat.fao.org/site/636/DesktopDefault.aspx?PageID=636#ancor>> Acesso em: 05 de junho de 2013.

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*, Santa Maria, v.37, n.4, p.987-993, 2007.

FARIAS, J. R. B.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; CASTRO, C.; LEITE, R. M. V. B. C.; NEPOMUCENO, A. L.; SILVA, F. A. M.; ANDRADE JR., A. S. Zoneamento de risco climático à cultura do girassol. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 02 a 05 de julho de 2007, Aracajú, SE. Anais... Aracajú: CPAMN-EMBRAPA, 2007. p. 51-54.

FERERES, E.; SORIANO, M. A. **Deficit irrigation for reducing agricultural water use.** *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, vol. 58, n 2, p. 147 – 159, 2007.

FERNANDES, J. G.; FREIRE, M. B. G. S.; CUNHA, J. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORREIA, M. M.; SANTOS, P. R. **Qualidade físico-química das águas utilizadas no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 4, n. 1, p. 27 - 34, 2009.

FERNÁNDEZ-MARTINEZ, J. M.; VELASCO, L.; PÉREZ-VICH, B. Progress in the genetic modification of sunflower oil quality. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 17., 2008, Cordoba, **Proceedings...** Cordoba: Consejería de Agricultura y Pesca, 2008. v. 17, n. 1, p. 1-14.

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

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

GAY, C.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Effects of temperature and oxygen on seed germination and seedling growth in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 31, p. 193-200, 1991.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados.** Fortaleza, INCTsal, 2010, 472p.

GOYNE, P. J.; SCHNEITER, A. A. Temperature and photoperiod interactions with the phenological development of sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 777-784, 1988.

HALL, A. J. Advances in the physiology of the sunflower crop: a ten-year progress report. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 2004, Fargo. **Proceedings...** Fargo: ISA, 2004. V. 16, n. 1, p. 29-41.

HALL, A. J.; CHIMENTI, C.A.; VILELLA, F.; FREIER, G. Timing of water stress effects on yield components of sunflower. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11., 1985, Mar del Plata. **Proceedings...** Mar del Plata: Asociación Argentina de Girassol, 1985. V. 11, n. 1, p. 131-136.

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

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S. ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 39 – 50, 2007.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. qualidade da água para irrigação. In: GUEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: INCT Sal, 2010, cap. 4, p. 43 – 61.



IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola, 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201110.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201110.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2013.

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*, v.43, p.99-109. 2000.

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

LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B. da; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. **Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento.** *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 02, p. 221-230, 2009.

LEITE, E. M. **Utilização de corretivos químicos em solos degradados por sódio usando milho (Pennisetum americanum L.) como planta teste.** Areia, 2005, 62 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2005.

LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. *Irriga*, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 168-176, 2007.

LEITE, E. M.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; GHEYI, H. R.; CAMPOS, V. B. **Redução da sodicidade em um solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola.** *Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 110 – 116, 2010.

LENTZ, D.; POHL, M.E.D.; POPE, K.O.; WYATT, A.R. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. *Economic Botany*, New York, v.55, n. 3, p. 370 – 376, 2001.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C. G. **Impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na Bacia do Acaraú, Ceará, Brasil.** *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 28, n. 1, 2008.

LV, S.; ZHANG, K.; GAO, Q.; LIAN, L.; SONG, Y.; ZHANG, J. **Overexpression of an H<sup>+</sup>-PPase gene from *Thellungiella halophila* in cotton enhances salt tolerance and improves growth and photosynthetic performance.** *Plant e Cell Physiology*, v. 49, n. 08, p. 1150-1164, 2008.

MACÊDO, C. E. C. BARROSO, P. A. V.; MOURA, G. E. D. D.; ALLOUFA, A. I. **Efeito do NaCl sobre o crescimento e a multiplicação in vitro de bananeira.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 194 - 197, 2005.

MAEDA, J. A.; UNGARO, M. R. G. Study of sunflower "seed" dormancy. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GIRASOL, 11., 1985, Mar del Plata. Actas. Mar del Plata: ASAGIR/ISA, 1985. t.1, p.73-79.

MAEDA, J. A.; UNGARO, M. R. G.; LAGO, A. A. do.; RAZERA, L. F. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 35-44, 1987.

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

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

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: Princípios e Métodos**. Viçosa: UFV, 2006. p. 318.

MAPA. **Portarias orientam plantio de girassol, milho e sorgo**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/noticias/2012/07/portarias-orientam-plantio-de-girassol-milho-e-sorgo-no-pais>>. Acesso em 28 de jul. 2012.

MARC, J.; PALMER, J. H. Photoperiodic sensitivity of inflorescence initiation and development in sunflower. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 4, p. 155-164. 1981.

MELO, R. M.; BARROS, M. F. C.; SANTOS, P. M.; ROLIM, M. M. **Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, n.4, p.376–380, 2008.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. **Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.4, p.361–367. 2007.

MILLER, A. J. e CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. *Plant Soil*, 274:3-6, 2004.

MOHAMMAD, EL M.; BENBELLA, M.; TALOUIZETE, A. Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed germination. **Helia**, Novi Sad v.37, p. 51-58, 2002.

MUNNS, H.; HUSAIN, S.; RIVELLI, A. R.; JAMES, R. A.; CONDON, A. G. T.; LINDSAY, M. P.; LAGUDAH, E. S.; SCHACHTMAN, D. P.; HARE, R. A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, v. 247, n. 1, p. 93- 105, 2002.

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

MUNNS, R.; JAMES, R. A.; LÄUCHLI, A. **Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals.** Journal of Experimental Botany, Lancaster, vol. 57, n. 5, p. 1025 – 1043, 2006.

MUNNS, R.; JAMES, R.A. **Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat.** Plant Soil, Dordrecht, v.253, n.2, p.201–218, 2003.

NETO, A. D. A. de; PEREIRA, P. P. A.; COSTA, D. P.; SANTOS, A. C. C. dos. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 4, p. 893-897, 2011.

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

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

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 929-937, 2011.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.747–754, 2010.

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

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

OLIVEIRA, B. C.; CARDOSO, M. A. A.; OLIVEIRA, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F. **Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 11 – 16, 2007.

ORTEGA, E. ; WATANABE, M. ; CAVALETT, O. A produção de etanol em micro e mini destilarias. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. S.; GOMEZ E. O. (Org.). 736 p. **Biomassa para Energia**. Campinas: Editora Unicamp, p. 475-489, 2008.

OTTOW, E. A.; BRINKER, M.; TEICHMANN, T.; FRITZ, E.; KAISER, W.; BROSCHE, M.; KANGASJÄRVI, J.; JIANG, X.; POLLE, A. **Populus euphratica Displays Apoplastic Sodium Accumulation, Osmotic Adjustment by Decreases in Calcium and Soluble Carbohydrates, and Develops Leaf Succulence under Salt Stress.** Plant Physiology, Rockville, v. 139, p. 1762 – 177, 2005.

PAES, J. M. V.; ZITO, R. K.; LUCAS, F. T.; BORGES, B. M. N.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. B.; NUNES, M. C. de O. Avaliação de cultivares de girassol em Uberaba/MG. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 18.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 6., 2009, Pelotas. Ata e resumos... Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2009. 1 CDROM.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. *Agronomy Journal*, 84, 59-65, 1992.

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

PUTT, E. D. Early history of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). *Sunflower technology and production*. Madison: American Society of Agronomy, 1997. p. 1-19. (Agronomy. Series of monographs, 35).

QU, X. X.; HUANG, Z.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. **Effect of temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread halophyte shrub *halocnemum strobilaceum***. *Annals of Botany*, v. 101, p. 293 – 299, 2008.

QUEIROZ, M. S. A experiência brasileira em biocombustíveis – Petrobrás. In: CONFERÊNCIA E EXPOSIÇÃO BIENAL INICIATIVA DO AR LIMPO NAS CIDADES DA AMÉRICA LATINA. São Paulo, Palestra..., jul. 2006. Disponível em: <<http://www.cleanairnet.org/saopaulo/1759/articles-70466-resource-2-pdf>>. Acesso em 29 fevereiro. 2013.

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

RAWSON, H. M.; MUNNS, R. Leaf expansion in sunflower as influenced by salinity and short term changes in carbon fixation. ***Plant Cell and Environment***, Oxford, v. 7, p. 207-213, 1984.

RAWSON, H. M.; CONSTABLE, G. A.; HOME, G. N. Canopy development, light interception and seed production in sunflower as influenced by temperature and radiation. ***Australian Journal of Plant Physiology***, Melbourne, v. 11, p. 255-65, 1984.

RAWSON, H. M.; HINDMARSH, J. H. Light, leaf expansion and seed yield in sunflower. ***Australian Journal of Plant Physiology***, Melbourne, v. 10, p. 25-30, 1983.

RENGASAMY, P. World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, vol. 57, n. 5, p. 1017 – 1023, 2006.

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

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C: United States Salinity Laboratory. 1954. 160p. (United States Department of Agriculture Handbook, 60).

RODRIGUES, M.A. Establishment of continuous critical levels for indices of plant and pre-sidedress soil N status in the potato crop. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis*, 35, 2067-2085, 2004.

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

RUBIO, J. S.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; RUBIO, F.; MARTÍNEZ, V. **Yield blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K<sup>+</sup> and Ca<sub>2</sub><sup>+</sup> fertilization**. *Scientia Horticulturae*, Gainesville, v.119, n.2, p.79-87, 2009.

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

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. da S.; SOARES, F. A. L. **Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade**. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 4, p. 842-849, 2011.

SAUGIER, B. Sunflower. In: MONTEITH, J.L., *Vegetation and the atmosphere*. London: Academic Press, 1976. pt. 4, p. 87-119.

SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v. 21, p. 901-903, 1981.

SENTELHAS, P. C.; NOGUEIRA, S. S. S.; TURATTI, J. M.; SOAVE, D. Influencia da temperatura-base e graus-dia para cultivares de girassol. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 2, p. 43-49, 1994.

SFREDO, G. J.; CAMPO, R. J.; SARRUGE, J. R. **Girassol: nutrição mineral e adubação. Circular técnica, 8**. Londrina: EMBRAPA: CNPSo, 1984. 36 p.

SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 55-58, 1966.

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

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. C. M.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.57-64, 2011.

SILVA, B. O.; LEITE, L. A.; FERREIRA, M. I. C. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.750-756, 2004.

SILVA, D. F. da; ARAÚJO, I. G.; WELTER, J. H.; WAGNER, R. B.; MENEZES, L. F. G. de; ARBOITTE, M. Z. Desenvolvimento e produção de pólen em colmeias de *Apis mellifera*

L. africanizadas mantidas em cultura de girassol. *Agrarian*, Dourados, v. 3, n. 8, p. 147-151, 2010.

SILVA, E. F.; ASSIS JUNIOR, R. N.; SOUSA, J. I. G. **Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um Neossolo**. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 389-396. 2005.

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

SILVA, T. G. F. da; ZOLNIER, S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G.; MOURA C. R. W.; MUNIZ, M. A. **Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação**. *Revista Ceres*, v.56, p.602-610, 2009.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*, INCTSal, Fortaleza – CE, 2010.

SMIDERLE, O. J. **Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima**. Boa Vista: EMBRAPA Roraima, 2000. (EMBRAPA informe, 8).

SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E. **Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity**. *Environmental and Experimental Botany*, v. 5, p. 195 – 200, 2006.

STEER, B. T.; HOCKING, P. J. Characters of sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.) suited to irrigated production, **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 15, p. 369-387, 1987.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed, Porto Alegre: Artmed. 2006, 722 p.

TERRA, S. B. **Crescimento e estado nutricional de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) cultivado em vaso sob fertirrigação**. Tese (Doutorado) 85p. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2004.

THOMPSON, T. L.; WALWORTH, J. L. **Salinity management and soil amendments for Southwestern pecan orchards**. University of Arizona Cooperative Extension Bulletin AZ 1411, 2006. Disponível em: <http://cals.arizona.edu/pubs/diseases/az1411.pdf>. Acesso em: 08/06/2013.

TURHAN, H.; AYAZ, C. Effect of Salinity on Seedling Emergence and Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars. **International Journal of Agriculture e Biology**, Pakistan, v.6, n.1, p.149-152, 2004.

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

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

VIGIL, M. F. **Fertilization in Dryland Cropping Systems: a brief overview**. Central Great Plains Research Station - USDA-ARS, 2000. Disponível em: <<http://www.akron.ars.usda.gov>>. Acesso em: 23 jun. 2012.

VILLALBA, E. O. **Recomendação de Nitrogênio, fósforo e potássio para girassol sob sistema de plantio direto no Paraguai/ 2008. 82 f.** (Dissertação de Mestrado) Mestrado em Ciências do Solo – Universidade Federal de Santa Maria.

VILLALOBOS, F. J. et al. Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower genotypes. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 36, p. 1-11, 1994.

WESTCOTT, M. P.; WRAITH, J. M. Correlations of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 26, 1481-1490, 1995.

WHITFIELD, D. M., CONNOR, D. J., HALL, A. J. Carbon dioxide balance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) subjected to water stress during grain filling. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 20, p. 65-80, 1989.

Yoshida, K. **Plant biotechnology genetic engineering to enhance plant salt tolerance**. *Journal Bioscience Bioengineering*, Osaka, v.94, n.4, p.585–590, 2002.

ZHANG, H.; IRVING, L. J.; MCGILL, C.; MATTHEW, C.; ZHOU, D.; KEMP, P. The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator. *Annals of Botany*, v. 106, p. 1027 – 1035, 2010.

## **CAPÍTULO II**

**BIOMETRIA DO GIRASSOL EMBRAPA 122-V2000 CULTIVADO EM FUNÇÃO DA  
SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA**



## **Biometria do girassol EMBRAPA 122-V2000 cultivado em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada**

**RESUMO:** O girassol (*Helianthus annuus* L.) tem enorme potencial como planta oleaginosa e atualmente, a grande motivação para a produção de óleo de girassol é a produção de biodiesel no País. Este trabalho foi desenvolvido para avaliar as variáveis de crescimento do girassol EMBRAPA 122-V2000 no período de abril a julho de 2012, submetidas à irrigação com água de salinidade crescente e adubação nitrogenada. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido na Universidade Federal de Campina Grande, em delineamento inteiramente casualizado, usando o arranjo fatorial 5 x 5, referente aos níveis de salinidade da água de irrigação expressos pelas condutividades elétricas: 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup> (25 °C) e doses de nitrogênio: 50; 75; 100; 125 e 150 ppm, em três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. As variáveis avaliadas ao longo do ciclo da cultura foram: altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, início da floração, abertura completa da flor e teor de clorofila. Observou-se que as variáveis avaliadas foram afetadas significativamente a partir da condutividade elétrica de 0,7 dS m<sup>-1</sup> de forma linear e decrescente. Por outro lado verifica-se que estas variáveis, excetuando a altura de plantas aos 15 DAS que teve efeito significativo na interação, não sofreram nenhuma alteração entre a interação salinidade da água x adubação nitrogenada. As fases inicial e completa das flores foram retardadas com o aumento da salinidade da água de irrigação e o teor de clorofila decresceu com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

**Palavras-chave:** Água salina. *Helianthus annuus* L. Doses de Nitrogênio.

## **Biometrics Sunflower EMBRAPA 122-V2000 grown due to salinity of irrigation and nitrogen fertilization**

**ABSTRACT:** The sunflower (*Helianthus annuus L.*) has enormous potential as oilseed plant and currently, the major motivation for the production of sunflower oil is the production of biodiesel in Brazil. The study was conducted in order to evaluate the growth variables of EMBRAPA 122- V2000 Sunflower in the period April-July 2012, submitted to irrigation with increasing water salinity and nitrogen fertilization. The research was conducted in the greenhouse of the Federal University of Campina Grande, in a completely randomized design using the 5 x 5 factorial, related to salinity levels of irrigation water expressed by electrical conductivity: 0.7, 1.7, 2, 7, 3.7 and 4.7 dS m<sup>-1</sup> (25 °C) and nitrogen levels: 50, 75, 100, 125 and 150 ppm, in three replicates, totaling 75 experimental units. The variables assessed during the crop cycle were: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, beginning of bloom, full flower opening and chlorophyll content. We observed that the variables evaluated were affected significantly with the electrical conductivity of 0.7 dS m<sup>-1</sup> in a linear and decreasing manner. On the other hand, it appears that these variables, except for plant height at 15 DAS which took a significant effect in the interaction, have not changed between the salinity interaction of water versus nitrogen fertilization. The initial and full phases of flowers were delayed by the increase in the salinity of irrigation water and chlorophyll content decreased by increasing the levels of salinity irrigation.

**Keywords:** Saline water, *Helianthus annuus L.*, doses of nitrogen.

## 1. Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta de uso variado, utilizada na alimentação humana e animal, inclusive na produção de combustível, na adubação verde em rotação de culturas, em floriculturas, entre outros. Devido a essa variabilidade, tem despertado interesse econômico em vários países, até mesmo no Brasil, e é por isso que a produção do girassol é uma alternativa muito interessante, uma vez que responde por cerca de 13% de todo óleo vegetal produzido no mundo. Além disso a cultura apresenta características desejáveis do ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, alta qualidade e quantidade de óleo produzido, tolerância à falta de água. Apresenta, também, alto grau de adaptabilidade ambiental e possui custo de produção menor que outras oleaginosas, prevendo-se assim, como uma boa e nova opção de renda para os produtores brasileiros.

O girassol está entre as espécies oleaginosas capazes de produzir biocombustível listadas pelos órgãos governamentais, que estão empenhados em substituir o óleo diesel por óleo de origem vegetal, contribuindo para a redução do nível de poluição do ambiente, tornando-se assim uma importante alternativa de geração de renda para agricultura, principalmente na região do semiárido brasileiro que tem na cultura do girassol uma alternativa viável de produção agrícola, já que as plantas de girassol possuem boa tolerância à seca e ao calor (Guerra e Picketsius, 2005; Castro, 2007; Silva et al., 2007; Landgraf, 2011).

A biometria ocupa um lugar relevante no campo científico, porque é através dela que se estuda a mensuração dos seres vivos, logo saber medir os atributos biológicos quantitativos pertinentes a uma população de seres vivos, como os dos vegetais se tornam sumamente importante. A biometria fornece dados para a conservação e a exploração de uma espécie, permitindo incremento contínuo da busca racional e uso eficaz e sustentável da mesma. Também constitui um instrumento formidável para detectar a versatilidade genética dentro de populações de uma espécie e as relações entre essa variabilidade e os fatores ambientais, fornecendo dessa forma, técnicas para o melhoramento em programas genéticos (Carvalho et al., 2003; Matheus e Lopes, 2007; Macedo et al., 2009).

A cultura de girassol no Brasil precisa de um estudo mais aprofundado, no intuito de alcançar informações que orientem os programas de melhoramento e superem os níveis de produtividade atuais. Segundo Cruz e Carneiro (2003), o estudo de divergências genéticas por tecnologia multivariada tem merecido grande destaque, por serem estas empregadas tanto em aspectos morfológicos quanto agrônômicos. Entender as respostas morfológicas, fisiológicas e

bioquímicas das plantas tem grande valor para adquirir o conhecimento dos efeitos de estresse na planta. Alterações específicas percebidas através de indicadores de crescimento/desenvolvimento e rendimento agrônomico podem ser identificadas como mecanismos morfológicos; câmbio no status hídrico, integridade das membranas, concentrações de solutos inorgânicos e alocação de nutrientes e/ou sinopses de compostos orgânicos que podem atuar como identificadores fisiológicos e bioquímicos (Larcher, 2004; Taiz e Zeiger, 2009).

O crescimento de um vegetal depende, em termos gerais, do desenvolvimento e da expansão celular, do processo sensível da ação da radiação solar e de nutrientes do solo. Diante disso, a análise biométrica de crescimento se apresenta como uma técnica viável para se conhecer as bases fisiológicas da produção, evidenciando assim as influências exercidas pelas interações ambientais, genéticas e agrônomicas. Esta técnica descreve as condições morfofisiológicas da planta em função do tempo. As metodologias para seu uso são relatadas em vários trabalhos (Brandelero et al., 2002; Lima, 2006; Lessa, 2007, Peixoto et. al., 2008; Cruz et. al., 2010).

A busca por informações sobre a resistência dos vegetais ao déficit hídrico e à salinidade poderá ser utilizada posteriormente na seleção e melhoramento genético das plantas e contribuir, assim, para as áreas da Agronomia, Engenharia Agrícola e Biotecnologia. Do mesmo modo, o gerenciamento de técnicas apropriadas para a criação de plantas geneticamente modificadas são ferramentas que aperfeiçoam a eficiência do uso de recursos por parte das plantas, principalmente em combate aos estresses abióticos (Chaves et. al., 2009).

Na região do nordeste Brasileiro, o excesso de sais no solo exerce efeitos adversos nas plantas, incluindo distúrbios osmóticos que dificultam a absorção de água pelas raízes, toxicidade por íons e desequilíbrio nutritivo (Torres et. al., 2004). Elevados níveis de salinidade têm limitado a produção agrícola, sendo fator determinante para o crescimento e a produção de culturas, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nos vegetais (Ashraf e Harris, 2004; Munns, 2005; Conus, 2009). É por isso que com base em indicadores de estresse salino sobre o rendimento de grãos e qualidade do óleo, o girassol é considerado uma espécie de tolerância moderada a seca e a salinidade (Katerji et al., 2000; Caterina et al., 2007).

Diante do exposto e, sobretudo vislumbrando-se a expansão dos estudos da cultura do girassol, desenvolveu-se o presente trabalho, com o objetivo de se avaliar as variáveis

biométricas de crescimento do girassol cultivar EMBRAPA 122-V2000, em função de níveis de salinidades da água de irrigação e adubação nitrogenada em condições de casa de vegetação.

## 2. Material e métodos

O experimento foi conduzido em instalações pertencentes à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg), localizada na zona Centro Oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, sob condições de ambiente protegido, durante o período de abril a julho de 2012, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 07° 13' 11" S, Longitude 35° 53' 31" W e altitude média de 550 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil 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. O município apresenta precipitação total anual de 802,7 mm, temperaturas médias máximas de 33°C nos dias mais quentes de verão e 28°C em dias de inverno; as temperaturas médias ficam em torno de 23°C nos dias mais quentes de verão, ou 15°C nas noites mais frias do ano, a umidade relativa do ar está entre 75 e 82% e, normalmente, o inverno começa em maio e termina em agosto (Coelho e Soncin, 1982).

Foram testados 25 tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, analisados em esquema fatorial 5 x 5 com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação do fator: condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), nos níveis de 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup>, preparados mediante adição de NaCl à água do sistema de abastecimento local (Richards, 1954), visando à obtenção de águas com diferentes condutividades elétricas, cuja quantidade (Q) foi determinada pela equação  $Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ , conforme Rhoades et al. (2000), em que a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água. As respectivas águas foram acondicionadas em barril (bombonas) de 200 L de capacidade, e o fator dose de Nitrogênio correspondeu a cinco doses de adubação nitrogenada: 50, 75, 100, 125 e 150 ppm, para ensaios em vasos, conforme Novais et al. (1991).

Os efeitos da salinidade da água de irrigação e doses de Nitrogênio sobre o crescimento da cultura de girassol foram estudados. Previamente à implantação do experimento, foi solicitado a EMBRAPA Soja, escritório de negócios de Dourados, MS, as

sementes de girassol, cultivar EMBRAPA 122 V- 2000. Conforme EMBRAPA (2006), essa cultivar destaca-se pela precocidade (ciclo de 100 dias), produtividade (em média, 1.800 kg ha<sup>-1</sup>), qualidade e teor de óleo nos aquênios (em média, 420 g kg<sup>-1</sup>). Em seguida foi feito o devido teste de germinação das sementes e depois se realizou o semeio, a uma profundidade de 2 cm, utilizando-se dez sementes por vaso (Lisímetros de drenagem) distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas se iniciou no quarto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia, sendo que, aos 15 DAS, efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas três plantas de melhor vigor por vaso e foi realizada a primeira avaliação biométrica, nos 75 vasos.

A capacidade de cada vaso foi de 60 L, formato cônico com altura de 60 cm, diâmetro da base inferior de 38 cm e abertura superior de 50 cm; o sistema de drenagem foi composto de tela de nylon no fundo, dois orifícios de saída para coleta de drenagem com mangueira e dois recipientes coletores de 2 L (Figura 2.1).



**Figura 2.1** Lisímetros de drenagem e recipientes coletores utilizados no experimento.

## 2.1. Caracterização do solo

Cada lisímetro foi preenchido na sua parte inferior, com 1 kg de brita (nº zero), 90 kg de solo não salino e não sódico em 2/3 inferior do volume do lisímetro e 30 kg de mistura de solo e humus (2% do peso total de solo) e adicionou-se adubação de fundação. Coletaram-se amostras do solo para determinação das análises químicas e físico-hídricas, conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). As amostragens de solo foram realizadas na

profundidade de (0-0,20 m) no início do experimento para se avaliar a fertilidade e a salinidade do solo (Tabela 2.1). No fim do experimento se realizou outra avaliação nas profundidades de (0-0,20 e 0,20-0,40)m (Tabela 1) que se encontra nos apêndices deste trabalho.

**Tabela 2.1** Características químicas na camada de 0-20 cm de profundidade do solo coletado no interior dos vasos antes da aplicação dos tratamentos

| <b>Características químicas</b>                        |                |   |                |
|--|----------------|---|----------------|
| <b>Fertilidade</b>                                     | <b>Valores</b> | <b>Extrato de Saturação</b>                             | <b>Valores</b> |
| pH (H <sub>2</sub> O)                                  | 6,17           | pH  | 5,97           |
| MO (g kg <sup>-1</sup> )                               | 19,1           | CEes ( dS m <sup>-1</sup> )                             | 2,03           |
| P (MG dm <sup>-3</sup> )                               | 56,2           | Cloreto (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )            | 12,5           |
| Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 3,88           | Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )        | 5,00           |
| Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 2,86           | Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )             | 10,37          |
| K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )   | 0,3            | Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )           | 9,63           |
| Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )  | 0,47           | Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )           | 0,38           |
| Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 0              | Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )              | 4,86           |
| H <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )   | 1,62           | RAS (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup> | 1,54           |
| SB (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )               | 7,51           | PST (%)   | 19,25          |
| CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )              | 9,13           | Salinidade  | Ligeira        |
| V (%)  | 82,25          | Classificação do solo                                   | Normal         |

MO - Matéria orgânica; CTC - Capacidade de troca catiônica - [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; SB - Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); V - Saturação por bases = (SB/CTC) x 100; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; PST - Porcentagem de sódio trocável (Na<sup>+</sup> x 100/CTC)

Todos os vasos foram irrigados e mantidos com umidade no nível de capacidade de campo antes do início das irrigações, com borda livre de 5cm na superfície do vaso para facilitar a irrigação, a qual foi feita manualmente. Na primeira irrigação foi aplicado em todos os vasos um volume de 1 L. Posteriormente, o manejo das irrigações foi realizado através de balanço hídrico, utilizando-se planilha eletrônica, obedecendo a um turno de rega de dois dias e assim a lâmina foi calculada em função do volume de água aplicado e do volume de água drenado na irrigação anterior somada a uma lâmina de lixiviação de 10%.

Antes do semeio, foi realizada uma adubação potássica e fosfatada conforme necessidade nutricional da planta seguindo metodologia adotada por (Novais et al.,1991), para experimentos conduzidos em ambiente protegido. A adubação em fundação se realizou com 300 ppm de  $P_2O_5$  e 4 ppm de Boro oriundos do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada na forma de uréia foi aplicada conforme os tratamentos. A adubação potássica ao nível de 150 ppm de  $K_2O$  foi proveniente de cloreto de potássio. Ambas as adubações nitrogenada e potássica foram realizadas aplicando-se 1/3 no semeio e 2/3 em cobertura em parcelas iguais aos 20 e 40 DAS.

O controle fitossanitário durante a condução do experimento foi realizado de forma preventiva e/ou curativo mediante a incidência de eventuais pragas e doenças. Foram realizados os seguintes tratamentos culturais: eliminação manual das ervas daninhas, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e pulverizações com produtos indicados para controle preventivo de insetos (Imidacloprido - Confidor 700 WG –  $0,5 \text{ g L}^{-1}$ ) e doenças fúngicas (Triazol - Rival 200 EC –  $0,5 \text{ g L}^{-1}$ ). As pulverizações foram realizadas aos 13, 20 e 30 DAS no período da manhã, dessa forma se combateu a mosca branca (*Bemisia tabaci*) que apareceu no experimento e foi possível amenizar, assim, a ocorrência dessa praga no decorrer do experimento.

A análise biométrica de crescimento do girassol cultivar EMBRAPA 122-V2000, realizou-se a cada 15 dias, ou seja, aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAS, analisando as seguintes variáveis: altura das plantas (AP); número de folhas (NF); diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF). As leituras das medições da altura das plantas foram feitas com fita métrica (cm), adotando-se como critério de medição a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal. As leituras do diâmetro caulinar foram realizadas no colo da planta a uma altura aproximada de 3 cm, utilizando-se um paquímetro digital. As leituras do número de folhas por planta foram consideradas na contagem, as folhas com tamanho acima de 4 cm. As leituras da área foliar por planta foram feitas por meio do método não destrutivo,



e medido o comprimento da nervura principal da folha (m), por meio de uma régua milimétrica, conforme metodologia proposta por Maldener et al. (2009), de acordo com a Equação 1.

$$AF = \sum_{C=1}^N 0,1328 * C^{2,5569} \quad (1)$$

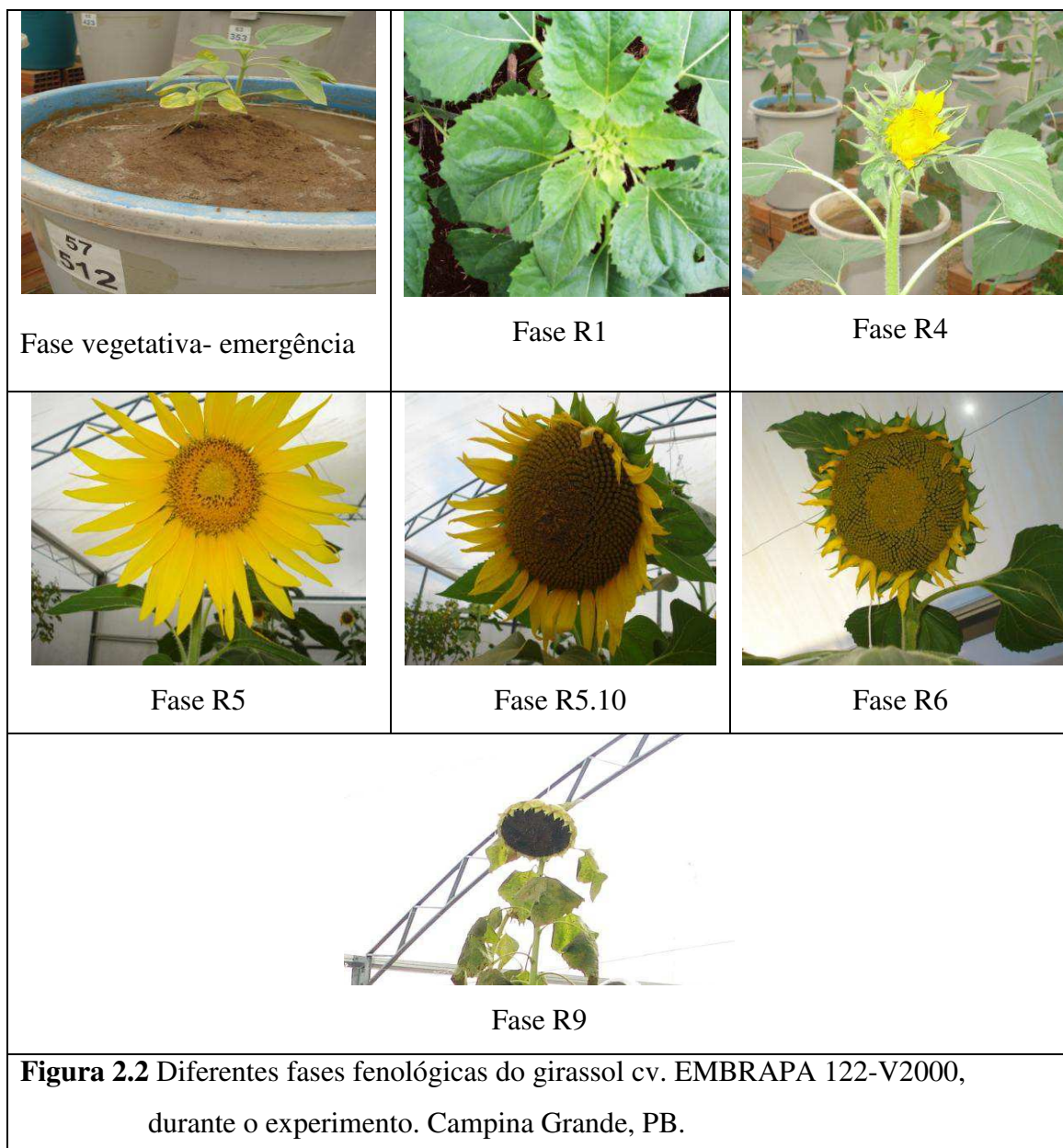
Em que:

AF = área foliar (m<sup>2</sup>)

C = Comprimento da nervura principal (m)

As variáveis referentes aos parâmetros de florescência foram, a abertura inicial da flor, fase (R4), abertura completa da flor, fase (R5), diâmetro interno da flor (DIF), diâmetro externo da flor (DEF) e o teor de clorofila (TC) do girassol cv. EMBRAPA 122-V2000, estas variáveis foram avaliadas em função do número de dias das fases do girassol, em todo o período do experimento. A Figura 2.2 apresenta as diferentes fases fenológicas do girassol cv. EMBRAPA 122-V2000, durante o experimento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, por se tratar de fatores quantitativos, para determinar a regressão por polinômios ortogonais foi usado o software SISVAR-ESAL (Ferreira, 2003). Nas características em que se constatou significância, foram calculados os coeficientes da regressão e estabelecidas às equações correspondentes ao comportamento dos fenômenos estudados.



### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Altura das plantas

Na altura das plantas, pode-se observar na Tabela 2.2 que a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo ( $p < 0,01$ ), pelo teste F, nos períodos avaliados. Por outro lado, observa-se que a adubação nitrogenada não exerceu efeito significativo, a não ser na interação entre os fatores, salinidade da água de irrigação x doses de Nitrogênio ( $p < 0,01$ ), aos 15 dias após a semeadura (DAS), que teve efeito significativo. No restante do período a altura

das plantas permaneceu sem efeito significativo o que sugere que as plantas de girassol cv. EMBRAPA 122-V2000, irrigadas com diferentes níveis de salinidade na água de irrigação, apresentaram desempenho análogo quando foram submetidas às diferentes doses de Nitrogênio. A ausência de efeitos significativos das doses nitrogenadas para a variável altura das plantas corrobora com os resultados obtidos por Bruginski e Pissaia (2002), que cultivaram o girassol sob crescentes doses de Nitrogênio (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>) e também não observaram diferença estatística.

**Tabela 2.2** Resumo das análises de variância da altura de plantas do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande – PB, 2013.

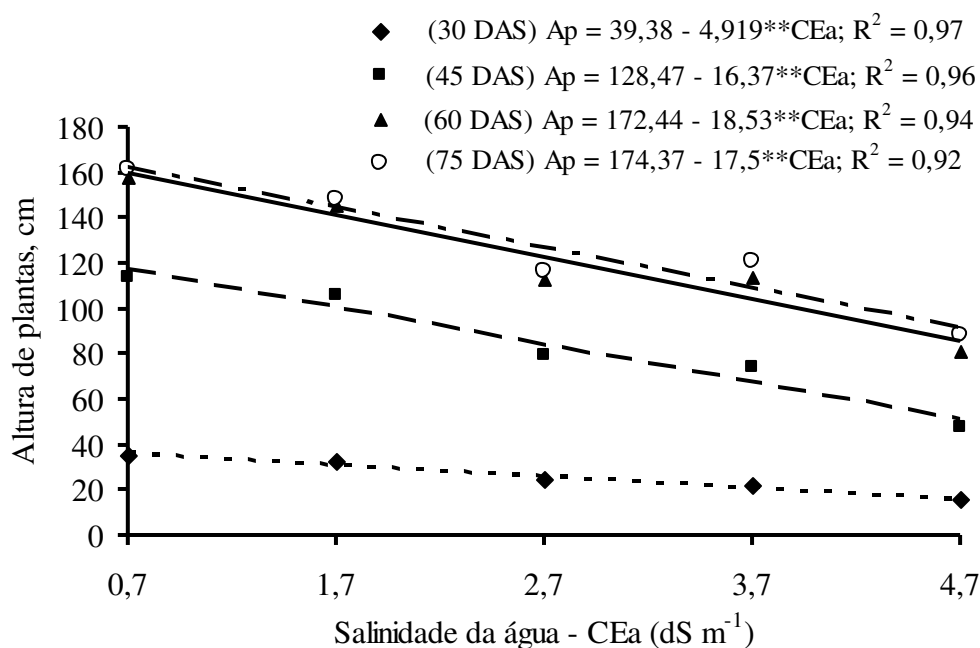
| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios            |                     |                      |                       |                      |
|-------------------|----|-----------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|                   |    | Dias após a semeadura – DAS |                     |                      |                       |                      |
|                   |    | 15                          | 30                  | 45                   | 60                    | 75                   |
| Salinidade (S)    | 4  | 18,13**                     | 931,24**            | 10478,63**           | 13760,21**            | 12475,65**           |
| Reg. Linear       | 1  | 72,25**                     | 3629,98**           | 40212,91**           | 51485,61**            | 45937,50**           |
| Nitrogênio (N)    | 4  | 0,64 <sup>ns</sup>          | 83,93 <sup>ns</sup> | 869,20 <sup>ns</sup> | 1076,25 <sup>ns</sup> | 977,58 <sup>ns</sup> |
| Interação SxN     | 16 | 1,24**                      | 21,74 <sup>ns</sup> | 514,46 <sup>ns</sup> | 573,89 <sup>ns</sup>  | 551,56 <sup>ns</sup> |
| Resíduo           | 50 | 0,36                        | 40,63               | 379,92               | 391,12                | 371,80               |
| Total             | 74 |                             |                     |                      |                       |                      |
| CV (%)            |    | 9,91                        | 24,43               | 23,13                | 16,16                 | 15,17                |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo

O aumento nos níveis da salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento em altura das plantas (Ap), e, conforme equação de regressão verifica-se que o modelo aos quais os dados tiveram melhor ajuste foi o linear, ocorrendo decréscimos de 12,49; 12,74; 10,75 e 10,04% aos 30, 45, 60 e 75 DAS respectivamente, por aumento unitário das condutividades elétricas da água de irrigação (Figura 2.3). Analisando-se os resultados da Figura 2.3, sugere-se que a diminuição na altura de planta está relacionada com a ação do componente osmótico que dificulta a absorção de água pela planta, trazendo como consequência seu crescimento afetado pelos níveis de salinidade da água de irrigação, também, porque a altura da planta é reflexo das condições nutricionais no período de alongamento do caule. Segundo Flowers (2004), a diminuição do crescimento de vegetais submetidos a estresse salino pode ser explicada pela redução do potencial osmótico da solução do solo, possível toxicidade iônica,

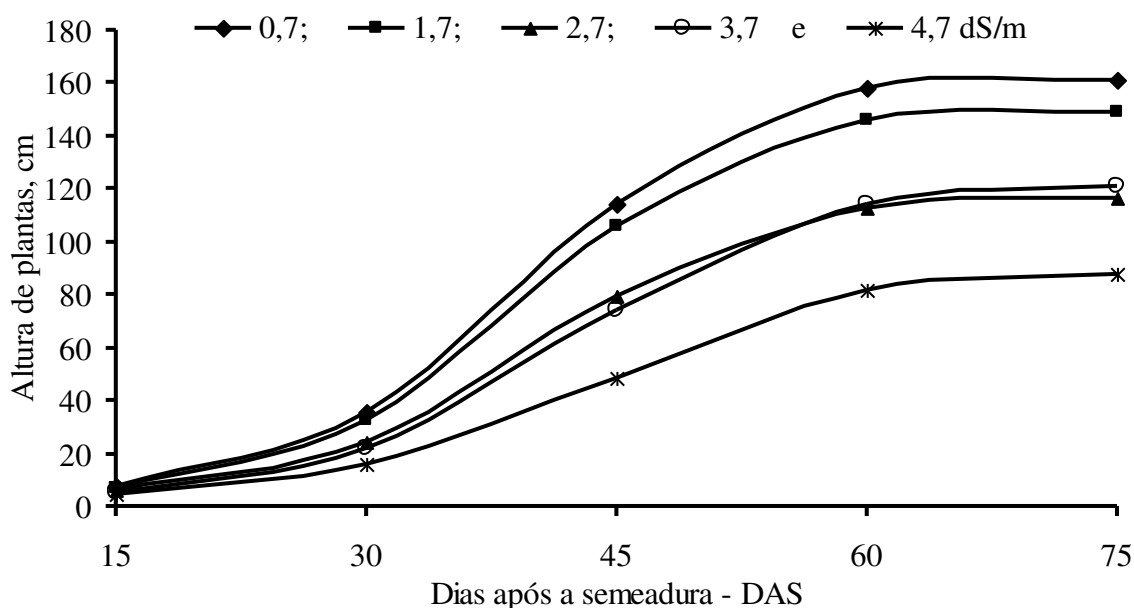
instabilidade nutricional, em função da acumulação em excesso de determinados íons nos tecidos vegetais.

Nobre et al. (2010) observaram que a altura de planta de girassol foi afetada linear e negativamente pela salinidade da água de irrigação a partir de 0,5 dS m<sup>-1</sup>. Smiderle et al. (2005) trabalhando com várias cultivares de girassol com água salina, entre elas a EMBRAPA 122 V-2000, apresentaram alturas de planta com valor médio de 138,3 cm, os quais estão abaixo da faixa obtida neste trabalho que foi de 162 cm.



**Figura 2.3** Altura de plantas de girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013

Na evolução da altura de planta do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, nos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura (Figura 2.4) observa-se por meio do comportamento das curvas que o crescimento na altura das plantas desde a salinidade de menor nível salino até a de maior nível foi decrescendo até estabilizarem-se aos 75 DAS. Cordeiro, (2001) relata que a inibição do crescimento em plantas que se desenvolvem em ambientes salinos tem uma grande variação em altura, por causa do efeito dos sais.



**Figura 2.4** Evolução da altura de planta do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.

### 3.2. Diâmetro caulinar

Observa-se na Tabela 2.3, que a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo ( $p < 0,01$ ) pelo teste F, nos períodos avaliados, por outro lado constata-se que tanto a adubação nitrogenada quanto a interação salinidade da água de irrigação x doses de Nitrogênio, não apresentou diferenças significativas nos períodos avaliados. Este resultado leva a entender que o desenvolvimento das plantas de girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, mesmo regado com diferentes níveis de salinidade na água de irrigação continuou sem sofrer nenhuma alteração, embora as plantas tenham sido submetidas às diferentes doses de Nitrogênio, assim como na interação. Nesse sentido, Debouba et al. (2006) relatam que alta concentração salina pode afetar a absorção de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e conseqüentemente a assimilação de Nitrogênio necessário às plantas. O diâmetro do caule é uma característica importante no girassol, pois diminui o acamamento da cultura e facilita seu manejo, tratos culturais e colheita (Biscaro et al., 2008).

**Tabela 2.3** Resumo das análises de variância do diâmetro caulinar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande – PB, 2013.

| Quadrados Médios  |    |                             |                     |                      |                      |                      |
|-------------------|----|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Fonte de Variação | GL | Dias após a semeadura – DAS |                     |                      |                      |                      |
|                   |    | 15                          | 30                  | 45                   | 60                   | 75                   |
| Salinidade (S)    | 4  | 1,710 <sup>ns</sup>         | 32,065**            | 152,429**            | 341,1651**           | 353,143**            |
| Reg. Linear       | 1  | -                           | 126,335**           | 598,001**            | 1348,920**           | 1402,337**           |
| Nitrogênio (N)    | 4  | 0,116 <sup>ns</sup>         | 2,535 <sup>ns</sup> | 19,565 <sup>ns</sup> | 19,063 <sup>ns</sup> | 16,186 <sup>ns</sup> |
| Interação SxN     | 16 | 0,194 <sup>ns</sup>         | 2,808 <sup>ns</sup> | 12,001 <sup>ns</sup> | 16,795 <sup>ns</sup> | 18,704 <sup>ns</sup> |
| Resíduo           | 50 | 0,228                       | 1,742               | 6,869                | 11,605               | 12,587               |
| Total             | 74 |                             |                     |                      |                      |                      |
| CV (%)            |    | 14,53                       | 16,11               | 16,89                | 17,89                | 18,20                |

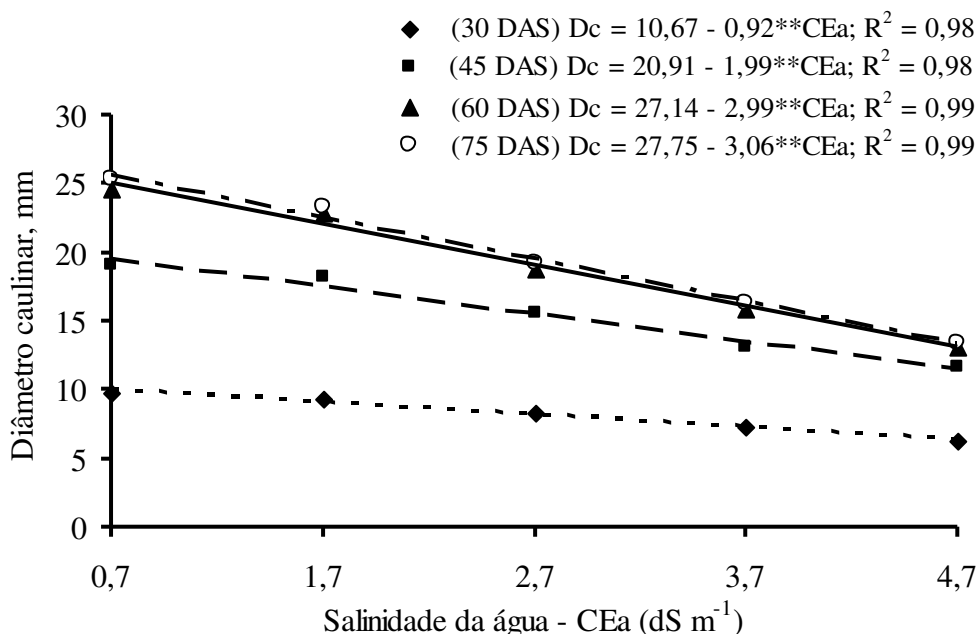
GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo

Na Figura 2.5, apresentam-se, as equações de regressão do diâmetro do caule, em que se observa que o modelo matemático que melhor se ajustou foi o linear decrescente em todas as épocas analisadas e assim como ocorreu com a altura de plantas houve declínio na medida em que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação, na seguinte ordem, 8,62; 9,52; 11,02 e 11,03%; esta redução foi aos 30, 45, 60 e 75, DAS respectivamente, por aumento unitário das condutividades elétricas da água de irrigação, o que mostra uma consequência desfavorável dos sais nesta variável.

As plantas em ambientes com alta concentração de sais, segundo Gheyi et al. (2010), sofrem estresse, em razão da baixa disponibilidade de água no solo, em consequência da diminuição do potencial osmótico na zona radicular, e pelo efeito de altas concentrações de íons específicos. Dias et al. (2003) relatam também que dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver, poderá até perder a água que se encontra no seu interior, causando a diminuição nas variáveis de crescimento

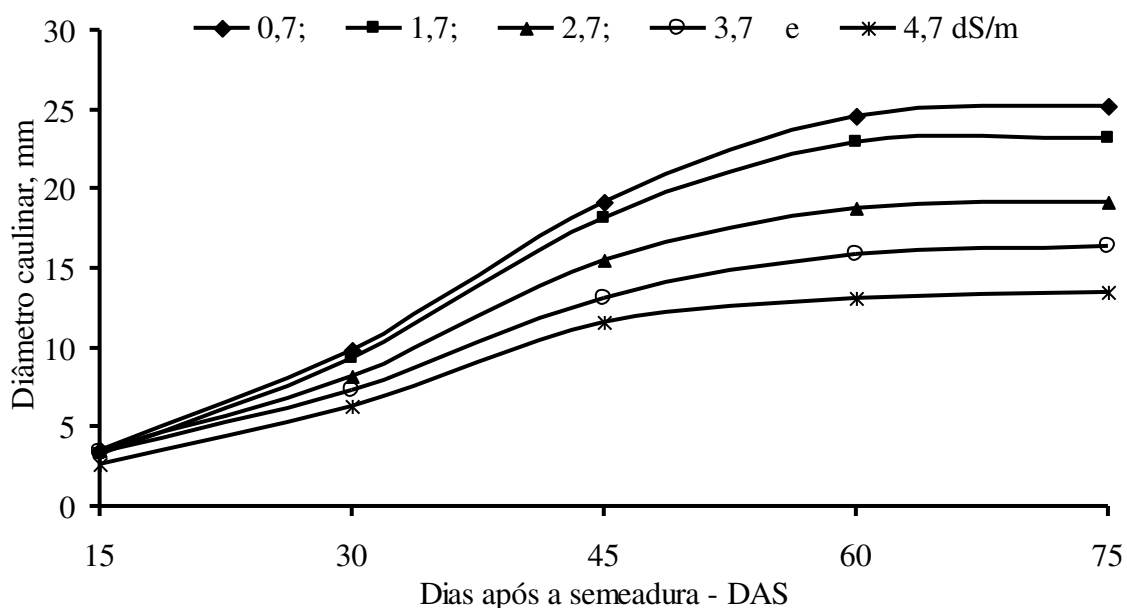
Segundo Nobre et al. (2010), a salinidade crescente da água de irrigação proporcionou decréscimo linear do diâmetro caulinar do girassol, de 2,7 e 5,0%, ou seja, 0,18 e 0,62 mm do DC por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, respectivamente, aos 26 e 50 DAS. Travassos et al. (2009) trabalhando também com plantas de girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 e observaram que com o aumento da CEa de 1 a 5 dS m<sup>-1</sup> houve um

decréscimo linear de 0,15 e 0,62 mm no diâmetro caulinar de plantas, indicando assim, a sensibilidade desta cultivar ao excesso de sais na zona radicular.



**Figura 2.5** Diâmetro caulinar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.

Ao analisar a Figura 2.6, observa-se através da evolução do diâmetro caulinar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, ao longo das datas amostrais nos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação que o diâmetro vai diminuindo desde o nível de menor salinidade até o de maior nível salino, esta redução fica constante quando a cultura completou o ciclo dos 75 DAS. Santos Júnior et al. (2011), ao trabalhar os componentes do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, destinados a forragem, concluíram que por causa da salinidade o diâmetro caulinar foi bastante afetado, ficando constante ao final do ciclo da cultura.



**Figura 2.6** Evolução do diâmetro caulinar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.

### 3.3. Número de folhas

No presente trabalho percebe-se que o aumento da concentração salina na solução do solo, produzido pelo aporte da água de irrigação, contribuiu negativamente sobre a absorção de água pelas plantas; isso traz como consequência uma diminuição dos processos fotossintéticos e metabólicos nas plantas, e, por conseguinte provoca uma redução nas variáveis de crescimento do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, conforme já aconteceu na AP e DC, também ocorreu com a variável número de folhas (NF), que na medida em que a CEa foi acrescida houve redução no número de folhas (Tabela 2.4). Por isso a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo ( $p < 0,01$ ) pelo teste F, nos períodos avaliados, com exceção, aos 75 dias após a semeadura, que não teve efeito significativo, e isto deve ter acontecido devido a que as folhas já terem entrado no período de senescência. Wardlaw (1990), afirma que a atividade fotossintética por área aumenta com a idade da folha, até a sua expansão máxima; esta vai decrescendo até a sua senescência. Por isso, as folhas jovens são drenos importantes, principalmente no início do desenvolvimento do vegetal.

Com respeito à adubação nitrogenada, assim como a interação salinidade da água de irrigação x dose de Nitrogênio, observa-se que não houve diferenças significativas nos períodos avaliados, estes resultados também foram encontrados por Nobre et al. (2010), ao



trabalhar as variáveis de crescimento e de floração do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, concluíram que o efeito interativo (salinidade da água de irrigação x doses de Nitrogênio) não foi significativo para nenhuma variável estudada, indicando comportamento semelhante de doses de Nitrogênio dentro da salinidade da água de irrigação.

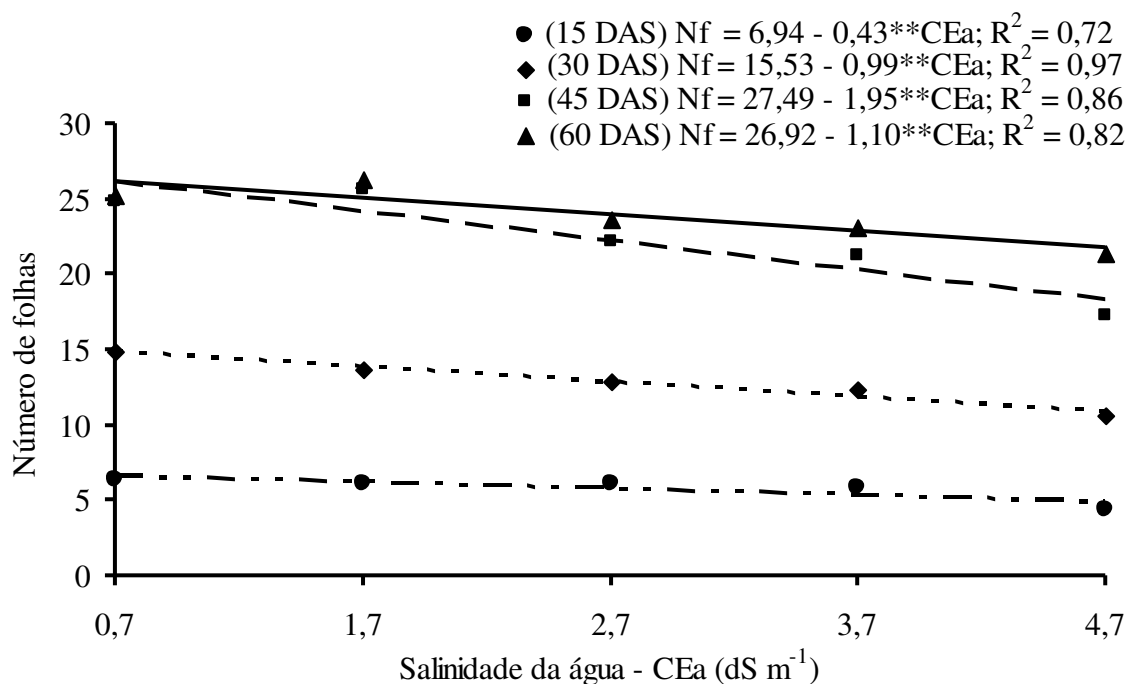
**Tabela 2.4** Resumo das análises de variância do número de folhas do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande – PB, 2013.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios            |                     |                      |                     |                      |
|-------------------|----|-----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                   |    | Dias após a semeadura – DAS |                     |                      |                     |                      |
|                   |    | 15                          | 30                  | 45                   | 60                  | 75                   |
| Salinidade (S)    | 4  | 9,546**                     | 37,733**            | 164,920**            | 55,413**            | 23,733 <sup>ns</sup> |
| Reg. Linear       | 1  | 27,306**                    | 146,026**           | 568,426**            | 181,500**           | -                    |
| Reg. Quadrática   | 1  | 7,619**                     | -                   | 55,542*              | -                   | -                    |
| Nitrogênio (N)    | 4  | 0,380 <sup>ns</sup>         | 3,133 <sup>ns</sup> | 9,020 <sup>ns</sup>  | 3,446 <sup>ns</sup> | 2,000 <sup>ns</sup>  |
| Interação SxN     | 16 | 0,430 <sup>ns</sup>         | 4,866 <sup>ns</sup> | 20,161 <sup>ns</sup> | 9,688 <sup>ns</sup> | 8,275 <sup>ns</sup>  |
| Resíduo           | 50 | 0,440                       | 4,066               | 12,186               | 11,506              | 10,986               |
| Total             | 74 |                             |                     |                      |                     |                      |
| CV (%)            |    | 11,46                       | 15,67               | 15,70                | 14,17               | 14,58                |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo

Com base nas informações obtidas da Figura 2.7, observa-se que na medida em que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação, houve perda no número de folhas (NF) do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 e de acordo com as equações de regressão, observa-se que o modelo matemático que melhor se ajustou foi o linear em todas as épocas analisadas. As perdas no NF foram da seguinte ordem, 6,20; 6,37; 7,09 e 4,09%, aos 15, 30, 45 e 60 (DAS) respectivamente, por aumento unitário das condutividades elétricas da água de irrigação.

Pode-se dizer que altos conteúdos de sais no solo e na água podem levar as plantas às condições de estresse hídrico. Milburn (1979) relata que o fluxo transpiratório auxilia o transporte e a absorção de nutrientes quando estes são abundantes, mas o principal efeito da transpiração é o resfriamento de folhas, que pode cessar com o fechamento estomático, pois estas são mais resistentes a altas temperaturas que a falta d'água.

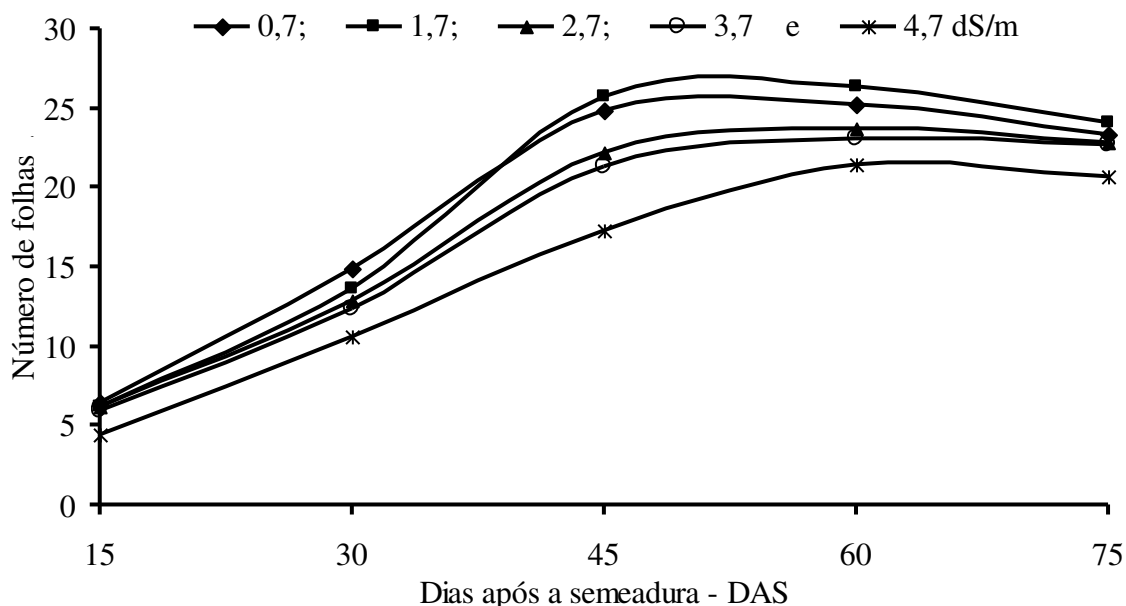


**Figura 2.7** Número de folhas do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.

Travassos et al. (2009) estudando o crescimento inicial de girassol cv. EMBRAPA 122/V-2000 sob CEa variando de 1 a 5 dS m<sup>-1</sup>, constataram aos 28 DAS, decréscimo linear do NF com o aumento da salinidade da água de irrigação. A redução da emissão de novas folhas de várias espécies de interesse agrônômico como o girassol foi profundamente constatada porque tais espécies foram submetidas a intenso estresse salino (Oliveira et al., 2010).

A Figura 2.8 apresenta a evolução da variável número de folhas do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 ao longo das datas amostrais nos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Observa-se que a medida em que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação houve uma diminuição no número de folhas, sendo que a maior perda aconteceu no final do período, praticamente quando a planta entra no tempo de senescência. Sanchez-Blanco et al., 2002 e Taiz e Zeiger, 2009, afirmam que a deficiência de água pode limitar não apenas o tamanho da planta, mas também o número de folhas por diminuir o número e a taxa de crescimento dos ramos e induzir a senescência foliar, que segundo Gheyi

et al., (2010), alta concentração de sais provoca baixa disponibilidade de água no solo, produzindo assim estresse nas plantas, por causa da diminuição do potencial osmótico.



**Figura 2.8** Evolução do número de folhas de girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.

### 3.4. Área foliar

Assim como acontece com as outras variáveis de crescimento, a área foliar (Tabela 2.5), também sofreu efeito significativo ( $p < 0,01$ ) pelo teste F, nos períodos avaliados, trazendo efeitos negativos no processo fotossintético e metabólico do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 e, por conseguinte provocando redução nesta variável. Os sais quando presentes na solução do solo em quantidades desproporcionais inibem o crescimento vegetativo em função da redução do potencial osmótico ou por efeitos tóxicos dos íons de sódio e cloreto (Soltani et al.; 2006).

Contudo, Macêdo et al. (2005) destacam que a resposta das culturas às condições de salinidade não está relacionada tão somente ao fator salinidade, mas há também, a expressão de vários genes, e cada espécie apresenta um grau de tolerância ao sal que depende da concentração e da natureza dos sais dissolvidos, de fatores climáticos, absorção de água e situação nutricional das plantas. Com relação à adubação nitrogenada assim como a interação salinidade da água de irrigação x doses de Nitrogênio, observa-se que não sofreu efeitos

significativos nos períodos avaliados. Nobre et al. (2010) estudando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e doses de adubação nitrogenada no crescimento e floração do girassol também verificaram não haver interação entre os fatores.

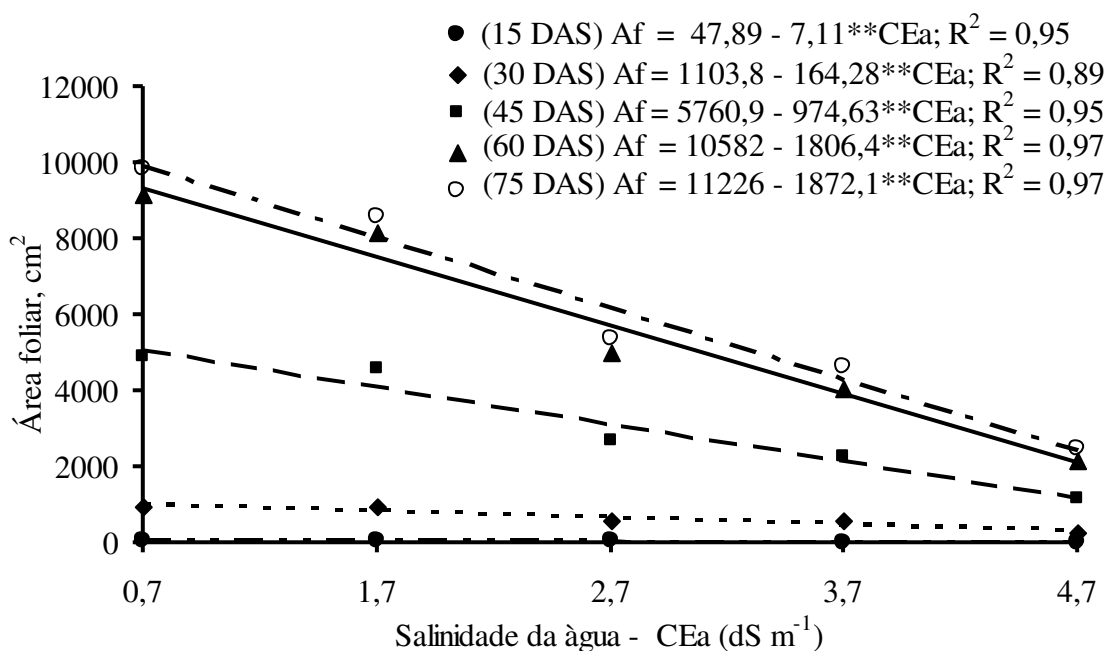
**Tabela 2.5** Resumo das análises de variância da área foliar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande – PB, 2013.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios            |                        |                         |                          |                         |
|-------------------|----|-----------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                   |    | Dias após a semeadura – DAS |                        |                         |                          |                         |
|                   |    | 15                          | 30                     | 45                      | 60                       | 75                      |
| Salinidade (S)    | 4  | 1986,1**                    | 1139086,5**            | 37309126,3**            | 134168037,6**            | 12830462,5**            |
| Reg. Linear       | 1  | 7588,1**                    | 4048000,5**            | 142486110,8**           | 512498326,6**            | 50236219,2**            |
| Nitrogênio (N)    | 4  | 231,4 <sup>ns</sup>         | 328252,4 <sup>ns</sup> | 4176300,1 <sup>ns</sup> | 10985457,7 <sup>ns</sup> | 6220347,3 <sup>ns</sup> |
| Interação SxN     | 16 | 151,6 <sup>ns</sup>         | 120942,4 <sup>ns</sup> | 1356015,3 <sup>ns</sup> | 4029209,1 <sup>ns</sup>  | 4051335,1 <sup>ns</sup> |
| Resíduo           | 50 | 167,0                       | 139230,1               | 2130607,0               | 6184525,6                | 4753114,1               |
| Total             | 74 |                             |                        |                         |                          |                         |
| CV (%)            |    | 11,46                       | 15,67                  | 15,70                   | 14,17                    | 14,58                   |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo

As equações de regressão (Figura 2.9) se ajustaram melhor ao modelo linear; estas equações predizem que a área foliar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 foi influenciada na medida em que se foi acrescentando os níveis de salinidade na água de irrigação. Nessa mesma intensidade o incremento da área foliar foi se reduzindo na seguinte ordem, 14,85; 14,88; 16,92; 17,07 e 16,7%, esta redução de área foliar foi aos 15, 30, 45 e 60, dias após a semeadura (DAS) respectivamente, por aumento unitário das condutividades elétricas da água de irrigação. A diminuição na área foliar das plantas é considerada em geral, uma linha de defesa contra a deficiência hídrica (Taiz e Zeiger, 2009). Com a área foliar menor, a transpiração, por conseguinte é reduzida, conservando o suprimento de água limitado no solo por um período maior. No entanto, essa redução limita a produtividade devido à queda na absorção de CO<sub>2</sub> e na interceptação de luz (Mattos et al., 2005).

Al-Karaki et al. (2009) confirmam 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, conseqüentemente, reduzindo o crescimento e desenvolvimento das plantas.



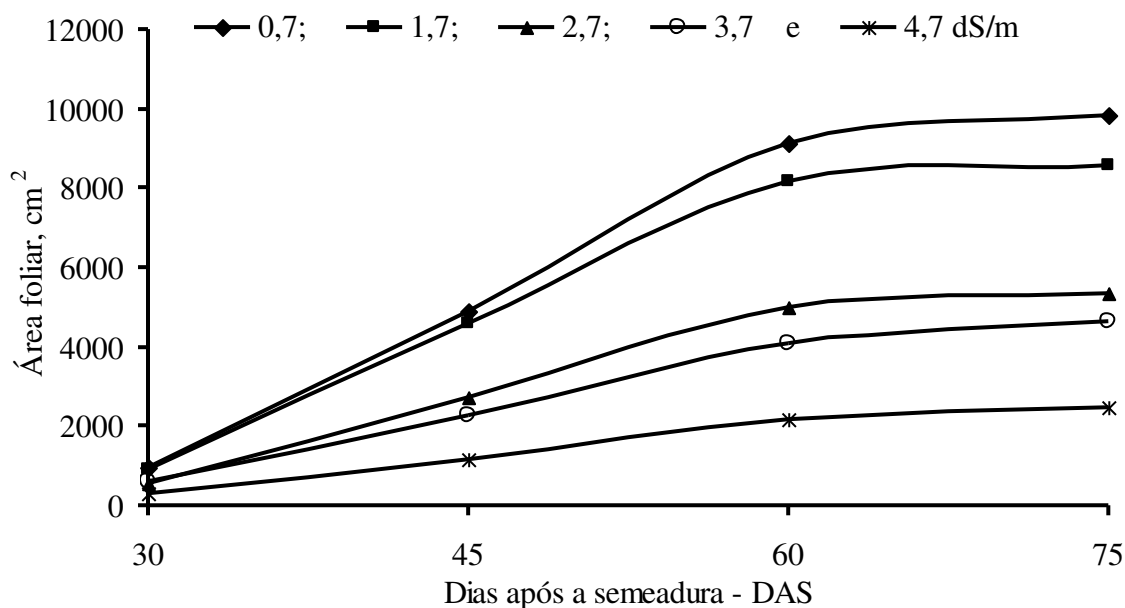
**Figura 2.9** Área foliar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 em função da salinidade da água de irrigação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.

Segundo Tester e Davenport (2003), o decréscimo da área foliar das plantas em condições salinas pode estar relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante.

Oliveira et al. (2010) relatam que a área foliar do girassol reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, apresentando uma diminuição de 101,37 cm<sup>2</sup> de área foliar por aumento unitário da salinidade da água de irrigação, sendo estimado os menores valores para as plantas irrigadas com água de maior salinidade (4,5 dS m<sup>-1</sup>). Silva et al. (2009) verificaram que o aumento da CE da solução nutritiva reduziu significativamente o acúmulo de massa seca total de girassol ornamental afetando assim a área foliar.

A Figura 2.10 apresenta a evolução da variável área foliar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 ao longo das datas amostrais nos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e observa-se que na medida em que se aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação, houve redução na área foliar e que a maior perda sobreveio no final do período. O declínio na produção de biomassa da parte aérea das plantas irrigadas com água salina, em geral é resultado da senescência precoce provocada pelos efeitos tóxicos dos sais em excesso na água de irrigação, que limitam a expansão da área foliar, reduzindo o rendimento de

matéria seca (Silva et al., 2008). A inibição no crescimento e produção de fitomassa pelas plantas é resposta do desequilíbrio nutricional e toxicidade, que resultam em perdas de respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO<sub>2</sub> (Willadino et al., 2011). Concentrações altas de sais provocam baixa disponibilidade de água no solo, produzindo assim estresse nas plantas por causa da diminuição do potencial osmótico Gheyi et al. (2010).



**Figura 2.10** Evolução da área foliar do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.

### 3.5. Abertura inicial da flor, fase R4 e abertura completa da flor, fase R5.10

Na Tabela 2.6, apresentam-se os resultados da análise de variância a que foram submetidos os dados referentes à abertura inicial da flor, fase (R4), abertura completa da flor, fase (R5), diâmetro interno da flor (DIF) e diâmetro externo da flor (DEF) do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Observa-se que a salinidade da água de irrigação exerceu efeito significativo ( $p < 0,01$ ) pelo teste F, nas variáveis R4 e R5 e efeito significativo ( $p < 0,05$ ), nas variáveis DIF e DEF, por outro lado, tanto a adubação nitrogenada quanto a interação salinidade da água de irrigação x dose de Nitrogênio, não sofreram diferenças significativas, com respeito a isso Debouba et al. (2006), nos dizem que concentrações elevadas de sais afetam a absorção de Nitrogênio na forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) necessário às plantas.

**Tabela 2.6.** Resumo das análises de variância e regressão referente à abertura inicial da flor (R4), abertura completa da flor (R5), diâmetro interno da flor (DIF) e diâmetro externo da flor (DEF) do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande – PB, 2013.

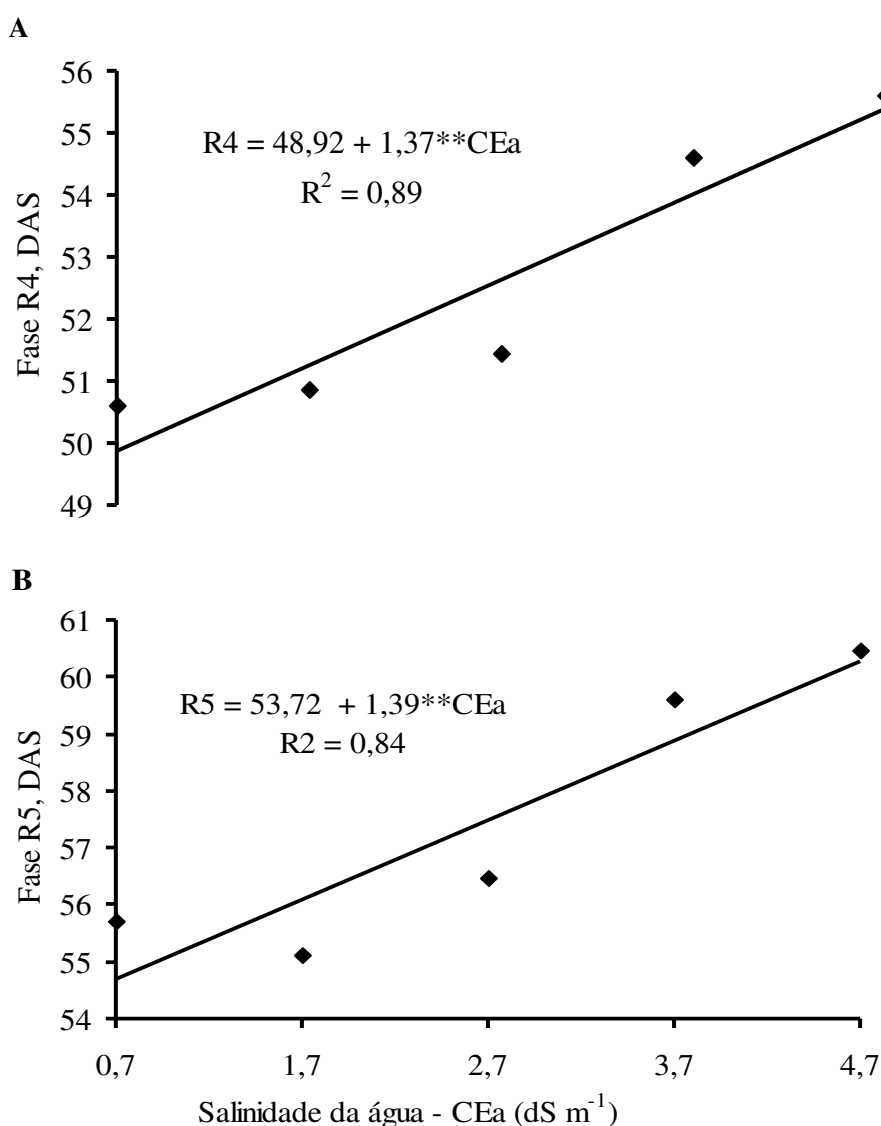
| Fonte de variação | GL | Quadrados médios    |                     |                    |                     |
|-------------------|----|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                   |    | R4                  | R5                  | DIF                | DEF                 |
| Salinidade (S)    | 4  | 79,82*              | 86,24*              | 28,64**            | 81,61*<br>*         |
| Reg. Linear       | 1  | 282,90**            | 291,21**            | 110,08**           | 284,28<br>**        |
| Nitrogênio (N)    | 4  | 24,88 <sup>ns</sup> | 37,88 <sup>ns</sup> | 4,24 <sup>ns</sup> | 2,68 <sup>ns</sup>  |
| Interação (SxN)   | 16 | 27,33 <sup>ns</sup> | 28,76 <sup>ns</sup> | 5,44 <sup>ns</sup> | 11,62 <sup>ns</sup> |
| Resíduo           | 50 | 22,30               | 24,64               | 4,38               | 11,18               |
| Total             | 74 |                     |                     |                    |                     |
| CV (%)            |    | 8,97                | 8,64                | 20,47              | 14,55               |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo;

A Figura 2.11A refere-se à abertura inicial da flor, fase R4, que se caracteriza por apresentar as primeiras flores liguladas que frequentemente são de cor amarela, depois vêm à abertura completa da flor, fase R5, (Figura 2.11B) que se caracterizam pelo início da antese. As flores liguladas estão completamente expandidas e visíveis em todo o disco das flores, se dividindo de acordo com a porcentagem de flores tubulares do capítulo que estão liberando pólen ou abertas.

Na Figura 2.11A observa-se que a variável da abertura inicial da flor, fase R4 se ajustou melhor ao modelo linear em todas as épocas analisadas do experimento, isto é, nos 75 DAS e a tendência das curvas foi crescente e de acordo com a equação de regressão obtida verifica-se que a abertura inicial da flor do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, na medida em que se foi acrescentando os níveis de salinidade na água de irrigação, nessa mesma intensidade foi acontecendo o florescimento da fase R4 de tal forma que para o menor nível salino de 0,7 dS m<sup>-1</sup> a fase R4 aconteceu aos 49,88 DAS ou aproximadamente aos 50 DAS, já com o maior nível salino de 4,7 dS m<sup>-1</sup>, a R4 aconteceu aos 55,36 DAS ou aproximadamente aos 55 DAS. Este incremento em dias do R4 representa um aumento de 10,99% por aumento unitário das condutividades elétricas da água de irrigação. Observa-se também, na Figura

2.11B que para a variável abertura completa da flor, fase R5, que o modelo que melhor se ajustou também foi o linear e em forma crescente e de acordo com a equação de regressão obtida, observa-se que a abertura completa da flor do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, também na medida em que se foi acrescentando os níveis de salinidade na água de irrigação, nessa mesma intensidade foi acontecendo à abertura completa da flor de tal modo que para a salinidade de 0,7 dS m<sup>-1</sup> a R5 aconteceu aos 54,69 DAS ou aproximadamente aos 55 DAS. Já com a salinidade de 4,7 dS m<sup>-1</sup>, a R5 aconteceu aos 60,25 DAS ou aproximadamente aos 60 DAS, este incremento em dias da abertura completa da flor representa 10,17% por aumento unitário das condutividades elétricas da água de irrigação.



**Figura 2.11** Abertura inicial da flor, fase R4 (A) e Abertura completa da flor, fase R5 (B) do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, dias após sementeira (DAS), em função da salinidade da água de irrigação.



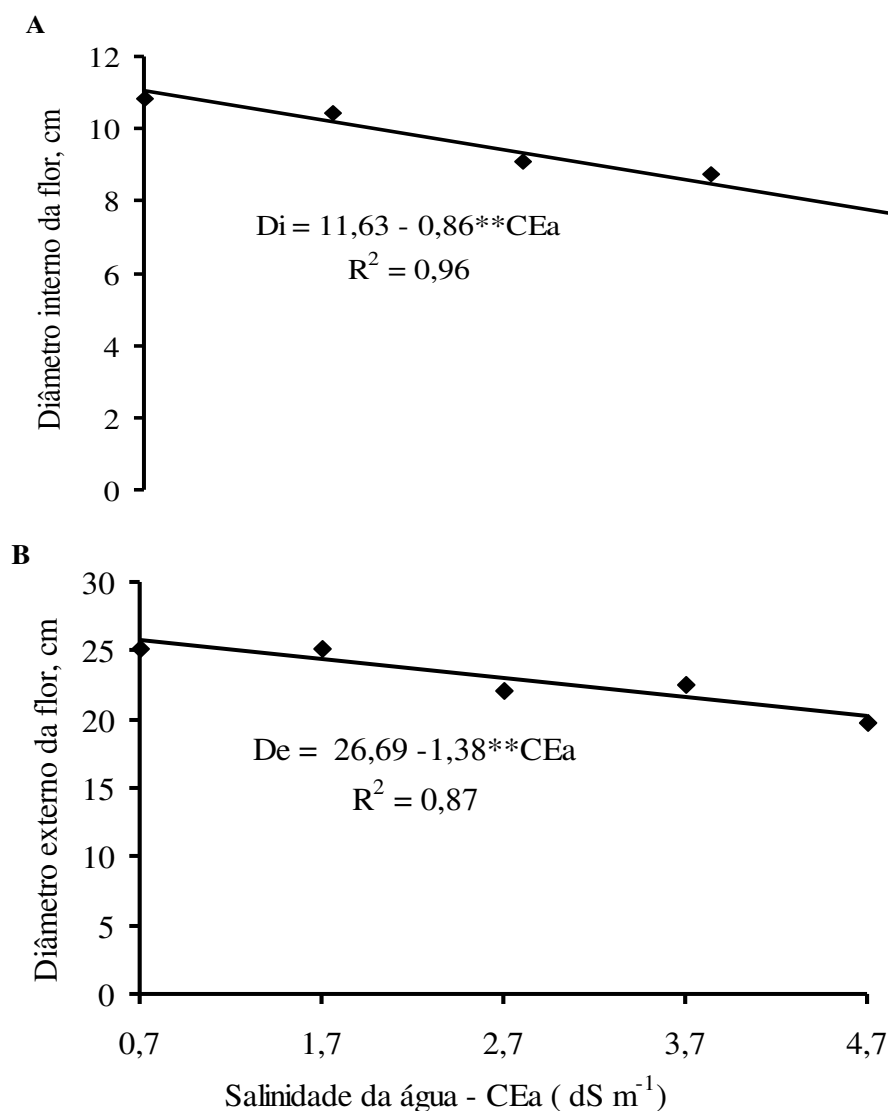
Pode-se perceber que a diferença em dias entre ambas variáveis, abertura inicial da flor e abertura completa da flor, está em torno de 5 dias, isto porque ambas fases fenológicas vão acontecendo quase que simultaneamente, e principalmente porque o girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, é uma variedade de ciclo precoce ao redor de 100 dias (Carvalho et al., 2006). Escalante et al. (2007) trabalhando com a fertilização nitrogenada no rendimento do girassol no México, verificou que a emergência das plantas ocorreu aos 6 dias após a semeadura (DAS) e o início da antese aos 58 DAS, logo estes resultados estão semelhantes aos encontrados na presente pesquisa.

De igual forma Olalde-Gutiérrez (2000) e Olalde-Gutiérrez et al. (2000), em seus estudos sobre crescimento e produção do girassol encontraram na fenologia dos mesmos, que a emergência aconteceu aos 4 DAS e o início da antese aos 54 DAS, resultados compatíveis com os do presente trabalho.

### **3.6. Diâmetro interno da flor - (DIF) e Diâmetro externo da flor - (DEF)**

A Figura 2.12A apresenta os valores do diâmetro interno da flor (DIF), onde se verifica efeito linear decrescente e de acordo com a equação de regressão obtida, constata-se que o diâmetro interno da flor foi reduzido na medida em que se foi aumentando os níveis de salinidade na água de irrigação, sendo assim, verifica-se que para o menor nível salino de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  o diâmetro interno da flor foi de 11,03 cm, já com respeito ao maior nível salino de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$  o diâmetro interno da flor, passou para 7,59 cm, representando uma redução de 31,19% no diâmetro interno da flor. Constata-se que houve uma diminuição na ordem de 7,39% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação.

Com relação ao diâmetro externo da flor (DEF), Figura 2.12B, constata-se também que houve efeito linear decrescente no diâmetro, e, de acordo com a equação de regressão obtida, observa-se também que, o diâmetro externo da flor foi reduzindo-se na medida em que se foi acrescentando os níveis de salinidade na água de irrigação, de tal forma que para o menor nível salino de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  o diâmetro externo da flor, foi de 25,72 cm e para o maior nível salino, de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ , o diâmetro externo da flor foi de 20,20 cm; logo houve uma redução de 21,46%. Em outras palavras, houve uma diminuição na ordem de 5,17% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação.



**Figura 2.12** Diâmetro interno (A) e externo (B) da flor do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, dias após semeadura (DAS), em função da salinidade da água de irrigação.

Essa redução pode ser explicada principalmente pelos efeitos nocivos que o estresse salino gera nas plantas, sobretudo ao reduzir o potencial osmótico da solução do solo provocada pelo sal, o qual dificulta a entrada de água nas células da planta, e, por conseguinte prejudica o desenvolvimento da cultura (Tester e Davenport 2003).

Nobre et al. (2010), trabalhando com as variáveis de crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, obtiveram também efeito significativo ( $p < 0,01$ ) decrescente sobre as variáveis dos diâmetros externo e interno de capítulo, a redução que eles encontraram foram 4,1 e 7,6% respectivamente, no diâmetro de capítulo externo e interno por aumento unitário da CEa (dS m<sup>-1</sup>). Na mesma linha de pesquisa, Santos Júnior et

al. (2011) ao investigarem a variedade de girassol EMBRAPA 122 V-2000 em hidroponia, usando fibra de coco como substrato e irrigando com água salobra, obtiveram para a faixa de CE da solução nutritiva de 1,7 a 11,5 dS m<sup>-1</sup>, uma redução de 6,6% no diâmetro interno do capítulo para cada incremento unitário de CE da água em dS m<sup>-1</sup>, estes resultados são compatíveis com os resultados do presente trabalho, acima apresentados.

Por outro lado Maciel et al. (2012), trabalhando com produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico as variáveis dos diâmetros externo e interno do capítulo do girassol, não foram influenciados pela salinidade da água de irrigação, apresentando valores médios de 16,4 e 6,6 cm, respectivamente, contrariando os resultados da presente pesquisa.

### **3.7. Teor de clorofila - TC**

Na Tabela 2.7 apresentam-se os resultados da análise de variância referentes ao teor de clorofila (TC) em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada aos 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura. Observa-se que houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) pelo teste F, para a salinidade aos 45 DAS, e aos 30 e 45 DAS para a adubação nitrogenada, mas na interação salinidade da água de irrigação x dose de Nitrogênio, não houve diferenças significativas.

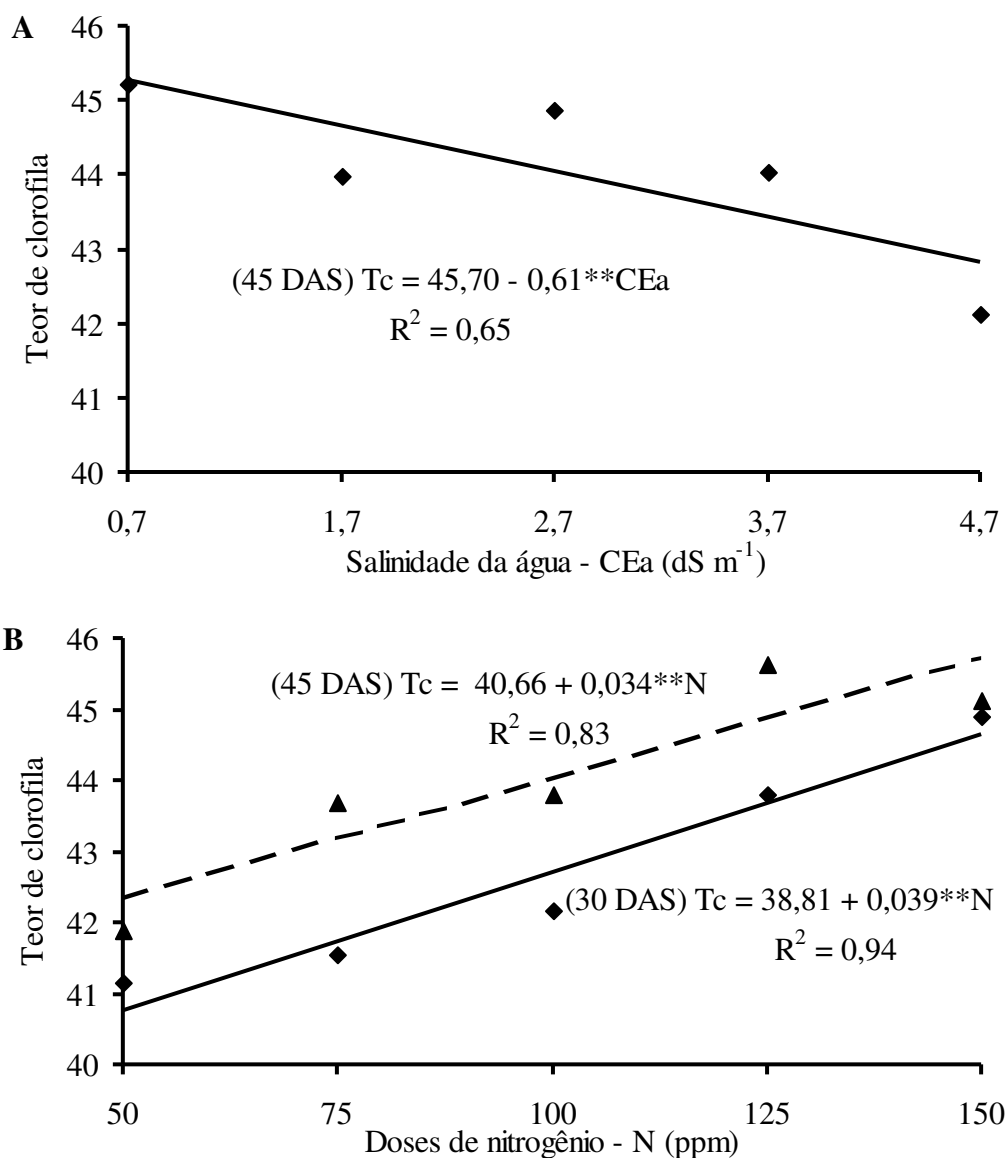
As plantas quando expostas a estresse ambiental ou abiótico, elas sofrem alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos provocando mudanças nas características dos sinais de fluorescência os quais podem ser quantificados nas folhas através da técnica de determinação, *in vivo*, da clorofila (Baker e Rosenqvst, 2004). Método também utilizado por Percival e Fraser (2001) e Percival et al. (2003) como ferramenta para identificação de plantas tolerantes ao sal e também na seleção genética de tolerância à seca, ao calor e à poluição.

**Tabela 2.7** Resumo das análises de variância e regressão do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 para o teor de clorofila em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada aos 30, 45, 60 e 75 Dias após a semeadura. Campina Grande – PB, 2013.

| Fonte de variação | GL | Quadrados médios            |                     |                     |                     |
|-------------------|----|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                   |    | Dias após a semeadura – DAS |                     |                     |                     |
|                   |    | 30                          | 45                  | 60                  | 75                  |
| Salinidade (S)    | 4  | 14,20 <sup>ns</sup>         | 38,85**             | 21,68 <sup>ns</sup> | 22,17 <sup>ns</sup> |
| Reg. Linear       | 1  | -                           | 88,93**             | -                   | -                   |
| Nitrogênio (N)    | 4  | 44,86**                     | 39,29**             | 19,07 <sup>ns</sup> | 20,73 <sup>ns</sup> |
| Reg. Linear       | 1  | 142,49**                    | 106,85**            | -                   | -                   |
| Interação (SxN)   | 16 | 5,95 <sup>ns</sup>          | 10,39 <sup>ns</sup> | 12,90 <sup>ns</sup> | 9,46 <sup>ns</sup>  |
| Resíduo           | 50 | 5,65                        | 7,10                | 12,37               | 10,93               |
| Total             | 74 |                             |                     |                     |                     |
| CV (%)            |    | 5,60                        | 6,09                | 7,69                | 7,19                |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo;

Constata-se na Figura 2.13A que houve efeito linear decrescente no teor de clorofila aos 45 DAS para a salinidade e crescente aos 30 e 45 DAS, na Figura 2.13B para as doses de Nitrogênio, e de acordo com a equação de regressão obtida, verifica-se também que o teor de clorofila foi reduzindo-se na medida em que se foi acrescentando os níveis de salinidade na água de irrigação, de tal forma, que para o menor nível salino de 0,7 dS m<sup>-1</sup> o teor de clorofila foi de 45,27, e para com o maior nível salino de 4,7 dS m<sup>-1</sup> o teor de clorofila passou para 42,83, representando uma redução de 5,39% no teor de clorofila; isto é equivalente a dizer que houve uma diminuição na ordem de 1,33% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação. Essas taxas de redução podem ser explicadas por que na medida em que as folhas crescem sua capacidade para produzir fotoassimilados aumenta até o alcance da maturidade, ou seja, aos 45 DAS que consiste em seu crescimento final, fase na qual as taxas fotossintéticas começam então a decrescer. Folhas velhas e senescentes, eventualmente tornam-se amarelas e são incapazes de realizar a fotossíntese, pois a clorofila é degradada e o cloroplasto passa a perder sua funcionalidade (Taiz e Zeiger, 2009).



**Figura 2.13** Teor de clorofila no girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 em função da salinidade da água de irrigação aos 45 DAS (A) e da adubação nitrogenada aos 30 e 45 DAS (B). Campina Grande-PB, 2013.

Os resultados da presente pesquisa assemelham-se aos encontrados pelos seguintes autores; no algodão, por Meloni et al. (2003), quando observaram que o estresse salino diminuiu a fotossíntese e a condutância estomática e indicam que houve abertura estomática limitada, afetando a capacidade fotossintética das plantas. Na cebola, os resultados obtidos por Lima et al. (2006) com relação à variável clorofila, os autores constataram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o teor de clorofila nas folhas. Campos et al. (2008) na cultura da melância, verificaram que a salinidade da água de irrigação reduziu a taxa fotossintética, contribuindo com a diminuição na aquisição de  $CO_2$  devido ao fechamento dos estômatos, pois a condutância estomática, a concentração intercelular de  $CO_2$

e a transpiração também diminuíram com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Em contrapartida, Silva et al. (2013) trabalhando as trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos, concluíram que; a temperatura foliar, as taxas de fotossíntese, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub> e as eficiências instantâneas e intrínsecas do uso da água observadas em plantas de girassol, não mostram efeitos significativos em relação ao nível de déficit hídrico, independentemente da época em que foram aplicados.

Com relação às doses de Nitrogênio observa-se através da equação de regressão (Figura 2.13B) que o teor de clorofila foi influenciado na medida de cada acréscimo na dose, de tal maneira que aos 30 DAS para a menor dose de 50 ppm, o teor de clorofila foi de 40,76, já com respeito a maior dose, de 150 ppm, o teor de clorofila passou para 44,66, representando um aumento de 9,57% no teor de clorofila, isto é semelhante a dizer que houve um acréscimo na ordem de 0,10% por aumento unitário das doses de Nitrogênio.

Nos 45 DAS os resultados foram parecidos, ou seja; para a menor dose, de 50 ppm, o teor de clorofila foi de 42,36, e com a maior dose, de 150 ppm, o teor de clorofila passou para 45,76, representando um aumento de 8,03% no teor de clorofila, isto é semelhante a dizer que houve um acréscimo na ordem de 0,08% por aumento unitário das doses de Nitrogênio. Segundo Azevedo Neto et al. (2011) em pesquisa com fluorescência da clorofila como uma ferramenta para seleção de tolerância ao estresse salino em girassol chegou a conclusão que o estresse salino aumentou as variáveis relacionadas à fluorescência da clorofila das plantas, sendo este efeito mais pronunciado nos genótipos Helio-358, AG-960 e AG-967 (66; 75 e 82%, respectivamente) e menor em AG-975 (32%). Dessa forma, os resultados indicam que a fluorescência da clorofila pode ser utilizada como uma ferramenta para a seleção de genótipos de girassol tolerantes à salinidade.

#### **4. Conclusões**

1. As variáveis biométricas de crescimento das plantas de girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 avaliadas pela altura, diâmetro caulinar, número de folhas e área foliar decresceram com o aumento da salinidade da água de irrigação ao longo do tempo.
2. Não ocorreu efeito significativo em todas as variáveis para a interação salinidade da água de irrigação x dose de Nitrogênio em todo o ciclo da cultura, a exceção para altura de plantas aos 15 dias após da semeadura.
3. O aumento da salinidade das águas retardou a abertura das flores tanto na sua fase inicial como na abertura completa da flor, e de modo similar, os diâmetros internos e externos do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 diminuíram com o aumento da água de irrigação.
4. O teor de clorofila, apesar de decrescer, na medida em que se foi acrescentando os níveis de salinidade na água de irrigação aumentou com as dose de Nitrogênio.

## 5. Referências bibliográficas

- AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. **Response of Soilless Grown Bell Pepper Cultivars to Salinity**. Acta Horticulturae, v. 807, n. 2, p.227-232, 2009.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science, v.166, p.3-16, 2004.
- AZEVEDO NETO, A. D. ; PEREIRA, P.P.A. ; COSTA, D. P. ; SANTOS, A. C. C. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta para seleção de tolerância ao estresse salino em girassol. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 4, p. 893-897, 2011.
- BAKER, N. R.; ROSENQVST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. Journal of Experimental Botany, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.
- BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. da S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. **Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, 2008.
- BRANDELERO, E.; PEIXOTO, C. P.; M SANTOS, J. M. B.; MORAES, J. C. C.; PEIXOTO, M. F. S. P. SILVA V. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano**. Magistra, Cruz das Almas, v. 14, p. 77-88, 2002.
- BRUGINSKI, D. H.; PISSAIA, A. **Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – Morfologia da planta e partição de massa seca**. Scientia Agraria, v.3, p.47-53, 2002.
- CAMPOS, M. de S.; PEREIRA, F. H. F.; MEDEIROS, J. F.; CARMO, G. A.; DOMBROSKI, J. L. D.; SOUZA, P. A. Alterações fisiológicas em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20. e ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. Anais...Jaboticabal: SBF. CD.
- CARVALHO, C. G. P.; OLVEIRA, A.C. de. MARQUES, C. R. G.; PANDOLFI, T. J. F.; PORTO, W. S.; CAMPOS, R.; FAGUNDES, R. A. Informes de avaliação de genótipos de girassol, 2004/2005 e 2005. Londrina: EMBRAPA Soja, 2006. p.118 (EMBRAPA Soja. Documentos, 271).
- CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R.F.R.; OLIVEIRA, W. M. **Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior**. Revista Brasileira de Fruticultura. Cruz das Almas, v. 25, p. 326-328, 2003.
- CASTRO, C. A expansão do girassol no Brasil. EMBRAPA Soja. Londrina- PR. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.EMBRAPA.br/rnpg/downloads/Painel>. Acesso em: 01 jul. 2013.



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

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. **Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell**. *Annals of Botany*, v. 103, p. 551–560, 2009.

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

CONUS, L. A.; CARDOSO, P. C.; VENTUROSO, L. dos R.; SCALON, S. de P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.4, p. 67-74, 2009.

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

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. v. 2.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. **Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia**. *Scientia Agrária, Paraná*, v. 11, p. 33-42, 2010.

DEBOUBA, M.; GOUIAA, H.; SUZUKI, A. **NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato “Lycopersicon esculentum” seedlings**. *Journal of Plant Physiology*, v. 163, n. 12, p. 1247-1258, 2006.

DIAS, N. S.; GHEYI, H. R.; DUARTE, S. N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP. Série Didática N°13, Piracicaba, 2003, 118p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

ESCALANTE-ESTRADA, L. E.; ESCALANTE-ESTRADA, Y. E.; LINZAGA-ELIZALDE, C. La fertilización nitrogenada en el rendimiento del girasol en México. *Agronomía Costarricense* 31(2): 95-100, 2007.

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

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

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade-INCT sal, 2010. 472 p.

GUERRA, E. P.; PICKSIUS, A. **Avaliação de genótipos de girassol de ensaio conduzido na PUC-PR.** In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 16.; Simpósio Nacional Sobre Cultura do Girassol, 4., Londrina. Anais.... Londrina: EMBRAPA/ Soja, 2005. p.74-75.

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.

LANDGRAF, L. Girassol como uma alternativa para o semiárido, 2011. Disponível em: <<http://www.cnpso.EMBRAPA.br/noticia>>, Acesso em: 01 jul. 2013.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

LESSA, L. S. **Avaliação agrônômica, seleção simultânea de caracteres múltiplos em híbridos diplóides (AA) e desempenho fisiológico de cultivares de bananeira.** 2007. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia. Cruz das Almas, 2007.

LIMA, J. F. **Tamanho ótimo de parcela, alocação de fitomassa e crescimento de mamoeiro em casa de vegetação.** 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal da Bahia. Cruz das Almas, 2006.

LIMA, M. D. B.; BÜLL, L. T.; GRASSI FILHO, H. Índices fisiológicos e absorção de nutrientes pela cultura da cebola submetida a condições de salinidade e estresse hídrico. *Irriga*, v. 11, n. 03, p. 356-366, 2006.

MACÊDO, C. E. C. BARROSO, P. A. V.; MOURA, G. E. D. D.; ALLOUFA, A. I. **Efeito do NaCl sobre o crescimento e a multiplicação in vitro de bananeira.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 194 - 197, 2005.

MACEDO, M. C.; SCALON, S. P. Q.; SARI, A. P.; SCALON FILHO, H.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST.Hil Sapindaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.2, p.202-211, 2009.

MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.165–172, 2012.

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

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de *Erythrina variegata* L. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.29, n.3, p.8-15, 2007.

MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. **Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.746-754, 2005.

MELONI, D. A.; MARTINEZ, C. A.; CAMBRAIA, J. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, v. 49, p. 69-76, 2003.

MILBURN, J. A. 1979. *Water flow in plants*. Longman Group Ltd, London.

MUNNS, R. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. *New Phytologist*, v.167, p.645–663, 2005.

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

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

OLALDE-GUTIÉRREZ, V. M. Crecimiento y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L) en función del ambiente, nitrógeno y densidad de población. Montecillo, México, 2000.123 p. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados.

OLALDE-GUTIÉRREZ, V. M.; ESTRADA-ECALANTE, J. A.; GARCÍA, P. S.; CHÁVEZ, L. T.; LAGUNAS-MASTACHE, A. A.; ROMÁN, E. C. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima calido. *Terra* v.18, n. 4, p. 314-323. 2000.

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

PEIXOTO, C. P.; GONCALVES, J. A.; PEIXOTO, M. F. S. P.; CARMO, D. O. **Características agrônômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas semeadura no Recôncavo Baiano**. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 3, p. 563-568, 2008.

PERCIVAL, G. C.; FRASER, G. A. Measurement of the salinity and freezing tolerance of *Crataegus* genotypes using chlorophyll fluorescence. *Journal Arboriculture*, v. 27, n. 05, p. 233–245, 2001.

PERCIVAL, G.; FRASER, C.; GILLIAN, A. Foliar salt tolerance of *Acer* genotypes using chlorophyll fluorescence. *Journal of Arboriculture*. v. 29, n. 02, p. 61-65, 2003.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A. M. e MARSHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 2000. 117p. (Estudos da FAO - Irrigação e Drenagem, 48).

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C: United States Salinity Laboratory. 1954. 160p. (United States Department of Agriculture Handbook, 60).

SANCHEZ-BLANCO, M.J.; RODRÍGUEZ, P.; MORALES, M. A.; ORTUÑO, M.F.; TORRECILLAS, A. **Comparative growth and water relations of *Cistus albidus* and *Cistus monspeliensis* plants during water deficit conditions and recovery**. *Plant Science*, v. 162, p.107-113, 2002.

SANTOS JÚNIOR, J. A. S.; GHEYI, H. R.; FILHO, D. H. G.; DIAS, N. S. Da.; SOARES, F. A. L. **Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade**. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 842-849, 2011.

SILVA, A. R. A. da.; Bezerra, F. M. L.; Lacerda, C. F. de.; FILHO, J. V. P.; FREITAS, C. A. S. de. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 1, p. 86-93, 2013.

SILVA, M. L. O.; FARIAS, M. A. F.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P.; LIMA, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 11, n. 5, p. 482–488, 2007.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; SOUSA, C. E. S.; GÓES, G. B. **Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 593-605, 2008.

SILVA, T. G. F. DA; ZOLNIER, S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G.; MOURA C. R. W.; MUNIZ, M. A. **Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação**. *Revista Ceres*, v.56, p.602-610, 2009.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JR., M.; GIANLUPPI, D. **Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima**. *Acta Amazônica* v. 35, n. 3, p. 331-336, 2005.

SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E. **Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity**. *Environmental and Experimental Botany*, v. 5, p. 195 – 200, 2006.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 848p, 2009.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. **Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants**. *Annals of Botany*, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

TORRES, A. N. L.; PEREIRA, P. R. G.; TÔRRES, J. T.; GALLOTTI, G. J. M.; PILATI, J. A.; REBELO, J. A.; HENKELS, H. **A salinidade e suas implicações no cultivo de plantas**. Florianópolis, Epagri, v.215, p.54, 2004.

TRAVASSOS, K. D.; SILVA, D. R. S.; NASCIMENTO, A. K. S. DO; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R. **Crescimento inicial do girassol sob estresse salino**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 38., 2009, Juazeiro-BA/Petrolina- PE. Anais. Juazeiro-BA/Petrolina-PE: SBEA, 2009. 4 p.

WARDLAW, I. F. **The control of carbon partitioning in plants**. New Phytol., 116: 341- 381. 1990.

WILLADINO, L.; GOMES, E. W. F.; SILVA, E. F. F.; MARTINS, L. S. S.; CAMARA, T. R. **Efeito do estresse salino em genótipos tetraplóides de bananeira**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 53-59, 2011.

## **CAPÍTULO III**

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO GIRASSOL EMBRAPA 122-V2000  
CULTIVADO EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E  
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

## **Componentes de produção do girassol EMBRAPA 122-V2000 cultivado em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada**

**RESUMO:** O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, pertencente à ordem *Asterales* e família *Asteraceae*. O gênero deriva do grego helios, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes. O trabalho foi desenvolvido para avaliar as variáveis de produção do girassol cv. EMBRAPA 122-V2000 no período de abril a julho de 2012, submetida à irrigação com água de salinidade crescente e adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande, em delineamento inteiramente casualizado usando o arranjo fatorial 5 x 5, referente aos níveis de salinidade da água de irrigação expressas por as condutividades elétricas: 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup> (25 °C) e doses de Nitrogênio: 50; 75; 100; 125 e 150 ppm, em três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. As variáveis analisadas foram: número de aquênios totais, produção de aquênios, porcentagem de aquênios viáveis; porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis; fitomassa do capítulo total, fitomassa de capítulo sem aquênios, fitomassa de 1000 aquênios, diâmetro de capítulo, fitomassa seca parte aérea e fitomassa seca da raiz. A salinidade afetou linearmente a produção de aquênios, número de aquênios total, porcentagem de número de aquênios viáveis, porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis, fitomassa do capítulo total, fitomassa de 1000 aquênios, fitomassa seca parte aérea e fitomassa seca da raiz, independentemente da dose de nitrogênio utilizada. O girassol foi afetado de forma distinta, tanto pela salinidade da água de irrigação, como pela adubação nitrogenada, embora não tenha havido interação entre elas. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento linear na produção de aquênios, número de aquênios total, fitomassa do capítulo total e fitomassa seca da raiz.

**Palavras-chave:** Produtividade. Nitrogênio. *Helianthus annuus* L. Água de qualidade inferior.

## **Yield components of EMBRAPA 122- V2000 Sunflower grown due to the salinity of irrigation water and nitrogen fertilizer**

**ABSTRACT:** The sunflower (*Helianthus annuus L.*) is an annual dicotyledon, belonging to the *Asterales* order and *Asteraceae* family. The genus derives from the Greek **helios**, meaning sun, and **anthus**, which means flower, or "sun flower", which turns following the movement of the sun. It is a complex genus comprising 49 species and 19 subspecies, with 12 annual and 37 perennial species. The study was conducted to evaluate yield components of sunflower cv. EMBRAPA 122- V2000 in the period April-July 2012, submitted to irrigation with increasing water salinity and nitrogen fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande, in a completely randomized design using the 5 x 5 factorial, related to salinity levels of irrigation water expressed by electrical conductivity: 0.7, 1.7; 2.7, 3.7 and 4.7 dS m<sup>-1</sup> (25 °C) and Nitrogen doses: 50, 75, 100, 125 and 150 ppm, in three replicates, totaling 75 experimental units. The variables analyzed were: total number of achenes, achene production, percentage of viable achenes; percentage of biomass of viable achenes; biomass of total chapter, the chapter biomass without achene, biomass of 1000 achenes, head diameter, dry biomass of the aerial part and the root. The salinity linearly affected achene production, total number of achenes, percentage of number of viable achenes, percentage of biomass of viable achenes, the total biomass chapter, phytomass of 1000 achenes, dry biomass of the aerial part and the root, regardless of the nitrogen dose used. The sunflower was affected differently by both the salinity of the water, as by nitrogen fertilization, although there was no interaction between them. The Increasing rates of nitrogen caused a linear increase in achene production, total number of achenes, the total biomass of the chapter and dry biomass of the root.

**Keywords:** Productivity, Nitrogen, *Helianthus annuus L.*, lower quality water.



## 1. Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes, como ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, maior resistência à seca, ao frio e ao calor, apresentando ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas que permite cultivos tanto no verão como no outono/inverno. O rendimento é pouco influenciado pelas latitudes e altitudes, assim como pelo fotoperíodo, o que facilita a expansão do cultivo em todas as regiões do Brasil (Silva e Tillmann, 2008).

Além disso, no girassol encontra-se uma rica fonte de proteínas e outras substâncias essenciais ao organismo humano, como também é uma alternativa de alimentação para diversas espécies animais, ademais de contribuir na melhoria das propriedades do solo (Sachs et al., 2005; Acosta, 2009).

De acordo com Lentz et al. (2001), pesquisas arqueológicas conduzidas no sítio de San Andrés, entre 1997 e 2000 em solo pantanoso na região de Tabasco, 10 km ao Sul do Golfo do México, descobriram-se os mais antigos resquícios de girassol, já que estes são cerca de 1200 anos anteriores aos encontrados no leste dos Estados Unidos, consistindo em uma semente carbonizada de 2875-2575 a.C. e um aquênio parcialmente carbonizado de 2867-2482 a.C, preservados por muitos anos, graças a que estavam localizados profundamente debaixo da água.

Segundo Oliveira e Cáceres (2005), os maiores produtores atualmente são Rússia, EUA e Argentina. Estes três países juntos somam mais de 20 milhões de hectares plantados com a cultura, colocando-se entre os três maiores produtores de óleo vegetal e é para esta finalidade o maior percentual de produção, vez que o óleo de girassol está entre os melhores no aspecto nutricional, principalmente pelo alto teor de ácidos graxos polinsaturados, destacando-se, o ácido linoleico que é essencial e não sintetizado pelo organismo humano (Ungaro, 2000).

Por outro lado o girassol possui uma amplitude térmica maior que as outras oleaginosas; esta característica é uma boa alternativa na diversificação para agricultura familiar, pois além da produção de grãos para a extração do óleo, pode também ser explorado na apicultura como bom produtor de pólen e néctar (Silva et al., 2010).

No nordeste Brasileiro o girassol é considerado uma opção para a agricultura familiar, sobretudo pelas boas condições ambientais para seu cultivo, ainda, porque existe um mercado crescente para a aquisição do produto, quer seja por indústrias do setor de óleo comestível,

como também para atender a demanda de matéria-prima na produção de biodiesel, farelos, e outros (Carvalho et al., 2008).

De acordo com dados da Conab (2012) a quantidade de grãos de girassol produzida, em mil toneladas, para os anos entre 1998 e 2012, cresceu a uma taxa anual média de 15,1%, passando de 16 mil para 103 mil toneladas. Os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Minas Gerais e São Paulo iniciaram suas produções entre 2008 e 2010. No entanto, a partir de 2008, a produção brasileira passou a decrescer de 148,3 mil para 86,7 mil toneladas.

Os problemas de sais solúveis e sódio trocável que se vêm acumulando nas regiões áridas e semi-áridas ao longo do tempo são tão antigos quanto à prática da irrigação e são estes efeitos da salinidade sobre as plantas o que constituem o principal fator limitante para a produção agrícola, sobretudo por causa do aumento na pressão osmótica da solução do solo e problemas de toxidez causada por íons específicos (Cordeiro, 2001).

A agricultura a nível mundial vem enfrentando esses problemas. Segundo Reed (1996), dado à limitação de recursos hídricos de boa qualidade, os produtores usam água considerada de qualidade inferior, pois contêm alta concentração de sais solúveis, mas mesmo assim irrigam suas culturas.

Em geral esse tipo de água é a única fonte disponível durante grande parte do ano, sendo necessário que se tenha um bom manejo desse recurso hídrico e assim evitar os problemas de salinidade e desertificação, justificando a necessidade da ampliação de opções para a produção agrícola no ambiente do Semi-Árido (Resende e Cordeiro, 2007).

É muito importante ter em conta que ao se explorar comercialmente qualquer cultura, o conhecimento dos efeitos dos sais sobre esta e sobre o solo, assim como, os fenômenos envolvidos, são extremamente importantes, pois isto nos vai levar um manejo adequado da irrigação e do cultivo, afim do aproveitamento da água salina (Dias e Blanco, 2010).

A cultura do girassol vem ganhando destaque nas pesquisas com águas de qualidade inferior (Oliveira et al., 2010; Nobre et al., 2010; Campos et al., 2010; Travassos et al., 2011; Santos Júnior et al., 2011), principalmente por sua relevância para a produção de óleo comestível, biodiesel e material ornamental. Ayers e Westcot (1999), embora não informem os limites específicos de salinidade limiar, classificam o girassol como planta moderadamente sensível à salinidade.

Dentro deste contexto e sabendo da importância de se conhecer os componentes produtivos do girassol EMBRAPA 122-V2000, objetivou-se com este trabalho avaliar os

efeitos que esta cultura pode suportar, quando é submetida à irrigação com água de salinidade crescente e adubação nitrogenada.

## **2. Material e métodos**

O experimento foi conduzido em instalações pertencentes à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg), localizada na zona Centro Oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, sob condições de ambiente protegido, durante o período de abril de 2012 a julho de 2012, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 07° 13' 11" S, Longitude 35° 53' 31" W e altitude média de 550 m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil 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. O município apresenta precipitação total anual de 802,7 mm, temperaturas médias máximas de 33 °C nos dias mais quentes de verão e 28 °C em dias de inverno; as temperaturas médias ficam em torno de 23 °C nos dias mais quentes de verão, ou 15 °C nas noites mais frias do ano, a umidade relativa do ar está entre 75 e 82% e, normalmente, o inverno começa em maio e termina em agosto (Coelho e Soncin, 1982).

Foram testados 25 tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, analisados em esquema fatorial 5 x 5 com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação do fator: condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), nos níveis de 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup>, preparados mediante adição de NaCl à água do sistema de abastecimento local (Richards, 1954) visando à obtenção de águas com diferentes condutividades elétricas, cuja quantidade (Q) foi determinada pela equação  $Q \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$ , conforme Rhoades et al. (2000), em que a CEa representa o valor desejado da condutividade elétrica da água. As respectivas águas foram acondicionadas em barril (bombonas) de 200 L de capacidade, e o fator doses de Nitrogênio corresponderam a cinco doses de adubação nitrogenada: 50, 75, 100, 125 e 150 ppm, para ensaios em vaso, conforme Novais et al. (1991).

Estudaram-se os efeitos da salinidade da água de irrigação e dose de Nitrogênio sobre os componentes de produção da cultura de girassol. Previamente à implantação do experimento, foi solicitado a EMBRAPA Soja, escritório de negócios de Dourados, MS, as sementes de girassol, cultivar EMBRAPA 122 V- 2000. É uma cultivar que se destaca pela

precocidade (ciclo de 100 dias), produtividade (em média, 1.800 kg ha<sup>-1</sup>), qualidade e teor de óleo nos aquênios (em média, 420 g kg<sup>-1</sup>) EMBRAPA (2006). Foi feito o devido teste de germinação das sementes antes da semeadura, a uma profundidade de 2 cm, utilizando-se dez sementes por vaso (Lisímetro de drenagem) distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas se iniciou no quarto dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro dia, sendo que, aos 15 DAS, efetuou-se o desbaste deixando-se apenas três plantas de melhor vigor por vaso.

A capacidade de cada vaso foi de 60 L, formato cônico com altura de 60 cm, diâmetro da base inferior de 38 cm e abertura superior de 50 cm. O sistema de drenagem foi composto de tela de nylon no fundo, dois orifícios de saída para coleta de drenagem com mangueira e dois recipientes coletores de 2 L (Figura 3.1).



**Figura 3.1** Lisímetros de drenagem e recipientes coletores utilizados no experimento.

## 2.1. Caracterização do solo

Cada lisímetro foi preenchido no fundo, com 1 kg de brita (nº zero), 90 kg de solo não salino e não sódico em 2/3 inferior do volume do lisímetro e 30 kg de mistura de solo e humus (2% do peso total de solo) e adicionou-se adubação de fundação. Coletaram-se amostras do solo para determinação das análises químicas e físico-hídrica, conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). As amostragens de solo foram realizadas na profundidade de (0-0,20 m) no início do experimento para se avaliar a fertilidade e salinidade do solo (Tabela 3.1). No fim do experimento se realizou outra avaliação nas profundidades de (0-0,20 e 0,20-0,40) m, (Tabela 1) que se encontra nos apêndices deste trabalho.

**Tabela 3.1** Características químicas na camada de 0-20 cm de profundidade do solo coletado no interior dos vasos antes da aplicação dos tratamentos.

| <b>Características químicas</b>                        |                |   |                |
|--|----------------|---|----------------|
| <b>Fertilidade</b>                                     | <b>Valores</b> | <b>Extrato de Saturação</b>                             | <b>Valores</b> |
| pH (H <sub>2</sub> O)                                  | 6,17           | pH  | 5,97           |
| MO (g kg <sup>-1</sup> )                               | 19,1           | CEes ( dS m <sup>-1</sup> )                             | 2,03           |
| P (MG dm <sup>-3</sup> )                               | 56,2           | Cloreto (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )            | 12,5           |
| Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 3,88           | Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )        | 5,00           |
| Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 2,86           | Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )             | 10,37          |
| K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )   | 0,3            | Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )           | 9,63           |
| Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )  | 0,47           | Potássio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )           | 0,38           |
| Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) | 0              | Sódio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )              | 4,86           |
| H <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )   | 1,62           | RAS (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup> | 1,54           |
| SB (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )               | 7,51           | PST (%)   | 19,25          |
| CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )              | 9,13           | Salinidade  | Ligeira        |
| V (%)  | 82,25          | Classificação do solo                                   | Normal         |

MO - Matéria orgânica; CTC - Capacidade de troca catiônica - [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; SB - Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); V - Saturação por bases = (SB/CTC) x 100; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; PST - Porcentagem de sódio trocável (Na<sup>+</sup> x 100/CTC)

Todos os vasos foram irrigados e mantidos com umidade em nível de capacidade de campo antes do início das irrigações e se deixaram 5 cm livres na superfície do vaso para facilitar a irrigação a qual foi feita manualmente pela parte da manhã. Na primeira irrigação foi aplicado em todos os vasos um volume de 1 L, posteriormente, o manejo das irrigações foi realizado através de balanço hídrico, utilizando-se planilha eletrônica, obedecendo a um turno

de rega de dois dias e assim a lâmina foi calculada em função do volume de água aplicado e volume de água drenado na irrigação anterior somada a uma lâmina de lixiviação de 10%.

Antes do semeio, foi realizada uma adubação potássica e fosfatada para atender as necessidades nutricionais da planta, conforme metodologia proposta por Novais et al. (1991), para experimentos conduzidos em ambiente protegido. A adubação em fundação se efetuou com 300 ppm de  $P_2O_5$  e 4 ppm de Boro oriundos do superfosfato simples e ácido bórico, respectivamente. A adubação nitrogenada na forma de uréia foi aplicada conforme os tratamentos. A adubação potássica ao nível de 150 ppm de  $K_2O$  foi proveniente de cloreto de potássio. Ambas as adubações nitrogenada e potássica foram realizadas aplicando-se 1/3 no semeio e 2/3 em cobertura em parcelas iguais aos 20 e 40 DAS.

O controle fitossanitário durante a condução do experimento realizou-se de forma preventiva e/ou curativa mediante a incidência de eventuais pragas e doenças, através dos seguintes tratamentos culturais: eliminação manual das ervas daninhas, escarificação superficial do solo antes de cada irrigação e pulverizações com produtos indicados para controle preventivo de insetos (Imidacloprido - Confidor 700 WG –  $0,5 \text{ g L}^{-1}$ ) e doenças fúngicas (Triazol - Rival 200 EC –  $0,5 \text{ g L}^{-1}$ ). As pulverizações foram realizadas aos 13, 20 e 30 DAS no período da manhã, dessa forma se combateu a mosca branca (*Bemisia tabaci*) que apareceu no experimento e foi possível amenizar, assim, a ocorrência dessa praga durante o período do experimento.

Devido o girassol ser uma planta de polinização cruzada, requerendo com isso a presença de insetos polinizadores. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, o que impossibilitou a polinização natural, então se trabalhou com a polinização artificial cruzada. A partir do momento em que as plantas atingiram o estágio de maturação fisiológica dos aquênios, isto é, quando estes se apresentavam com massa dura foi suspensa a irrigação. Esse estágio fenológico é denominado “R9” cujo capítulo se encontra inclinado para baixo, com dorso e brácteas de cor entre amarelo e castanho (Connor e Hall, 1997). Exatamente para esse período as plantas tinham atingido os 75 dias após a semeadura (DAS) ou seja, estavam no final do ciclo e aproximadamente 10 dias após a suspensão da irrigação, dando início a avaliação das variáveis das partes reprodutivas do girassol cultivar EMBRAPA 122-V2000. Para tanto, a haste de cada planta foi cortada rente ao solo e em seguida foram separadas as distintas partes (caule, folha, capítulo e raiz) e acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft, os quais foram posteriormente conduzidos à estufa com ventilação forçada de ar, a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , até obtenção de massa constante para determinação das seguintes variáveis:

Produção de aquênios (PDOA); Número total de aquênios (NTA); Porcentagem de número de aquênios viáveis (%NAV); Porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis (%FAV); Fitomassa total do capítulo (FCAP); Fitomassa de capítulo sem aquênios (FCAPSA); Fitomassa de 1000 aquênios (F 1000A); Diâmetro de capítulo (DCAP), Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e Fitomassa seca da raiz (FSR). A variável do diâmetro de capítulo (DCAP) foi determinada com régua milimétrica. As raízes das plantas foram coletadas e lavadas posteriormente para retirar o excesso de terra e assim como as demais partes da planta, foram postas para secar em estufa com circulação de ar a 60° C. Os aquênios de cada capítulo foram debulhados manualmente antes da condução dos capítulos à estufa e, posteriormente, separados em aquênios viáveis e não viáveis. Consideraram-se aquênios não viáveis aqueles que não se desenvolveram ou chochos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, por se tratar de fatores quantitativos, para determinar a regressão por polinômios ortogonais foi usado o software SISVAR-ESAL (Ferreira, 2003). Nas características em que se constatou significância, foram calculados os coeficientes da regressão e estabelecidas às equações correspondentes ao comportamento dos fenômenos estudados.

### **3. Resultados e discussão**

Com base nos resultados da análise de variância (Tabela 2.2) constata-se que houve efeito significativo pelo teste F, na salinidade da água de irrigação ( $p < 0,01$ ) nas seguintes variáveis: Produção de aquênios (PDOA); Número de aquênios totais (NAT); Porcentagem de número de aquênios viáveis (%NAV); Porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis (%FAV) e Fitomassa do capítulo total (FCAP), enquanto que nas doses de adubação nitrogenada houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) nas variáveis de: NAT e FCAP e com ( $p < 0,01$ ) a PDOA. As outras variáveis não sofreram efeito significativo. Em todas as variáveis analisadas não se verificou efeito significativo da interação entre os fatores estudados, (salinidade da água de irrigação x dose de adubação nitrogenada) o que indica que há independência dos fatores.

**Tabela 3.2** Resumo das análises de variância das partes reprodutivas do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, referentes à produção de aquênios (PDOA), número total de aquênios (NTA), porcentagem do número de aquênios viáveis (%NAV), porcentagem da fitomassa de aquênios viáveis (%FAV) e fitomassa total do capítulo (FCAP) em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande – PB, 2013.

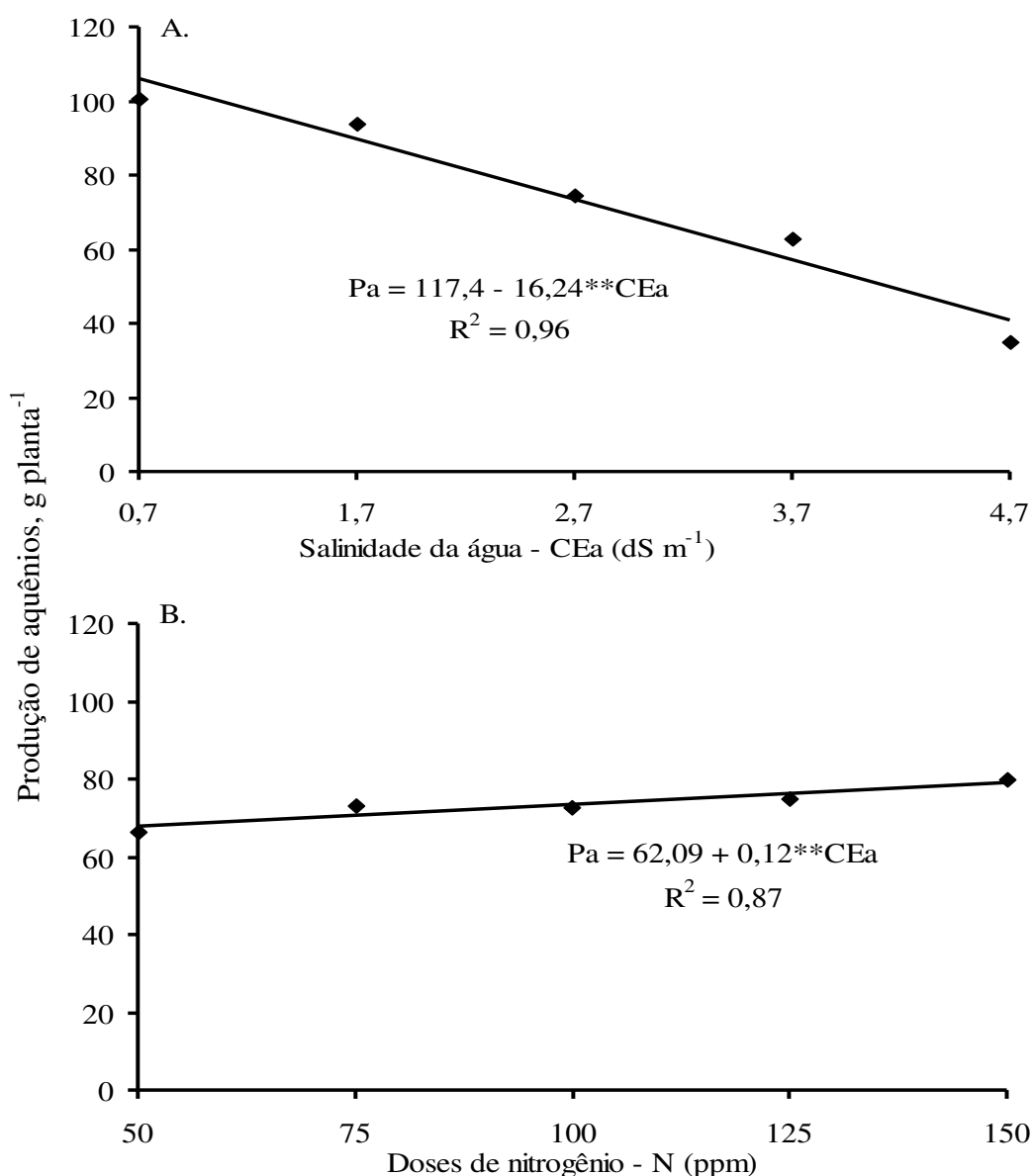
| Fontes de variação | GL | Quadrados Médios   |                      |                    |                    |                     |
|--------------------|----|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                    |    | PDOA               | NTA                  | %NAV               | %FAV               | FCAP                |
| Salinidade (S)     | 4  | 10324,9**          | 550715,9**           | 366,2**            | 328,1**            | 15225,06**          |
| Reg. Linear        | 1  | 39579,4**          | 2030016,6**          | 1332,8**           | 1236,7**           | 58454,48**          |
| Reg. Quadrática    | 1  | 1254,1*            | 112474,2*            | -                  | 57,8*              | 1549,69**           |
| Nitrogênio (N)     | 4  | 353,8*             | 121924,6**           | 40,8 <sup>ns</sup> | 17,6 <sup>ns</sup> | 620,38**            |
| Reg. Linear        | 1  | 1229,8**           | 421668,1**           | -                  | -                  | 2059,20**           |
| Interação (SxN)    | 16 | 42,8 <sup>ns</sup> | 7851,6 <sup>ns</sup> | 11,9 <sup>ns</sup> | 5,5 <sup>ns</sup>  | 84,58 <sup>ns</sup> |
| Resíduo            | 50 | 125,2              | 25977,6              | 29,72              | 9,8                | 145,94              |
| Total              | 74 |                    |                      |                    |                    |                     |
| CV (%)             |    | 15,21              | 15,46                | 6,66               | 3,55               | 13,31               |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo

### 3. 1. Produção de aquênios (PDOA)

Conforme as equações de regressão referente à produção de aquênios (PDOA), o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear, observado através da Figura 3.2A, que para a salinidade da água de irrigação de 0,7 dS m<sup>-1</sup> a produção de aquênios foi de 106 g planta<sup>-1</sup>, enquanto que para a salinidade da água de irrigação de 4,7 dS m<sup>-1</sup> a produção de aquênios foi de 41 g planta<sup>-1</sup>. Resultado que indica um decréscimo na ordem de 61% na PDOA, havendo então uma redução na ordem de 13,83% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação. Provavelmente esse decréscimo, que de acordo com Tester e Davenport (2003), esteja relacionado à planta quando se encontra em situações adversas como o estresse salino, em que ela usa mecanismos de adaptação para suportar essas condições, como diminuição da superfície transpirante e assim poder manter o equilíbrio entre a absorção de água e a transpiração.





**Figura 3.2** Produção de aquênios de girassol em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B). Campina Grande-PB, 2013.

Nobre et al. (2010) verificaram ao trabalhar com as variáveis de produção do girassol, que a partir de 0,5 dS m<sup>-1</sup> a variável de produção sofreu decréscimo na ordem de 14,5% por elevação unitária da condutividade elétrica da água de irrigação em conformidade com os resultados do presente estudo que foi de 13,83%. Do mesmo modo, Travassos et al. (2011), trabalhando com o girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em casa de vegetação e irrigado com águas de condutividades elétricas de 0,5 a 5,0 dS m<sup>-1</sup> verificaram que a produção de aquênios decresceu 10,6% por incremento unitário da CE da água de irrigação.

Em relação ao fator dose de adubação nitrogenada, o efeito sobre a PDOA foi linear e crescente, como se pode observar na Figura 3.2B. O incremento que ocorreu foi de 68,09 g planta<sup>-1</sup> na dose de 50 ppm, e de 80,09 g planta<sup>-1</sup> na dose de 150 ppm, o que equivale a 17,62% de aumento na produção de aquênios por aumento unitário da dose de Nitrogênio. De acordo com Azouz e Amal (2007), Eman (2007), Khalil et al. (2008), Awad e Ghrib (2009) e Babaiy et al. (2009), níveis crescentes de Nitrogênio para diversas plantas, como por exemplo, o girassol, aumentaram significativamente as características produtivas da cultura como a produção de sementes e produção de óleo.

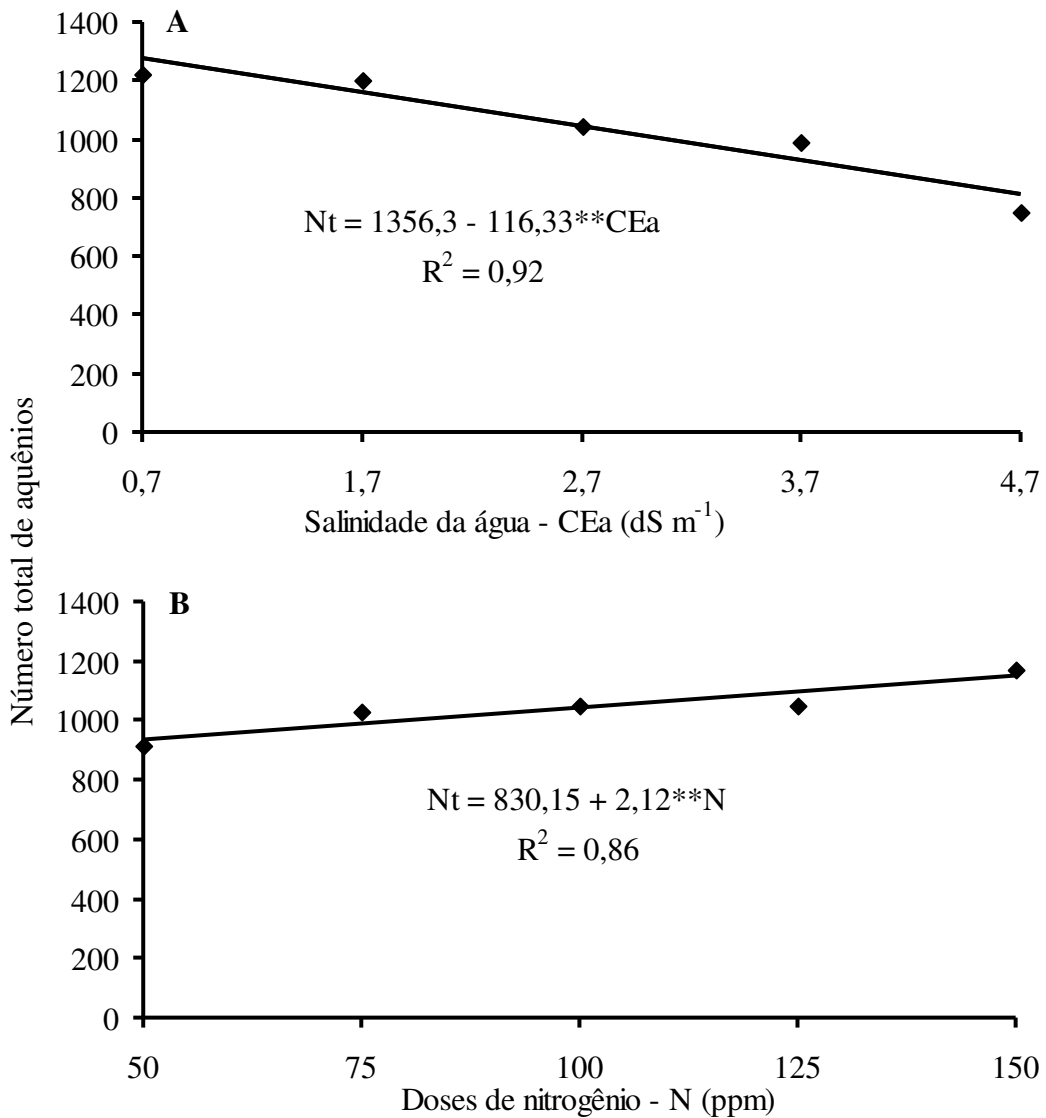
Estudos desenvolvidos por Guedes Filho et al. (2011) para conhecer a produção de biomassa do girassol sob adubação nitrogenada dependendo da água disponível no solo, verificaram que os resultados foram influenciados pela adubação nitrogenada. Flores et al. (2001) ressaltaram que a fertilização nitrogenada além de promover o crescimento das plantas, pode ao mesmo tempo reduzir o efeito da salinidade nos vegetais. A redução desse efeito pode estar relacionada às próprias funções do Nitrogênio nas plantas, pois ele desempenha uma função estrutural fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros.

Estudos têm corroborado que o acúmulo desses solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (Lacerda et al., 2003; Silva et al., 2008). No entanto, o excesso de Nitrogênio para o girassol ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo e aumenta a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos (Biscaro et al., 2008).

### **3.2. Número total de aquênios (NTA)**

Com relação ao número total de aquênios (NTA), verifica-se que o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear e decrescente, e que para a salinidade da água de irrigação de 0,7 dS m<sup>-1</sup> o número total de aquênios foi de 1275, enquanto que para a salinidade da água de irrigação de 4,7 dS m<sup>-1</sup> foi 810 aquênios. Portanto o NTA reduziu em 36%; isto equivale a dizer que houve uma redução na ordem de 8,57% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação (Figura 2.3A); a razão dessa redução pode estar relacionada à salinidade, pois segundo Baker e Rosenqvst (2004), a salinidade é um dos estresses abióticos em que as plantas expõem sintomas de alterações no seu estado funcional, trazendo como conseqüências limitações no crescimento e na produtividade das plantas em todo o mundo. Carneiro et al. (2011) avaliando o estresse hídrico e salino em

plântulas de girassol, observaram que o estresse mais severo sob potencial de -0,8 MPa reduziu o crescimento e a capacidade antioxidante das plântulas e por conseguinte, afetou sua produção, o que confere menor tolerância ao estresse hídrico e salino.



**Figura 3.3** Número total de aquênios de girassol em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B). Campina Grande-PB, 2013

Segundo Dickmann et al. (2005), existe diferença na sensibilidade de materiais de girassol quanto ao potencial de sal utilizado para induzir o estresse salino e hídrico; já que o aumento do potencial osmótico das soluções salinas produziu um decréscimo na germinação e vigor, podendo esta espécie ser incluída na categoria de glicófilas ou pouco tolerantes a

salinidade. Nobre et al. (2010) trabalhando com girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, também encontraram redução nos componentes produtivos de forma linear a partir da salinidade da água de irrigação de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Esses resultados adversos e negativos produzidos em plantas oleaginosas por causa da irrigação com água salina já vêm sendo pesquisados por vários autores, entre eles estão (Blanco et al., 2007; Correia et al., 2009) e de maneira específica na cultura do girassol por Silva et al. (2009). Para Ayers e Westcot (1999) a água de irrigação que possui condutividade elétrica entre  $0,70$  e  $3,00 \text{ dS m}^{-1}$  (C1) e acima de  $3,00 \text{ dS m}^{-1}$  (C3) são consideradas, respectivamente, de riscos moderado e severo de salinidade.

Em relação ao fator dose de adubação nitrogenada, observa-se que o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear e crescente (Figura 2.3B), e que para a dose de 50 ppm o número total de aquênios foi de 936 aquênios, enquanto que para a dose de 150 ppm o número total de aquênios foi de 1148 aquênios, o que representa um incremento de 22,64% no NTA.

A adubação nitrogenada é considerada um dos fatores fundamentais no crescimento e produção das plantas, principalmente porque é indispensável para várias funções vitais nas plantas. Ter maior disponibilidade do Nitrogênio nas plantas resulta em maior teor de Nitrogênio nas folhas favorecendo uma forte correlação positiva entre fotossíntese e o teor de Nitrogênio para muitas espécies C4 e C3, como o girassol (Cechin e Fumis, 2004). Este macro nutriente é importante para o bom desenvolvimento da superfície foliar e para os componentes de rendimento, especialmente o número de aquênios (Ungaro, 2000).

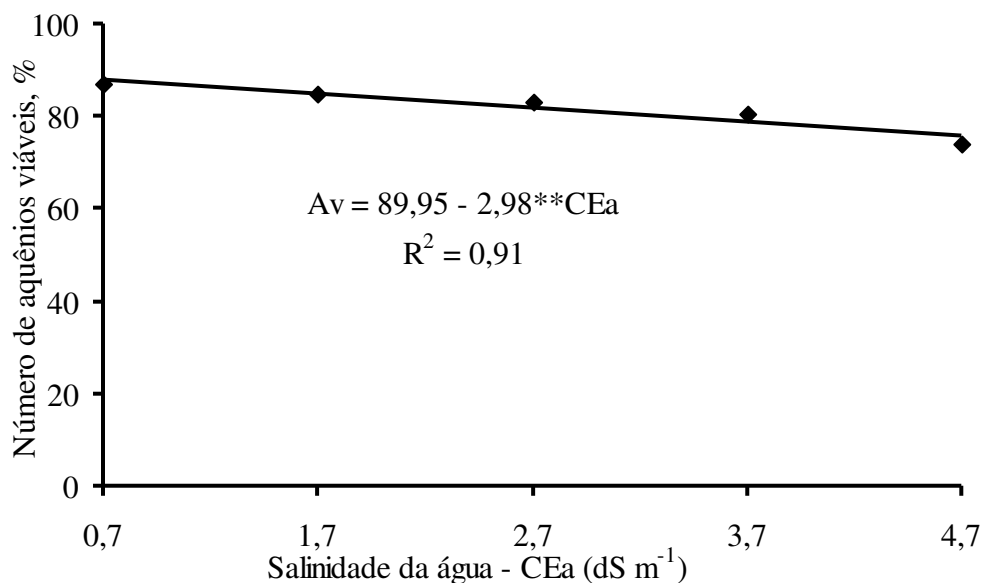
De modo adverso, havendo deficiência de Nitrogênio, há redução na produção das folhas, conseqüentemente diminuindo a área foliar, o que resulta na redução da área de interceptação da luz para a fotossíntese (Toth et al., 2002). Pesquisas feitas por Freitas et al. (2012) e Oliveira et al. (2012) com a cultura de girassol concluíram que o crescimento da planta responde positivamente aos fertilizantes nitrogenados e conseqüentemente nos componentes de produção. De igual forma, estudos desenvolvidos com outras culturas como o milho indicam que altas concentrações de Nitrogênio na zona radicular são benéficas para promover o rápido crescimento inicial da planta e o aumento na produtividade de grãos (Silva et al., 2005a, 2005b).

Em pesquisas realizadas por Abbadi et al. (2008) sobre efeitos do fornecimento de Nitrogênio no crescimento, rendimento e componentes do rendimento de cártamo e girassol; verificaram que o rendimento de girassol foi determinado apenas pelo número de aquênios por capítulos, seguido pela massa por aquênio. A análise de trilha mostrou que em cártamo, os

efeitos diretos nos aquênios são pequenos, e principalmente mediados através dos efeitos indiretos sobre o número de aquênios por capítulo, enquanto que para o número de aquênios por capítulo do girassol o Nitrogênio exerce um forte efeito direto. Carvalho e Pissaia (2002) observaram um maior acúmulo de N para o M-734 com aplicações crescentes desse nutriente. Apesar disso, os autores não identificaram maior produtividade de aquênios.

### 3.3. Porcentagem do número de aquênios viáveis (%NAV)

Com relação à porcentagem de número de aquênios viáveis (%NAV), observa-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear, e que para a salinidade da água de irrigação de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  a porcentagem de número de aquênios viáveis foi de  $87,86\%$  e que para a salinidade da água de irrigação de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$  foi de  $75,94\%$ ; indicando que houve uma redução de  $13,57\%$ , ou seja; o %NAV teve um decréscimo na ordem de  $3,31\%$  por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação (Figura 2.4). A causa desse declínio pode estar relacionada aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação com que se trabalhou nesta pesquisa, já que dentro da planta os efeitos negativos dos sais podem ser classificados como, tóxicos, iônicos, osmóticos, antagonísticos e fisiológicos. Com respeito às doses de Nitrogênio não se teve efeito significativo.



**Figura 3.4** Número de aquênios viáveis (%) de girassol em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB, 2013.

Conforme Cordeiro (2001), os efeitos tóxicos dos sais são aqueles decorrentes do acúmulo de determinado sal nos tecidos da planta acima dos níveis suportados por esta, tais como: os originados devido a características eletroquímicas dos íons; os efeitos osmóticos como sendo todos os efeitos que intervêm nas mudanças osmóticas da planta; aqueles que criam uma competição ou seletividade em certas reações ou funções, ou seja; todos os que provocam mudanças na fisiologia da planta e conseqüentemente nos seus componentes de produção.

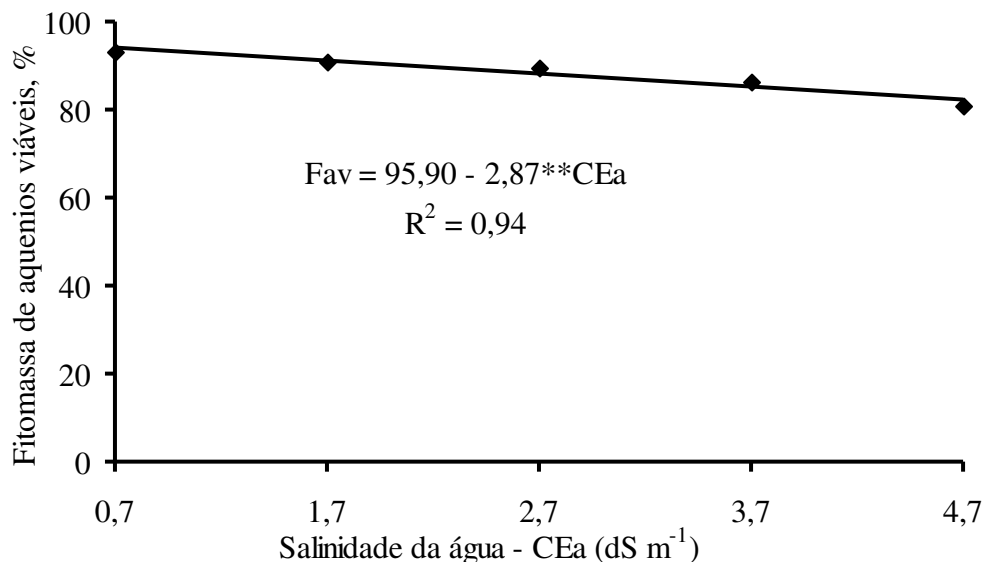
Os efeitos adversos causados pelos sais nas plantas são considerados como um fator bastante limitante à expressão do potencial agrícola das culturas, sendo tal limitação decorrente em grande parte, do aumento da pressão osmótica da solução do solo, assim a planta tende a dispensar mais energia, água e nutrientes (Leonardo et al., 2003). Por outro lado, no processo de maturação dos aquênios, os estresses abióticos, temperaturas do ar e radiação solar desfavoráveis influenciam negativamente na produtividade de aquênios e no teor de óleo (Kaleem et al., 2009; Thomaz et al., 2012).

Travassos et al. (2011) avaliando os componentes de produção e a produção de aquênios do girassol (*Helianthus annuus* L., variedade EMBRAPA 122 V-2000), sob irrigação com diferentes níveis de salinidade de água (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>) em ambiente protegido concluíram que o número de aquênios decresceu 9,64% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Chen et al. (2009), trabalhando num sistema de irrigação por gotejamento com água salina para girassol reportaram diminuição linear de 4,5 a 5,5% na produção do girassol para cada acréscimo unitário na salinidade do solo (em dS m<sup>-1</sup>), resultados semelhantes aos obtidos nesta pesquisa.

### **3.4. Porcentagem da fitomassa de aquênios viáveis (%FAV)**

Na Figura 2.5, observa-se a porcentagem da fitomassa de aquênios viáveis (%FAV), na qual o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear decrescente, sendo a porcentagem da fitomassa de aquênios viáveis para salinidade da água de irrigação de 0,7 dS m<sup>-1</sup> correspondente a 93,89%. Porém, esta porcentagem se reduziu para 82,41% quando a salinidade da água de irrigação foi de 4,7 dS m<sup>-1</sup>, ou seja; teve uma redução de 12,23%. De forma análoga, pode-se afirmar que houve uma diminuição de 2,99% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação, e que esta redução está intimamente ligada aos efeitos da salinização sobre as plantas que implicam em perda de produtividade e de qualidade, ou perda total da produção, causados pelas dificuldades de absorção de água,

toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) que reduzem o crescimento e o desenvolvimento das plantas.



**Figura 3.5** Fitomassa de aquênios viáveis de girassol (%) em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB, 2013

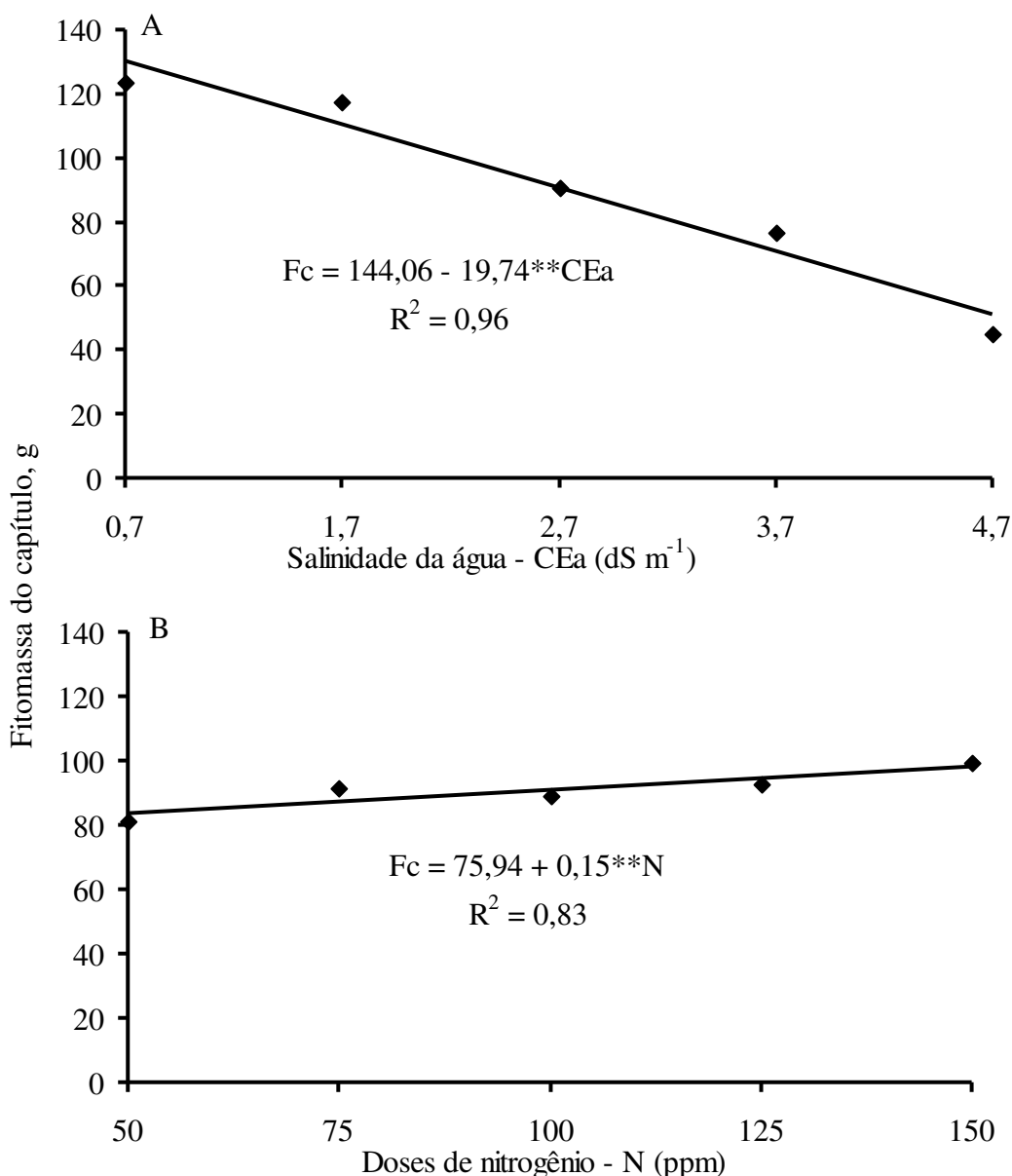
No solo, os efeitos negativos da salinização são desestruturação, o aumento da densidade aparente e da retenção de água do solo, redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos, diminuição da fertilidade físico-química. (Rhoades et al., 2000).

Em decorrência do exposto anteriormente percebe-se no presente estudo que o aumento da CEa possa ter provocado a redução da disponibilidade de água para as plantas e como consequência ficou evidenciado a redução dos aquênios. Seguindo esse mesmo raciocínio Silva et al. (2009), afirmam que baixos rendimentos em girassol ocorrem em função da redução da disponibilidade hídrica no solo, afetando o capítulo que tem implicação direta sobre o número potencial de aquênios.

A matéria seca que constitui a fitomassa é formada especialmente por carbono e por nutrientes minerais cujas concentrações variam com a espécie, fase de desenvolvimento, estado nutricional, condições edafoclimáticas e com a parte do vegetal considerada (Larcher, 2004). Segundo Escalante e Rodríguez (2010), trabalhando com fitomassa e rendimento do girassol em solos salinos do altiplano de México, verificaram que os aquênios foram afetados pela salinidade.

### 3.5. Fitomassa total do capítulo (FCAP)

Com relação à fitomassa total do capítulo (FCAP), observa-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear descendente e que para a salinidade da água de irrigação de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  a fitomassa foi de  $130,24 \text{ g}$ , enquanto que para a salinidade da água de irrigação de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$  a fitomassa foi de  $51,28 \text{ g}$ . A fitomassa total do capítulo se reduziu em  $60,63\%$ , ou seja; houve uma redução na ordem de  $13,70\%$  por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação (Figura 2.6A).



**Figura 3.6** Fitomassa do capítulo de girassol em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B). Campina Grande-PB, 2013.



Como já observado com as outras variáveis avaliadas nesta pesquisa, a redução está intimamente ligada aos efeitos deletérios da salinização sobre as plantas, a qual dificulta a absorção de água pela planta, em função da diminuição do potencial osmótico do solo e, por conseguinte afeta o desenvolvimento das plantas como um todo.

As explorações anuais na agricultura em todo Brasil são submetidas a diversos fatores ambientais adversos, potencialmente capazes de causar efeitos negativos no crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade da produção, reduzindo o potencial hídrico foliar, condutância estomática, produtividade de grãos e conseqüentemente todo isso afeta a fitomassa como um todo (Nascimento et al., 2011).

Seguindo a mesma linha de trabalho Cechin et al. (2010) constataram nos seus resultados que após submeterem as plantas de girassol ao estresse oxidativo causado por déficit hídrico, as variáveis fisiológicas, fotossíntese, condutância estomática e transpiração nas folhas de girassol foram reduzidas em função do estresse imposto. Portanto, a insuficiente disponibilidade de água para a planta de girassol, causada por estresses abióticos pode afetar de forma diferenciada e variável os parâmetros de rendimento da cultura, principalmente o número de aquênios e o tamanho do capítulo, ambos com boa correlação com a produtividade.

Em relação ao fator dose de adubação nitrogenada, o efeito sobre a fitomassa total do capítulo (FCAP) foi linear e crescente, como é observado na Figura 2.6B. O incremento que ocorreu foi de 83,44 g, na dose de 50 ppm, para 98,44 na dose de 150 ppm, ou seja; houve um aumento na fitomassa total do capítulo de 17,97%. Este resultado positivo é devido ao Nitrogênio que desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol e a sua deficiência causa a desordem nutricional, sendo que esse nutriente é o que mais limita a sua produção, enquanto seu excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo, doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos (Biscaro et al., 2008). Fagundes et al. (2007), estudaram diferentes doses de N no desenvolvimento do girassol ornamental cultivado em vaso e notaram que as maiores doses proporcionaram plantas melhor desenvolvidas e aumento nos componentes produtivos do girassol.

De acordo com Amorin et al. (2008), a porcentagem de grãos normais, a massa de mil grãos e a do diâmetro do capítulo, proporcionam efeito direto e positivo sobre a produtividade de grãos, podendo também ser utilizados na seleção indireta, visando o desenvolvimento de novos genótipos com alto potencial produtivo. Assim Olalde-Gutiérrez et

al., (2000), ao cultivarem girassol sobre condições de seca e salinidade no México, observam que com a aplicação de Nitrogênio têm-se melhorado o incremento na produção de girassol, principalmente porque o Nitrogênio ao gerar uma maior demanda de fotoassimilados (maior tamanho de capítulo e maior número de sementes), proporciona uma maior quantidade de matéria seca.

Constata-se através dos resultados da análise de variância (Tabela 2.3) que a salinidade da água de irrigação interferiu significativamente ( $p < 0,01$ ) nas variáveis: fitomassa de capítulo sem aquênios (FCAPSA); fitomassa de 1000 aquênios (F1000A); diâmetro de capítulo (DCAP); fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca da raiz (FSR) e as doses de adubação nitrogenada interferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) na FCAPSA e com ( $p < 0,01$ ) na FSR. Com relação às outras variáveis não houve efeito significativo da adubação nitrogenada, assim como em todas as variáveis na interação salinidade da água de irrigação x dose de Nitrogênio.

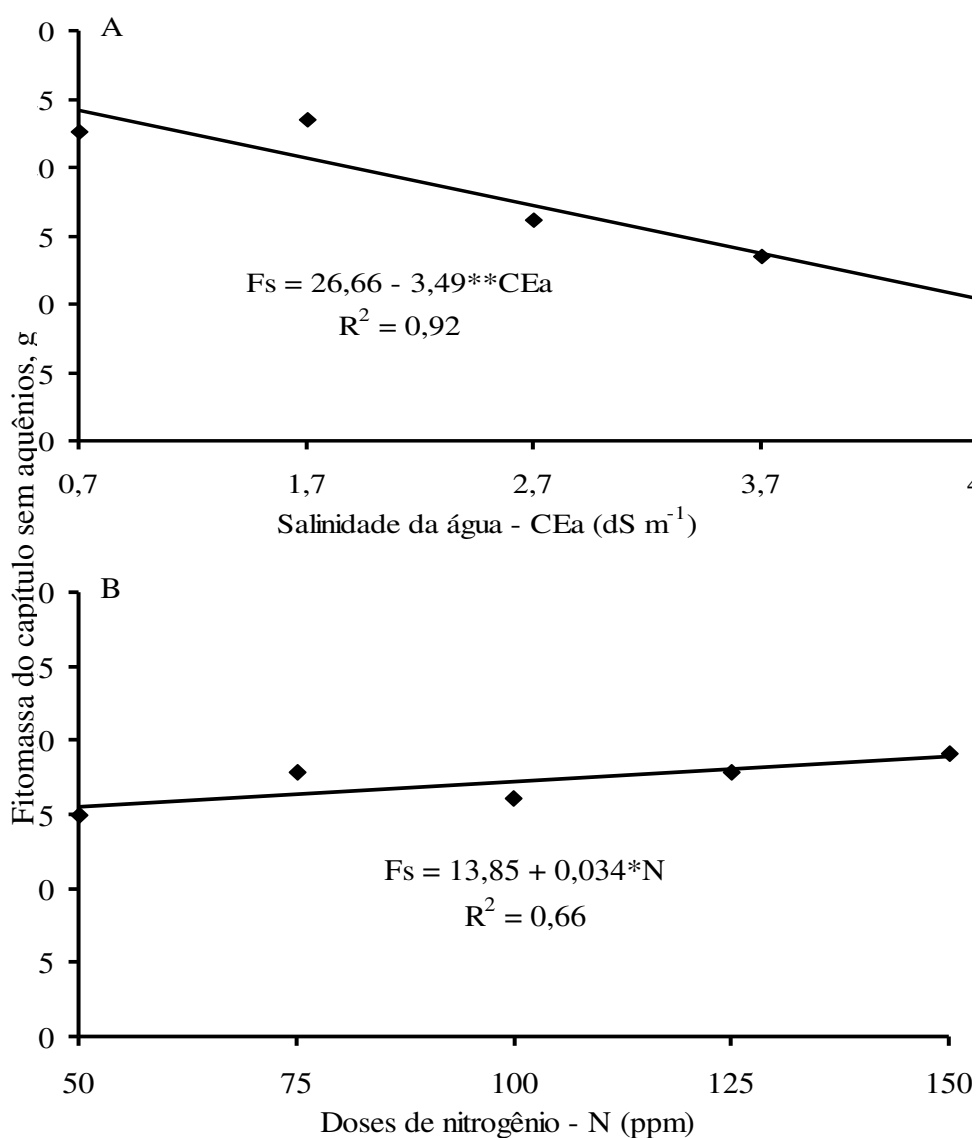
**Tabela 3.3** Resumo das análises de variância das partes reprodutivas do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, referentes à fitomassa do capítulo sem aquênios (FCAPSA), fitomassa de 1000 aquênios (F1000A), diâmetro do capítulo (DCAP), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca da raiz (FSR) em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande – PB, 2013.

| Fontes de variação | GL | Quadrados Médios    |                    |                    |                      |                     |
|--------------------|----|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
|                    |    | FCAPSA              | F1000A             | DCAP               | FSPA                 | FSR                 |
| Salinidade (S)     | 4  | 501,01**            | 3323,3**           | 298,5**            | 16410,90**           | 512,44**            |
| Reg. Linear        | 1  | 1834,21**           | 12497,3**          | 1176,0**           | 63861,40**           | 2027,38**           |
| Reg. Quadrática    | 1  | -                   | 737,7**            | -                  | -                    | -                   |
| Nitrogênio (N)     | 4  | 40,45*              | 80,6 <sup>ns</sup> | 15,1 <sup>ns</sup> | 88,71 <sup>ns</sup>  | 49,42**             |
| Reg. Linear        | 1  | 106,29*             | -                  | -                  | -                    | 71,70*              |
| Interação (S x N)  | 16 | 21,27 <sup>ns</sup> | 28,6 <sup>ns</sup> | 9,5 <sup>ns</sup>  | 469,41 <sup>ns</sup> | 16,75 <sup>ns</sup> |
| Resíduo            | 50 | 14,65               | 41,8               | 10,9               | 335,08               | 11,68               |
| Total              | 74 |                     |                    |                    |                      |                     |
| CV (%)             |    | 22,23               | 8,75               | 20,50              | 23,05                | 30,61               |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; \*= significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativa

### 3.6. Fitomassa do capítulo sem aquênios (FCAPSA)

Analisando os resultados da Tabela 2.3, em relação à fitomassa do capítulo sem aquênios (FCAPSA), pode-se observar que o modelo em que os dados se ajustaram melhor foi o linear em forma decrescente (Figura 2.7A). Verificando-se que para a salinidade da água de irrigação de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  a fitomassa do capítulo sem aquênios foi de  $24,22 \text{ g}$ , ao passo que para a salinidade da água de irrigação de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$  a fitomassa do capítulo sem aquênios foi de  $10,26 \text{ g}$ , resultado que indica um decréscimo na ordem de  $57,63\%$  na FCAPSA, significando que houve uma redução de  $13,09\%$  por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação.



**Figura 3.7** Fitomassa do capítulo de girassol sem aquênios em função da salinidade da água de irrigação (A) e da adubação nitrogenada (B). Campina Grande-PB, 2013.

Quando se trabalha com salinidade sempre se deve levar em consideração a redução nas variáveis produtivas das culturas, e, por conseguinte na sua produção. É por isso que em regiões afetadas pela salinidade, essa perda pode ser diretamente relacionada aos efeitos salinos e aos problemas de toxidez de alguns íons específicos como o, cloro, o sódio e o boro (Mantovani et al., 2006). Ademais, ainda que se tenham baixos teores desses íons, quando aliado a níveis excessivos de salinidade no solo seguido de altas temperaturas, também se tornam agentes desdenhosos (Ayers e Westcot, 1999). Segundo Cavalcante et al. (2002), quando se têm essas situações adversas, na maioria dos casos, não há condições químicas, físicas e biológicas necessárias para o bom desenvolvimento do sistema radicular e da planta como um todo.

Silva et al. (2009) verificaram que o aumento da CE da solução nutritiva reduziu significativamente o acúmulo de massa seca total das plantas, das folhas, das hastes, das raízes e dos capítulos, além de afetar a área foliar e a altura das plantas do girassol ornamental, principalmente quando as concentrações salinas foram maiores que  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Oliveira et al. (2010) estudando o desenvolvimento da cultura do girassol relatam que a produção de massa de matéria seca total foi afetada negativamente pelo aumento da salinidade, sendo reduzida linearmente em resposta ao incremento da salinidade, com redução em cerca de 48,7% na massa de matéria seca total das plantas irrigadas com água de maior salinidade ( $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), em comparação àquelas irrigadas com água de menor nível salino ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ). Pode-se observar que esses resultados são análogos aos obtidos no presente estudo.

Resultados similares se obtiveram do mesmo modo com outra cultura como a mamoneira, já que sofreu redução nos componentes produtivos por causa da presença de sais na água de irrigação, conforme pesquisa de Silva (2004) que avaliou condutividades elétricas na faixa de  $0,7$  e  $8,7 \text{ dS m}^{-1}$ . Siqueira (2005), estudando o crescimento e a produção do algodoeiro colorido marrom escuro sob estresse salino, observou redução de 30,5% no número de capulhos na CEa de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ .

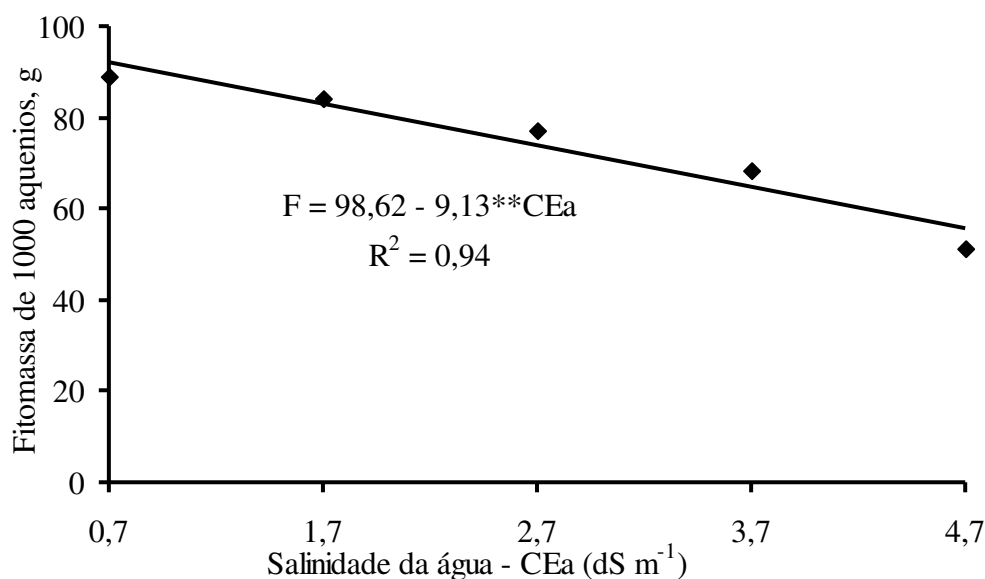
Em relação ao fator dose de adubação nitrogenada, o efeito sobre a fitomassa do capítulo sem aquênios, foi linear e crescente tal como é observado na Figura 2.7B. O incremento que ocorreu foi de 15,55 g, na dose de 50 ppm, para 18,95 g, na dose de 150 ppm, o que equivale a 21,86%, de aumento na fitomassa do capítulo sem aquênios. Nas plantas, este macro nutriente tem recebido atenção considerável por causa de seu papel no crescimento e desenvolvimento das plantas, sobretudo nos processos fisiológicos (Neill et al., 2003).

Como o Nitrogênio é ligeiramente solúvel em água e ainda mais em solventes orgânicos e que têm uma vida média de menos de seis segundos, sendo por isso muito volátil (Thomas et al., 2001), então isso pode ser que seja uma das razões para que não haja efeito significativo do Nitrogênio em todas as variáveis de produção, além do mais, nesta pesquisa trabalhou-se com diferentes condutividades elétricas (CEa) da água de irrigação, afetando a fixação do Nitrogênio, levando a reduções no conteúdo de proteínas e também porque as variáveis de produção são trabalhadas no fim do ciclo da cultura ou na maturação de colheita.

Neste sentido, Beligni e Lamattina, (2001), afirmam que a molécula do Nitrogênio se sintetiza especialmente nos tecidos das plantas que se encontram na fase de crescimento, como o eixo embrionário e os cotilédones; mas o nível de Nitrogênio decresce nos órgãos senescentes e maduros, logo esta também é outra razão para os resultados desta pesquisa, onde só obteve efeito significativo na fitomassa do capítulo e da raiz. Segundo Popova et al. (2002), as plantas respondem ao estresse salino com a diminuição da assimilação de Nitrogênio e biossíntese de aminoácidos.

### **3.7. Fitomassa de 1000 aquênios (F1000A)**

Para a fitomassa de 1000 aquênios (1000 A) o modelo que os dados se ajustaram melhor foi o linear em forma decrescente (Figura 2.8) e observa-se que para o nível de menor salinidade de água de irrigação de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ , a fitomassa de 1000 aquênios foi de 92,23 g, ao passo que para o nível de maior salinidade de  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ , a fitomassa de 1000 aquênios foi de 55,71 g; resultado que indica um decréscimo na ordem de 39,60% na fitomassa de 1000 aquênios, o que equivale dizer que houve uma redução de 9,26%, por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação. A causa principal desse declínio na variável da F1000A se deve principalmente à salinidade, fato que já vem sendo comentado ao longo desta pesquisa, sobretudo porque não houve efeito significativo com o fator Nitrogênio.



**Figura 3.8** Fitomassa de 1000 aquênios de girassol em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB, 2013.

Já foi demonstrado o efeito negativo da salinidade sobre diversas culturas de importância econômica (Dantas et al., 2002; Amorim et al., 2002; Carmo et al., 2003), comprovando a perda de produtividade causada por este fator. O aumento da salinidade diminui o potencial osmótico da solução do solo e dificulta a absorção de água pelas raízes ao mesmo tempo em que íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  se acumulam nas folhas e afetam os processos fisiológicos da planta (Noble e Rogers, 1992; Lazof e Bernstein, 1999).

Em contrapartida, diante dos efeitos desfavoráveis da salinidade podem-se estabelecer algumas estratégias de irrigação com água salina, como a sua utilização apenas em alguns estádios das culturas, a mistura de águas de diferentes qualidades, uso de plantas tolerantes à salinidade, um bom manejo da irrigação, entre outras, embora essas técnicas não sejam suficientes para solucionar a salinização/sodificação do solo, pelo menos mitigam um pouco o problema. (Chauhan et al., 2008; Lacerda et al., 2009; Murtaza et al., 2006; Neves et al., 2008, Bilibio et al., 2010).

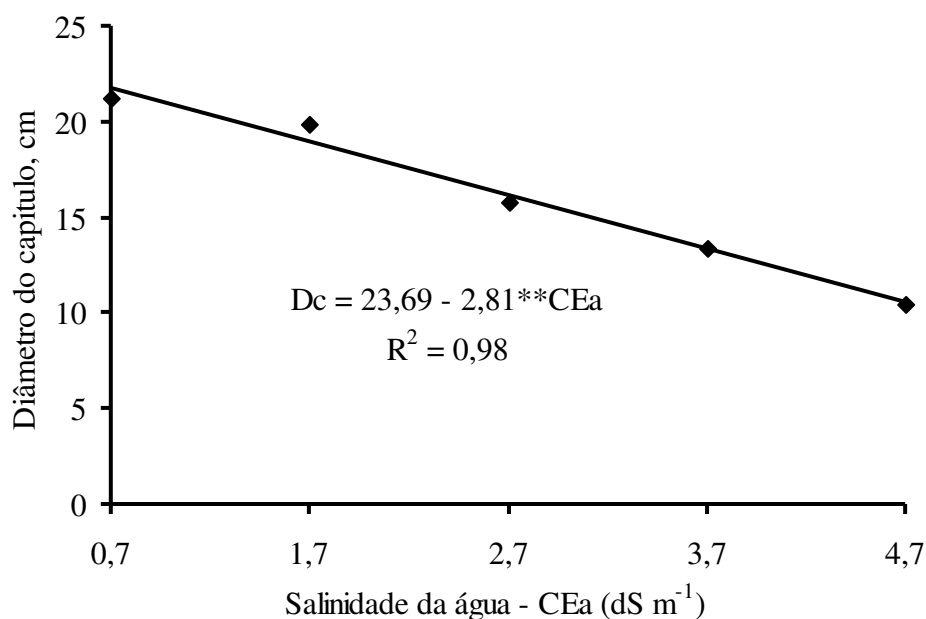
De acordo com Nobre et al., (2010) em estudo com girassol irrigado com água salina, a massa de 100 aquênios se reduziu 10,70% por aumento unitário da condutividade elétrica, o que equivale a uma redução de 2,74 g quando as plantas foram submetidas a CEa de 4,9 dS m<sup>-1</sup>. Os estresses provocados pelo excesso de íons, geralmente, diminuem a assimilação de  $\text{CO}_2$ , condutância estomática, transpiração e fotossíntese das plantas e, portanto, acabam por

prejudicar a produção e a produtividade das culturas. (Gulzar et al., 2003), Assim como constatou-se, no presente estudo, que o estresse salino reduziu linearmente as variáveis de crescimento como a área foliar, a fitomassa de 1000 aquênios; em consequência, a produção também decresceu.

Observando o lado contrário desta pesquisa, ou seja, pesquisas com girassol sem água salina, pode-se verificar em trabalho efetuado por Silva et al. (2011), trabalhando o desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação, concluíram que foram influenciadas significativamente pelas diferentes lâminas de irrigação, onde a massa de 1.000 aquênios aumentou linearmente com as lâminas aplicadas, atingindo um valor máximo de 71,49 g na lâmina de irrigação, correspondente a 150% (533,7 mm). Outros trabalhos também obtiveram resultados semelhantes como os de Silva et al. (2007), trabalhando com outras cultivares de girassol independente da cultivar e da lâmina aplicada. Castro et al. (2006), em ensaio com a cultura do girassol (híbrido Morgan 738) no município de Piracicaba, São Paulo também averiguaram que o estresse hídrico cooperou para a redução da massa dos aquênios.

### **3.8. Diâmetro do capítulo (DCAP)**

Com relação ao diâmetro do capítulo (DCAP) (Figura 2.9) observa-se que o modelo que os dados se ajustaram melhor foi o linear e de forma decrescente, verificando-se que para o nível de menor salinidade da água de irrigação de 0,7 dS m<sup>-1</sup> o diâmetro do capítulo foi de 21,72 cm, enquanto que para a o nível de maior salinidade de 4,7 dS m<sup>-1</sup> o diâmetro do capítulo foi de 10,48 cm, resultado que indica uma diminuição na ordem de 51,74% no diâmetro do capítulo, o que pode-se afirmar que houve uma redução de 11,86%, por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação.



**Figura 3.9** Diâmetro do capítulo de girassol em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB, 2013.

De acordo com Castro et al. (1997), o capítulo é onde se desenvolvem os grãos, denominados aquênios. Nos genótipos comerciais, o peso de 1000 aquênios varia de 30 a 60 g e o número mais frequente de aquênios pode variar entre 800 e 1700 por capítulo. Isto demonstra que a redução do diâmetro do capítulo obtida no presente trabalho pode haver uma forte relação entre a fitomassa de aquênios que foi discutida anteriormente e o DCAP, gerando uma redução bastante expressiva, pois há uma íntima relação entre ambas variáveis, que foram afetadas a partir das distintas condutividades elétricas com que se trabalhou nesta pesquisa.

Outra hipótese para explicar tal fenômeno é a que diz Camargo et al. (2001), que seria o fato dos ácidos orgânicos em algumas situações poderem exercer certo grau de toxidez às plantas, fazendo vários componentes das culturas agrônômicas sofrerem mudanças indesejáveis reduzindo assim seu potencial produtivo. Coerente com Cordeiro (2001), que descreve os efeitos negativos da maior concentração de sódio na solução do solo, provocando acentuada redução no desenvolvimento dos vegetais.

Sabe-se que nas plantas, a água com teores elevados de sais podem exercer efeitos indesejáveis tanto durante a fase de germinação como nas fases de pós-germinação, sendo assim, quando presentes na solução do solo em quantidades desproporcionais inibem o crescimento vegetativo em função da redução do potencial osmótico ou por efeitos tóxicos

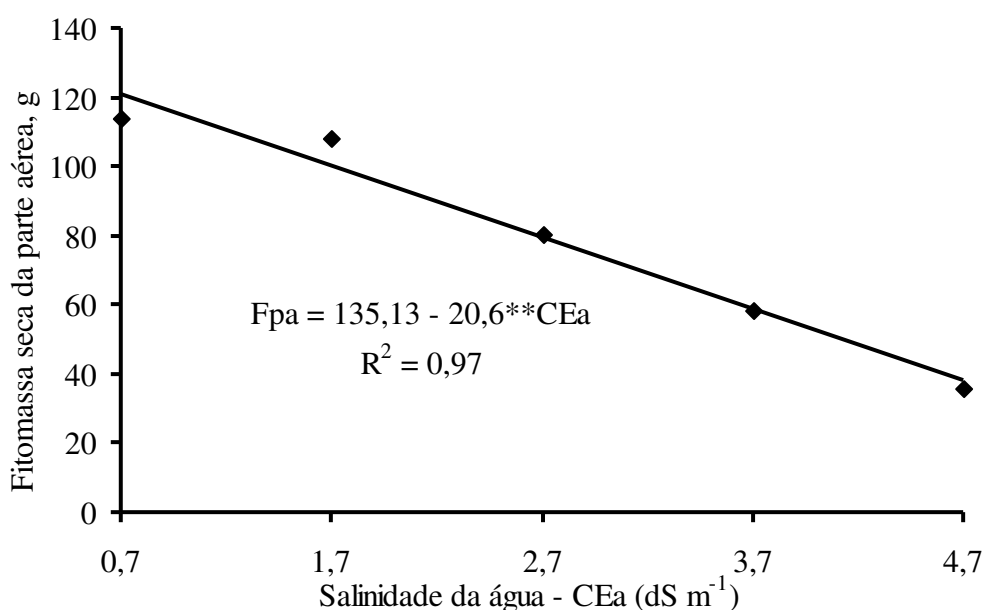


dos íons de sódio e cloreto (Soltani et al.; 2006). Como consequência, há uma redução na capacidade da planta em absorver água e nutrientes, embora o solo esteja úmido, isso leva a um crescimento mais lento (Munns et al.; 2006).

Silva et al. (2009) verificaram ao trabalhar as variáveis de crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica e fertirrigação, que o aumento da CE da solução nutritiva reduziu significativamente o diâmetro dos capítulos entre as salinidade de 3,5 e 6,5  $\text{dS m}^{-1}$ . Travassos et al. (2011), trabalhando com níveis de 0,5 a 5  $\text{dS m}^{-1}$ , encontraram diâmetros muito inferiores aos do presente estudo, variando de 7,41 na menor concentração salina a 5,47 cm na maior.

### 3.9. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA)

Para fitomassa seca da parte aérea (FSPA) o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear decrescente (Figura 2.10), em que para a salinidade da água de irrigação de 0,7  $\text{dS m}^{-1}$  a fitomassa seca da parte aérea foi de 120,71 g, em contrapartida, para a salinidade da água de irrigação de 4,7  $\text{dS m}^{-1}$  a fitomassa seca da parte aérea foi de 38,31g. Este resultado indica um decréscimo na ordem de 68,26% na fitomassa seca da parte aérea, podendo-se afirmar que houve uma diminuição na ordem de 15,24% por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação.



**Figura 3.10** Fitomassa seca da parte aérea de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB, 2013.

Este comportamento da FSPA pode ser entendido como um possível mecanismo para diminuir os efeitos da salinidade sobre a cultura, evitando que a espécie não se perpetue porque as plantas podem sofrer modificações morfológicas ou fisiológicas como redução no número de folhas ou na biomassa, quando submetidas ao estresse salino (Taiz e Zeiger, 2006).

Como comentado nas outras variáveis, provavelmente esse decréscimo na FSPA, esteja relacionado a uma das explicações mais aceitas para a inibição do crescimento, vez que os sais na água de irrigação faz diminuir o potencial osmótico no solo em que estão atuando de forma negativa sobre o processo fisiológico do vegetal, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular e, conseqüentemente é um obstáculo para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Ayers e Westcot, 1999; Caruso e Villari, 2004; Al-Karaki et al. 2009).

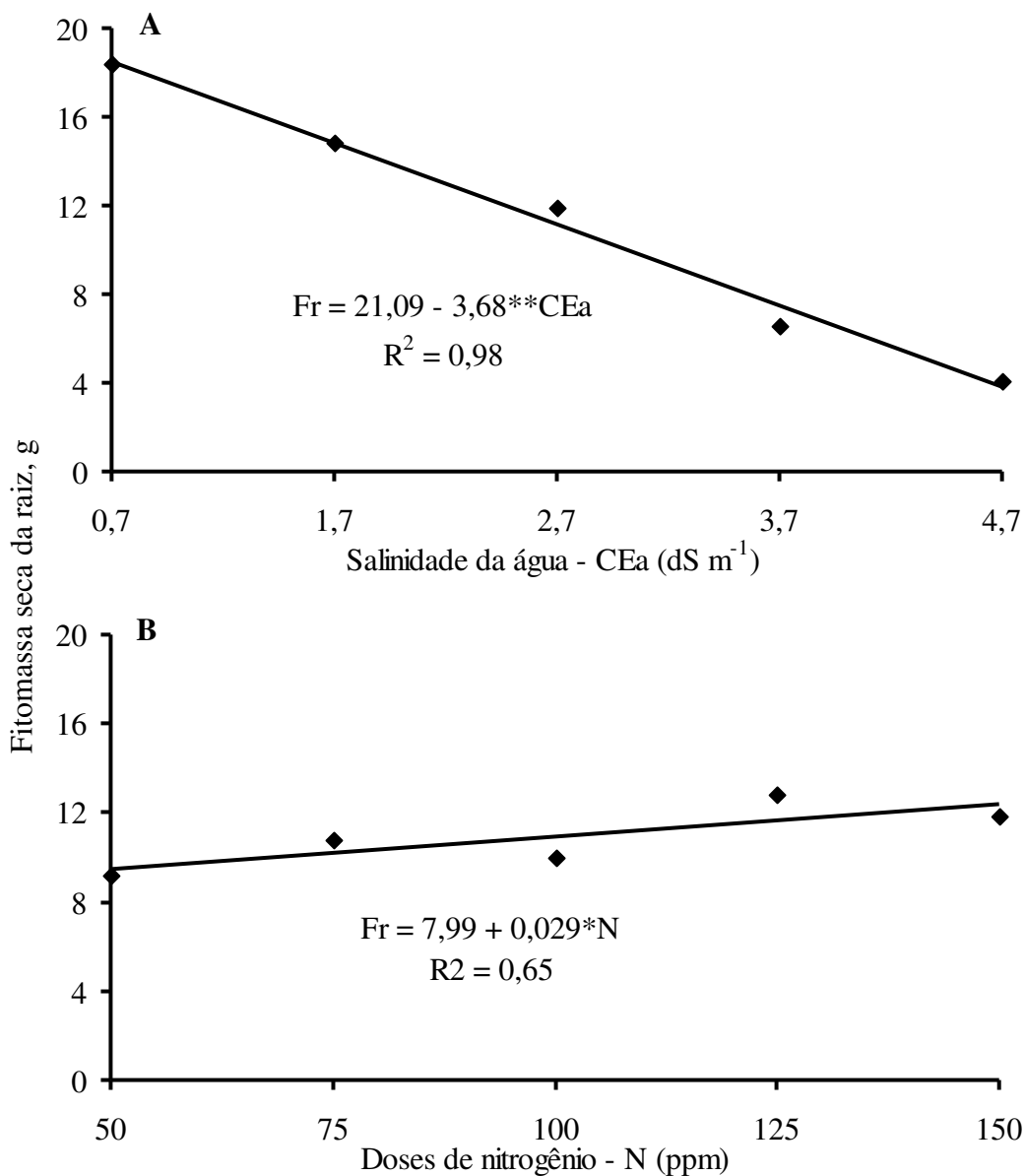
Silva et al. (2009), trabalhando também com girassol cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação tiveram resultados semelhantes aos do presente trabalho, pois eles concluíram que o aumento da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva, reduz significativamente o acúmulo de massa seca total das plantas, entre as condutividades elétricas de 3,5 a 6,5 dS m<sup>-1</sup> dos 42 aos 70 DAS.

Não obstante ao comparar os resultados obtidos por Travassos et al. (2011) e Nobre et al. (2011), os dados da presente pesquisa apresentaram uma diminuição de 15,24% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, enquanto esses autores ao trabalharem com a mesma cultivar EMBRAPA 122 V-2000, para a variável FSPA encontraram decréscimos de 13,56% e 12,6%, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Do mesmo modo, Maciel et al. (2012), trabalhando com produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico obtiveram resultados inferiores aos do presente trabalho, já que a redução linear causada pelo aumento da salinidade da água de irrigação sobre a massa da matéria seca da parte aérea foi de 5,78%, para cada acréscimo unitário da salinidade da água de irrigação (dS m<sup>-1</sup>).

### **3.10. Fitomassa seca da raiz (FSR)**

Na Figura 2.11A observa-se o comportamento da fitomassa seca da raiz (FSR), constantando-se que o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear em forma decrescente e que para a salinidade da água de irrigação de 0,7 dS m<sup>-1</sup> a fitomassa seca da raiz foi de 18,51 g, ao passo que para a salinidade da água de irrigação de 4,7 dS m<sup>-1</sup> a fitomassa seca da raiz foi de 3,79 g. Este resultado indica um declínio na ordem de 57,63% na fitomassa

seca da raiz, o que equivale a dizer que houve 17,45% de redução por aumento unitário da condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação.



**Figura 3.11** Fitomassa seca da raiz de plantas de girassol em função da salinidade da água de irrigação. Campina Grande-PB, 2013.

É importante salientar que a planta pode se precaver na absorção de sais na solução do solo, porém, intercepta parcialmente a absorção de água, nutrientes e outros compostos essenciais, os quais refletem negativamente sobre os parâmetros de crescimento e desenvolvimento, tanto do sistema aéreo, como radicular.

Silva, (2004), afirma que a situação inóspita que existe entre a assimilação da salinidade e o uso de nutrientes se relaciona através do aumento da 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. Sendo justamente isso o que pode ter acontecido nesta pesquisa, pois a FSR decresceu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Campos et al. (2010) concluíram que a matéria seca das raízes (MSR) do girassol foi afetada pela salinidade e pelas fontes de Nitrogênio, com resposta linear decrescente da MSR em função do aumento da salinidade sendo que a maior redução foi para o nível  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  com 63,9%, resultado que é similar ao encontrado no presente trabalho.

Resultado idêntico foi obtido por Travassos et al., (2011), ao trabalhar com girassol irrigado com água salobra composta de seis níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) de 0,5 a  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ; a salinidade da água de irrigação afetou significativamente a fitomassa seca das raízes em 18,00% por aumento unitário da CEa, enquanto que na presente pesquisa a redução foi de 17,45%. Silva (2012), estudando o crescimento e produção de girassol com cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,16; 2,0; 3,0; 4,0 e  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), combinados com dois níveis de substâncias húmicas, concluiu que a massa seca das raízes (MSR), foi influenciada negativamente conforme se aumentou a concentração salina na água de irrigação na ordem de 10, 22% por aumento unitário da CEa.

Nobre et al. (2011), em pesquisa realizada com produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada verificaram que o fator salinidade da água de irrigação alterou a variável massa seca de raiz (MSR) em 12,6%, por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação.

Comparando estes resultados com os de outra cultura como os obtidos por Silva et al. (2012), ao trabalhar com a cultura do pinhão-manso cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, observa-se que também a FSR sofreu redução de 12,26% para cada aumento unitário de CEa, demonstrando, assim, que o sal pode afetar negativamente em termos aproximados tanto o desenvolvimento aéreo como radicular das plantas. De forma similar Azevedo Neto e Tabosa (2000) ao trabalharem com duas cultivares de milho e cinco níveis de cloreto de sódio (0, 25, 50, 75 e  $100 \text{ mol m}^{-3}$ ) na solução nutritiva, obtiveram efeito significativo do nível mais elevado de salinidade. Conseqüentemente, no nível  $100 \text{ mol m}^{-3}$  de NaCl, as cultivares BR-5011 e P-3051 tiveram a massa seca das raízes reduzida em 66 e 42%, respectivamente.

Em relação ao fator doses de adubação nitrogenada, o efeito sobre a fitomassa seca da raiz foi linear e crescente, tal como é observado na Figura 2.11B. O incremento que ocorreu

foi de 9,44 g, na dose de 50 ppm, para 12,34 g, na dose de 150 ppm, o que equivale a 30,72%, de aumento na fitomassa seca da raiz ou 0,36% por aumento unitário da dose de Nitrogênio. Segundo Larcher (2004), quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais é reduzida, especialmente o  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ . Esperava-se que a utilização de nitrato de cálcio como fonte de Nitrogênio poderia amenizar o efeito da salinidade, sobre o desenvolvimento das plantas atuando desta forma na membrana celular e favorecendo a manutenção de teores adequados desses íons nos tecidos fotossintetizantes, e, conseqüentemente, aumentando a tolerância das plantas à salinidade (Lacerda et al., 2004).

De acordo com Silva et al. (2010) que estudaram os efeitos dos íons amônio e nitrato ( $\text{NH}_4^+$ :  $\text{NO}_3^-$ ) no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva nas proporções 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100, com uma concentração única de ( $210 \text{ mg.L}^{-1}$  de N), chegaram à conclusão que a produção de massa seca da planta, entre elas a massa seca da raiz (MSR), apresentou resposta significativa aos tratamentos aplicados e que a aplicação de N somente na forma do íon  $\text{NH}_4^+$  proporcionou menores produções de massa seca da planta. Andrade et al. (2012), estudando o crescimento de girassol ornamental em sistema de produção orgânico e irrigação com água residuária tratada, constataram que as médias de fitomassa seca da raiz (FSR) dos genótipos irrigados com água residuária produziram 10,92 vezes mais FSR que os irrigados com água de abastecimento.

#### **4. Conclusões**

1. A salinidade afeta linearmente a produção de aquênios, número de aquênios total, porcentagem de número de aquênios viáveis, porcentagem de fitomassa de aquênios viáveis, fitomassa do capítulo total, fitomassa de 1000 aquênios, fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca da raiz, independentemente da dose de nitrogênio utilizada.
2. As plantas de girassol cv. EMBRAPA 122-V2000 foram afetadas de forma distinta, tanto pela salinidade da água de irrigação, como pela adubação nitrogenada, embora não tenha havido interação entre elas.
3. A aplicação de doses crescentes de nitrogênio promoveu aumento linear na produção de aquênios, número de aquênios total, fitomassa do capítulo total e fitomassa seca da raiz

## 5. Referências bibliográficas

ABBADI, A.; GERENDÁS, J.; SATTELMACHER, B. Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. *Plant Soil*, 306:167–180, 2008.

ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN**. Campina Grande, 2009. 56f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande.

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of Soilless Grown Bell Pepper Cultivars to Salinity. *Acta Horticulturae*, v. 807, n. 2, p.227-232, 2009.

AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. 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, L. O. de.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; DIAS, N. S. da.; NASCIMENTO, E. C. S. Crescimento de girassóis ornamental em sistema de produção orgânica e irrigada com água residuária tratada. *Irriga, Botucatu, Edição Especial*, p. 69 - 82, 2012.

AWAD, M. M.; GHRIB, H. S. Productivity of some open pollinated sunflower populations under different nitrogen fertilizer rates in North Delta region. *Journal of Agricultural Research*, v. 35, n. 2, p. 503-521, 2009.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução por H. R. Gheyi; J. F. de Medeiros.; F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisão).

AZEVEDO NETO, A. D. de; TABOSA, 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.

AZOUZ, A.; AMAL, H. S. Oil and protein contents and quality characteristics of sunflower seeds "Sakha-53" planted in new reclaimed land. *Minia Journal of Agricultural Research and Development*, v. 27, n. 4, p. 615-632, 2007.

BABAIY, J.; ABDI, M.; SAIFZADEH, S.; KHIAMI, M. The effect of nitrogen fertilizer and bush density on seed yield and yield components of Azargol sunflower cultivar in Takestan region, Iran. *Journal of New Agricultural Science*, v. 4, n. 14, p. 1-12, 2009.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 55, p. 1607 – 1621, 2004.

BELIGNI, M. V e LAMATTINA, L. Nitric oxide: a non-regulator of plant growth trends *plant Sci*. 6: 508-509, 2001.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a

diferentes tensões de água no solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 07, p. 730-735, 2010.

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

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

CAMARGO, F. A. O. ; ZONTA, E.; SANTOS, G.A.; ROSSIELLO, R. O. P. Aspectos fisiológicos e caracterização da toxidez de ácidos orgânicos voláteis em plantas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-350, 2001.

CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; SILVA, R. C. P.; CANDIDO, W. S. Efeito da salinidade e fontes de Nitrogênio na matéria seca do girassol. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.5, p165-171, 2010.

CARNEIRO, M.M.L.C.; DEUNER, S.; OLIVEIRA, P.V.; TEIXEIRA, S.B.; SOUSA, C.P.; BACARIN, M.A.; MORAES, D.M. **Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após estresse hídrico e salino.** Revista Brasileira de Sementes v.33,n.4, p.752-761, 2011.

CARMO, G. A.; MEDEIROS, J. F.; TAVARES, J. C. Crescimento de bananeiras sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 25, n. 3, p. 513-518, 2003.

CARUSO, G.; VILLARI, G. Effect of EC-level and plant shading on the NFT-grown "Friariello Pepper". Acta Horticulturae, Wageningen, v. 659, n.2, p. 576-585, 2004.

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

CARVALHO, H. W. L. de.; OLIVEIRA, I. R. de.; DONALD, E. R. C.; RAMOS, S. R. R.; PACHECO, C. A. P.; PACHECO, C. A. P. Cultivares de milho, feijão, girassol e mandioca para o agreste sergipano com foco na agricultura familiar e no agronegócio, Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2008. 31p.

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. Adubação. In: A cultura do girassol. Londrina – PR. Editora EMBRAPA, cap. 7 p 17 – 19, 1997.

CASTRO, C. de; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F. de; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 02, p. 214-220, 2006.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FILHO, J. C. F.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros

Irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 3. 2002.

CECHIN, I.; CORNIANI, N.; FUMIS, T. F. de.; CATANEO, A. C. Differential responses between mature and young leaves of sunflower plants to oxidative stress caused by water deficit. *Revista Ciência Rural*, v. 40, n. 06, p. 1290-1294, 2010.

CECHIN, I.; FUMIS, T. F. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science*, v. 166, n. 5, p.1379-1385, 2004.

CHAUHAN, C. P. S.; SINGH, R. B.; GUPTA, S. K. Supplemental irrigation of wheat with saline water. *Agricultural Water Management*, v. 95, n. 03, p. 253-258, 2008.

CHEN, M.; KANG, Y.; WAN, S.; LIU, S. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agricultural Water Management*, v.96, p.1766-1772, 2009.

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

CONAB. (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos, Primeiro Levantamento, outubro 2012. Brasília: CONAB, 2012.

CONNOR, J. D. e HALL, A. J. Sunflower physiology. In: SCHNEIDER, A. A., ed. *Sunflower technology and production*. Madison, ASA/CSSA/SSSA, 1997. p.113-181. (Series of Monographs, 35)

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

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

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

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. **Efeitos dos sais no solo e na planta**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade-INCT sal, 2010. 472 p.

DICKMANN, L.; CARVALHO, M. A. C.; BRAGA, L. F. B. e SOUSA, M. P. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. *R. Ci. Agro-Ambi.*, 3:64-75, 2005.

EMAN, I. S.; EL-SARAG. Influence of plant population and nitrogen fertilization levels on performance of some sunflower cultivars under North Sinai conditions. *Annals of Agricultural Science*, v. 52, n. 1, p. 113-121, 2007.



EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Girassol EMBRAPA 122/V-2000. Londrina, 2006. (Folder n. 04/2006).

ESCALANTE-ESTRADA, J. A e RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, M. T. Sunflower biomass distribution and seed yield in saline soil of Mexico highlands. *HELIA*, 33, Nr. 52, p.p. 127-134, 2010.

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*, Santa Maria, v.37, n.4, p.987-993, 2007.

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

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

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A. da; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R. de; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. de. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.10, p.1031–1039, 2012.

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

GULZAR, S.; KHAN, M.A. e UNGAR, I.A. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass. *Soil Sci. Plant Anal.*, 34:2595-2605, 2003.

KALEEM, S.; UL-HASSAN, F.; SALEEM A. Influence of environmental variations on on physiological attributes of sunflower. *African J. Biotechnol.*, 8: 3531–3539, 2009.

KHALIL, H. E.; IBRAHIM H. M.; NAWAR, A. I. Defoliation time, plant density and N-level for sunflower as a forage and oil crop. *Journal Advances of Agricultural Research*, v. 13, n. 4, p. 748-763, 2008.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, n.2, p.289-295, 2004

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

LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B. DA.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de

feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 02, p. 221-230, 2009.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima-Artes e Textos, 2004. 531 p.

LAZOF, D. B.; BERNSTEIN, N. Effects of salinization on nutrient transport to lettuce leaves: consideration of leaf developmental stage. *The New Phytologist*, v. 144, n. 1, p. 85-94, 1999.

LENTZ, D.; POHL, M.E.D.; POPE, K.O.; WYATT, A.R. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. *Economic Botany*, New York, v.55, n. 3, p. 370 – 376, 2001.

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

MACIEL, M. P.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; REZENDE, E. P. L.; OLIVEIRA, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.165–172, 2012

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. *Irrigação: Princípios e Métodos*. Viçosa: UFV, 2006. p. 318.

MUNNS, R.; JAMES, R. A.; LÄUCHLI, A. **Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals**. *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, vol. 57, n. 5, p. 1025 – 1043, 2006.

MURTAZA, G.; GHAFOR, A.; QADIR, M. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. *Agricultural Water Management*, v. 81, n. 01/02, p. 98-114, 2006.

NASCIMENTO, S. P. do.; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FILHO, F. R. F.; SILVA, E. M. da. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. vol.15, n.8, p.853-860, 2011.

NEILL, S. J.; DESIKAN, R.; HANCOCK, J. T. Nitric signaling in plants. *New Phytologist*, 159: 11-35, 2003.

NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; LACERDA, C. F. de.; SILVA, F. B. da.; SILVA, F. L. B. da. Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina. *Revista Ciência Agronômica*, v. 39, n. 04, p. 569-574, 2008.

NOBLE, C. L.; ROGERS, M. E. Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. *Plant and Soil*, v. 146, n. 1/2, p. 99-107, 1992.

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

- NOBRE, R. G.; GHEYI, R. H.; SOARES, F. A. L.; Cardoso, J. A. F. **Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:929-937, 2011
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. e BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília, EMBRAPA-SEA, 1991. p.189-253.
- OLALDE-GUTIÉRREZ, V. M.; ESTRADA-ECALANTE, J. A.; GARCÍA, P. S.; CHÁVEZ, L. T.; LAGUNAS-MASTACHE, A. A.; ROMÁN, E. C. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima calido. Terra v.18, n. 4, p. 314-323. 2000.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de Nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.5, p.479-484, 2010.
- OLIVEIRA, J. T. de L.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; GUEDES FILHO, D. H. Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 6, n. 1, p.23-32, 2012.
- OLIVEIRA, M. D. S.; CÁCERES, D.R. Girassol na alimentação de bovinos. 1 ed. 20 p, 2005.
- POPOVA, O. V.; ISMAILOV, S. F.; POPOVA, T. N.; DIETZ, K. J.; GOLLDACK, D. Salt-induced expression of NADP- dependent isocitrate dehydrogenase and ferredoxin-dependent glutamate synthase in Mesembryanthemum crystallinum. Planta, 215: 906–913, 2002.
- REED, D. W. Combating poor water quality with water purification systems. In: Reed, D.W. (Ed). Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops. Illinois: USA, Ball Publishing, 1996, p.51-67.
- RESENDE, G. M.; CORDEIRO, G. G. Uso da Água Salina e Condicionador de Solo na Produtividade de Beterraba e Cenoura no Semi-Árido do Submédio São Francisco. Petrolina, PE: EMBRAPA Semi-Árido, 2007. 4 p. (Circular Técnica 128 on line).
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A. M. e MARSHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 2000. 117p. (Estudos da FAO - Irrigação e Drenagem, 48).
- RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C: United States Salinity Laboratory. 1954. 160p. (United States Department of Agriculture Handbook, 60).
- SACHS, L. G.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; SACHS, J. P. D.; FELINTO, A. S.; PORTUGAL, A. P. Farinha de girassol: II - efeito na qualidade do pão. In: **SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL. V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL**, p.261, 2005.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. DA S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 4, p. 842-849. 2011.

SILVA, A. D. da. **Crescimento e produção de girassol sob irrigação e substâncias húmicas**. Rio Largo Alagoas, 2012, 39f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade federal de alagoas centro de ciências agrárias.

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

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. C. M. de.; FILHO, J. V. P.; FREITAS, C. A. S. de. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p. 57-64, 2011.

SILVA, D. F. da; ARAÚJO, I. G.; WELTER, J. H.; WAGNER, R. B.; MENEZES, L. F. G. de; ARBOITTE, M. Z. Desenvolvimento e produção de pólen em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas mantidas em cultura de girassol. *Agrarian, Dourados*, v. 3, n. 8, p. 147-151, 2010.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÀ, M. E. **Doses e épocas de aplicação de Nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n.03, p. 353-362, 2005a.

SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, G. L. **Épocas e formas de aplicação de Nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 05, p. 725-733, 2005b.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAUJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.

SILVA, E. M. da.; SOARES, J. A. de.; FILHO, R. R. P.; JÚNIOR, J. R. S. de.; NOBRE, R. G. Emergência e crescimento inicial de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) cultivado sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 4, p. 44-50, 2012.

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

SILVA, L. X.; TILLMANN, E. A. Viabilizando o desenvolvimento sustentável através do girassol: Discussões analíticas e evidências empíricas para o sul do Brasil. XVI Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, 19p., 2008.

SILVA, M. L. O. E.; FARIAS, M. A.; MORAIS, A. R.; ANDRADE, G. P. e LIMA, E. M. C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. *R. Bras. Eng. Agric. Amb.*, 11:482-488, 2007.

SILVA, P. C. C.; COUTO, J. L. do.; SANTOS, A. R. dos. Efeito dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.17, n.1, p. 104-114. 2010

SILVA, S. M. S. Germinação, crescimento e desenvolvimento de genótipos de mamoneira irrigados com águas salinas. Campina Grande: UFCG, 2004. Dissertação de Mestrado.

SILVA, T. G. F. DA; ZOLNIER, S.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G.; MOURA C. R. W.; MUNIZ, M. A. **Crescimento do girassol ornamental cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis de condutividade elétrica de fertirrigação.** *Revista Ceres*, v.56, p.602-610, 2009.

SIQUEIRA, E. C.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. DE; SOARES, F. A. L.; BARROS JÚNIOR, G.; CAVALCANTI, M. L. F. Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9 (suplemento) p. 263-267. 2005.

SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E. **Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity.** *Environmental and Experimental Botany*, v. 5, p. 195 – 200, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal. 3 ed, Porto Alegre:** Artmed. 2006, 722 p.

TESTER, M. e DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Ann. Bot.*, 91:503-527, 2003.

THOMAS, D. D.; LIU, X.; KANTROW, S. P.; LANCASTER, J. R. The biological lifetime of nitric oxide: Implications for the perivascular dynamics of NO and O<sub>2</sub>. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 95: 355-360, 2001.

THOMAZ, G. L.; ZAGONEL, J.; COLASANTE, L. O.; NOGUEIRA, R. R. Produção do girassol e teor de óleo nas sementes em diferentes épocas de semeadura no Centro-Sul do Paraná. *Ciência Rural*, v.42, n.2, 2012.

TOTH, V. R.; MESZKAROS, I.; VERES, S.; NAGY, J. Effects of the available nitrogen on the photosynthetic activity and xanthophyll cycle pool of maize in field. *Journal of Plant Physiology*, v. 159, n. 6, p. 627-634, 2002.

TRAVASSOS, K. D.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S. da.; NOBRE, R. G. **Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra.** *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza*, v.5, nº. 2, p.123–133, 2011.

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

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

## **APÊNDICES**

**Tabela 1** Avaliação nas profundidades de (0-0,20 e 0,20-0,40)m, das amostragens do solo, no fim do experimento

| Tratamentos | Prof.   | Cl  | HCO <sub>3</sub> | Ca    | Mg    | K    | Na    | pH   | CEes               | RAS                                     | PSI   | Salinidade | Classe de solo |
|-------------|---------|---|------------------|-------|-------|------|-------|------|--------------------|---|-------|------------|----------------|
|             | cm      | -----mmolc 100 g <sup>-1</sup> de solo----- |                  |       |       |      |       |      | dS m <sup>-1</sup> | (mmolc L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup> | %     | -          | -              |
| S1N1        | 0 – 20  | 9,75  | 2,2              | 4,00  | 14,75 | 0,51 | 9,18  | 4,99 | 1,17               | 3                                       | 3,07  | Não Salino | Normal         |
|             | 20 – 40 | 10,00                                       | 2,4              | 4,62  | 11,63 | 0,32 | 9,00  | 4,64 | 1,59               | 3,16                                    | 3,3   | Não Salino | Normal         |
| S1N2        | 0 – 20  | 14,00                                       | 4,0              | 9,62  | 11,13 | 0,41 | 7,62  | 5,24 | 2,38               | 2,37                                    | 2,19  | Ligeira    | Normal         |
|             | 20 – 40 | 25,00                                       | 3,5              | 14,50 | 10,62 | 1,41 | 8,90  | 5,11 | 2,38               | 2,51                                    | 2,39  | Ligeira    | Normal         |
| S1N3        | 0 – 20  | 22,50                                       | 3,0              | 14,75 | 25,50 | 1,76 | 11,02 | 4,99 | 3,42               | 2,45                                    | 2,31  | Ligeira    | Salino         |
|             | 20 – 40 | 25,50                                       | 5,5              | 11,87 | 24,50 | 2,11 | 11,00 | 4,88 | 3,40               | 2,58                                    | 2,49  | Ligeira    | Normal         |
| S1N4        | 0 – 20  | 22,00                                       | 5,2              | 8,00  | 16,75 | 0,37 | 13,78 | 5,24 | 2,28               | 3,91                                    | 4,33  | Ligeira    | Normal         |
|             | 20 – 40 | 23,50                                       | 3,2              | 5,75  | 10,87 | 0,45 | 11,02 | 4,84 | 1,65               | 3,82                                    | 4,2   | Não Salino | Normal         |
| S1N5        | 0 – 20  | 11,00                                       | 3,0              | 6,75  | 11,00 | 0,37 | 8,90  | 5,51 | 1,72               | 2,99                                    | 3,05  | Não Salino | Salino         |
|             | 20 – 40 | 13,75                                       | 4,4              | 8,37  | 4,88  | 0,41 | 8,90  | 5,57 | 1,91               | 3,46                                    | 3,73  | Não Salino | Salino         |
| S2N1        | 0 – 20  | 43,25                                       | 3,0              | 15,00 | 21,37 | 3,52 | 42,30 | 4,94 | 7,18               | 9,93                                    | 11,85 | Média      | Salino         |
|             | 20 – 40 | 45,00                                       | 3,8              | 13,75 | 25,00 | 4,75 | 38,62 | 5,02 | 7,15               | 8,78                                    | 10,53 | Média      | Salino         |
| S2N2        | 0 – 20  | 38,75                                       | 2,9              | 8,50  | 18,12 | 0,41 | 33,10 | 5,51 | 5,26               | 9,06                                    | 10,81 | Média      | Salino         |
|             | 20 – 40 | 36,50                                       | 3,6              | 9,62  | 8,38  | 0,37 | 33,10 | 5,26 | 4,65               | 11,03                                   | 13,05 | Média      | Salino         |
| S2N3        | 0 – 20  | 31,75                                       | 3,0              | 17,50 | 14,37 | 1,76 | 26,66 | 4,63 | 4,65               | 6,68                                    | 7,96  | Média      | Salino         |
|             | 20 – 40 | 40,00                                       | 5,1              | 25,75 | 15,25 | 2,99 | 33,10 | 4,30 | 6,38               | 7,31                                    | 8,74  | Média      | Salino         |
| S2N4        | 0 – 20  | 25,00                                       | 6,5              | 11,25 | 12,25 | 0,44 | 22,06 | 4,99 | 3,82               | 6,43                                    | 7,61  | Ligeira    | Normal         |
|             | 20 – 40 | 34,00                                       | 4,5              | 11,50 | 12,12 | 0,72 | 27,58 | 4,40 | 4,59               | 8,02                                    | 9,61  | Média      | Salino         |

|      |         |       |     |       |       |      |       |      |      |       |       |         |               |
|------|---------|-------|-----|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|---------|---------------|
| S2N5 | 0 – 20  | 32,25 | 4,1 | 5,75  | 14,62 | 0,45 | 23,90 | 5,10 | 3,76 | 7,49  | 8,98  | Ligeira | Salino        |
|      | 20 – 40 | 45,75 | 4,2 | 7,87  | 11,88 | 0,88 | 37,70 | 4,40 | 5,29 | 12    | 14,17 | Média   | Salino        |
| S3N1 | 0 – 20  | 47,75 | 5,0 | 6,25  | 16,62 | 0,50 | 40,46 | 5,53 | 5,79 | 11,97 | 14,13 | Média   | Salino        |
|      | 20 – 40 | 55,50 | 3,3 | 12,50 | 15,50 | 1,76 | 45,90 | 5,52 | 6,77 | 12,27 | 14,51 | Média   | Salino        |
| S3N2 | 0 – 20  | 59,25 | 3,8 | 24,75 | 24,00 | 1,76 | 49,66 | 4,61 | 8,60 | 10,05 | 12    | Forte   | Salino        |
|      | 20 – 40 | 58,75 | 3,2 | 13,75 | 29,75 | 3,87 | 45,06 | 4,56 | 7,94 | 9,67  | 11,51 | Média   | Salino        |
| S3N3 | 0 – 20  | 28,00 | 4,2 | 10,25 | 11,37 | 1,76 | 16,54 | 4,50 | 4,34 | 5,03  | 5,81  | Média   | Salino        |
|      | 20 – 40 | 29,75 | 3,0 | 7,62  | 20,67 | 3,34 | 23,90 | 4,13 | 4,76 | 6,36  | 7,52  | Média   | Salino        |
| S3N4 | 0 – 20  | 55,25 | 5,4 | 10,00 | 14,00 | 0,30 | 50,58 | 4,98 | 6,99 | 14,62 | 16,92 | Média   | Salino Sódico |
|      | 20 – 40 | 56,50 | 5,8 | 7,87  | 9,25  | 0,58 | 49,66 | 4,61 | 7,22 | 17    | 19,36 | Média   | Salino Sódico |
| S3N5 | 0 – 20  | 48,50 | 4,8 | 23,25 | 18,75 | 3,17 | 37,70 | 4,77 | 7,35 | 8,23  | 10,88 | Média   | Salino        |
|      | 20 – 40 | 50,00 | 5,0 | 26,25 | 19,37 | 5,28 | 33,10 | 4,51 | 7,32 | 6,94  | 8,31  | Média   | Salino        |
| S4N1 | 0 – 20  | 42,00 | 4,4 | 21,50 | 21,37 | 3,87 | 38,62 | 4,59 | 7,40 | 8,34  | 9,95  | Média   | Salino        |
|      | 20 – 40 | 44,50 | 2,9 | 18,00 | 27,25 | 3,87 | 36,78 | 4,66 | 7,00 | 7,71  | 9,19  | Média   | Salino        |
| S4N2 | 0 – 20  | 56,75 | 3,2 | 9,12  | 14,75 | 1,76 | 42,30 | 5,28 | 6,94 | 12,26 | 14,5  | Média   | Salino        |
|      | 20 – 40 | 59,75 | 4,3 | 12,00 | 15,00 | 2,46 | 44,14 | 4,83 | 7,32 | 12,03 | 14,21 | Média   | Salino        |
| S4N3 | 0 – 20  | 32,50 | 2,2 | 4,12  | 6,63  | 1,41 | 30,34 | 4,46 | 4,03 | 13,08 | 15,28 | Ligeira | Salino Sódico |
|      | 20 – 40 | 54,50 | 3,4 | 23,87 | 16,25 | 3,87 | 45,98 | 4,60 | 8,07 | 10,26 | 12,28 | Média   | Salino        |
| S4N4 | 0 – 20  | 49,50 | 5,1 | 12,87 | 16,00 | 1,41 | 54,26 | 5,37 | 8,80 | 14,27 | 16,63 | Forte   | Salino Sódico |
|      | 20 – 40 | 60,30 | 4,5 | 17,12 | 17,50 | 1,20 | 61,62 | 4,77 | 9,50 | 14,81 | 17,15 | Forte   | Salino Sódico |



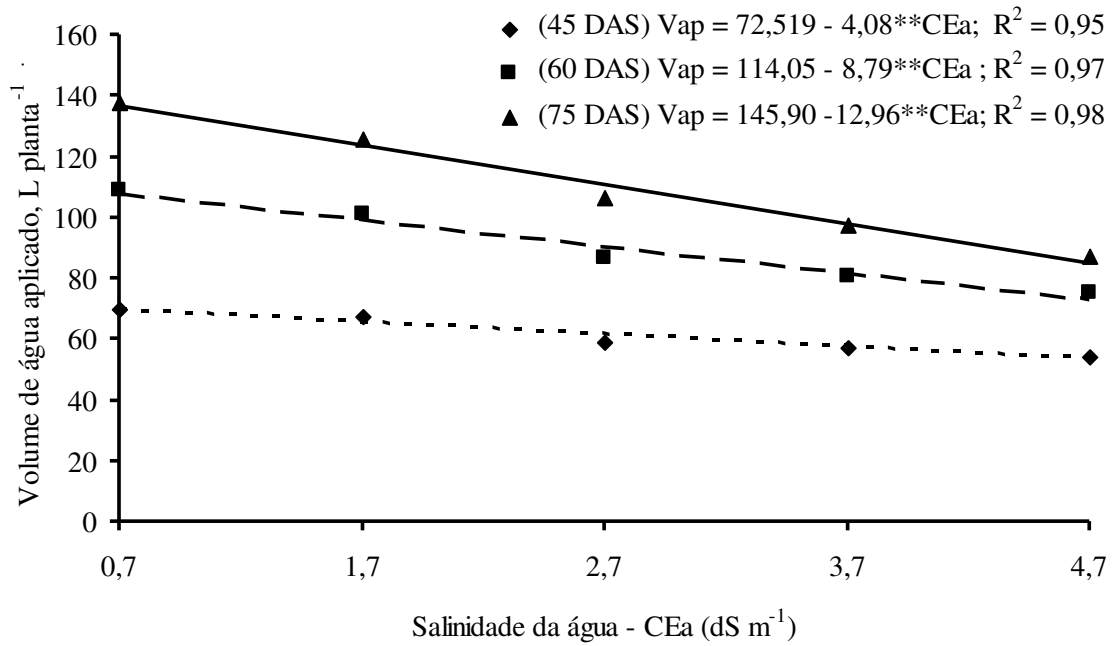
|      |         |        |     |       |       |      |       |      |       |       |       |       |               |
|------|---------|--------|-----|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| S4N5 | 0 – 20  | 94,25  | 3,9 | 25,00 | 18,25 | 2,99 | 77,26 | 4,85 | 11,93 | 16,61 | 18,89 | Forte | Salino Sódico |
|      | 20 – 40 | 103,75 | 4,3 | 32,87 | 23,63 | 4,75 | 71,74 | 4,94 | 12,14 | 13,51 | 15,82 | Forte | Salino Sódico |
| S5N1 | 0 – 20  | 40,50  | 2,4 | 6,25  | 13,00 | 3,52 | 34,02 | 4,47 | 5,34  | 10,97 | 13,09 | Média | Salino        |
|      | 20 – 40 | 49,00  | 4,7 | 10,87 | 13,75 | 5,10 | 40,46 | 4,47 | 6,40  | 11,56 | 13,73 | Média | Salino        |
| S5N2 | 0 – 20  | 54,00  | 3,5 | 7,75  | 15,62 | 1,41 | 45,98 | 4,67 | 6,50  | 13,44 | 15,73 | Média | Salino Sódico |
|      | 20 – 40 | 65,50  | 3,2 | 21,25 | 11,25 | 4,75 | 55,18 | 4,45 | 8,65  | 13,69 | 16,04 | Forte | Salino Sódico |
| S5N3 | 0 – 20  | 50,50  | 4,0 | 16,25 | 19,62 | 3,52 | 45,90 | 4,62 | 7,72  | 10,85 | 12,93 | Média | Salino        |
|      | 20 – 40 | 52,75  | 3,9 | 17,50 | 16,62 | 4,58 | 45,90 | 4,58 | 7,73  | 11,11 | 13,15 | Média | Salino        |
| S5N4 | 0 – 20  | 50,50  | 4,2 | 11,25 | 16,12 | 2,29 | 45,06 | 4,91 | 6,72  | 12,18 | 14,4  | Média | Salino        |
|      | 20 – 40 | 60,25  | 4,0 | 15,25 | 14,75 | 3,87 | 49,66 | 4,74 | 7,61  | 12,82 | 15,08 | Média | Salino Sódico |
| S5N5 | 0 – 20  | 47,25  | 3,2 | 26,50 | 23,00 | 1,41 | 36,78 | 5,27 | 7,00  | 7,4   | 8,85  | Média | Salino        |
|      | 20 – 40 | 38,50  | 3,3 | 20,12 | 12,88 | 1,76 | 29,42 | 4,71 | 5,28  | 7,25  | 8,65  | Média | Salino        |

S1, S2, S3, S4 e S5 = 0,7; 1,7; 2,7; 3,7 e 4,7 dS m<sup>-1</sup>; N1, N2, N3, N4 e N5 = 50, 75, 100, 125 e 150 ppm de Nitrogênio

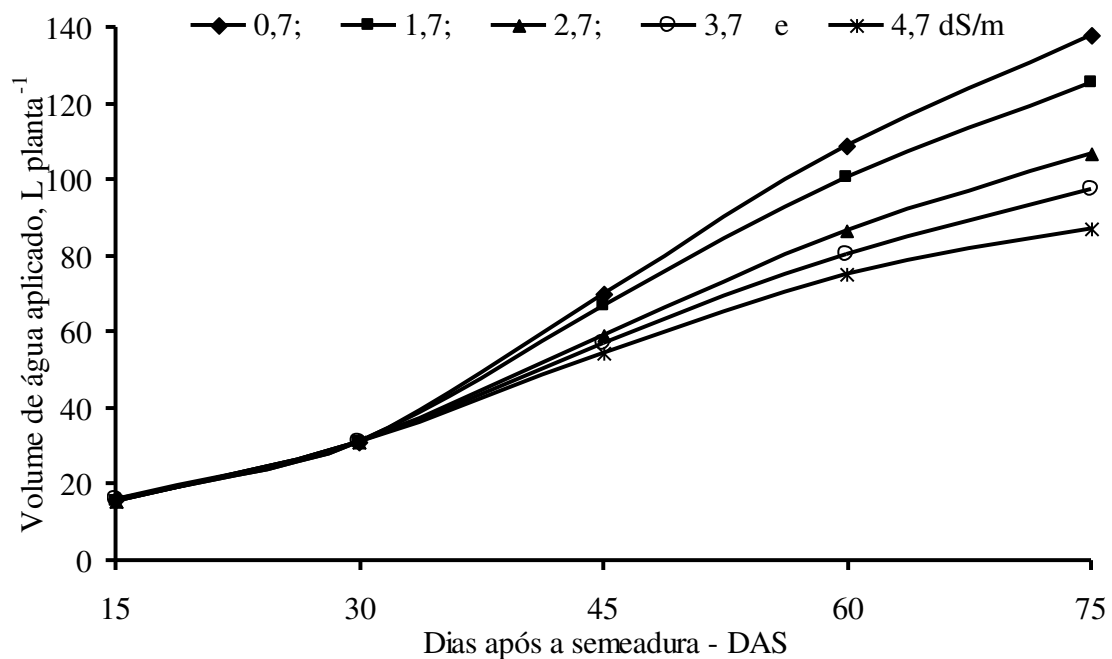
**Tabela 2.** Resumo das análises de variância para volume de água aplicado, volume de água drenado e volume de água consumido pela cultura do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a semeadura, em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. Campina Grande - PB, 2013.

| Fonte de Variação               | GL | Quadrados médios   |                    |                     |                      |                      |
|---------------------------------|----|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                                 |    | 15                 | 30                 | 45                  | 60                   | 75                   |
| -----DAS-----                   |    |                    |                    |                     |                      |                      |
| <b>Volume de água aplicado</b>  |    |                    |                    |                     |                      |                      |
| Salinidade (S)                  | 4  | 0,10 <sup>ns</sup> | 0,05 <sup>ns</sup> | 660,25**            | 2991,21**            | 6399,32**            |
| Reg. Linear                     | 1  | -                  | -                  | 2496,96**           | 11599,64**           | 25193,46**           |
| Nitrogênio (N)                  | 4  | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,14 <sup>ns</sup> | 15,85 <sup>ns</sup> | 95,17 <sup>ns</sup>  | 270,98 <sup>ns</sup> |
| Interação S x N                 | 16 | 0,49 <sup>ns</sup> | 0,77 <sup>ns</sup> | 28,68 <sup>ns</sup> | 140,24 <sup>ns</sup> | 284,62 <sup>ns</sup> |
| Resíduo                         | 50 | 0,90               | 2,06               | 31,30               | 123,91               | 371,80               |
| Total                           | 74 | -                  | -                  | -                   | -                    | -                    |
| CV (%)                          |    | 6,00               | 4,63               | 9,10                | 12,33                | 13,97                |
| <b>Volume de água drenado</b>   |    |                    |                    |                     |                      |                      |
| Salinidade (S)                  | 4  | 0,25 <sup>ns</sup> | 0,84 <sup>ns</sup> | 6,56 <sup>ns</sup>  | 1,93 <sup>ns</sup>   | 14,22*               |
| Reg. Linear                     | 1  | -                  | -                  | -                   | -                    | 52,37**              |
| Nitrogênio (N)                  | 4  | 0,15 <sup>ns</sup> | 0,81 <sup>ns</sup> | 1,99 <sup>ns</sup>  | 1,19 <sup>ns</sup>   | 2,37 <sup>ns</sup>   |
| Interação S x N                 | 16 | 0,77 <sup>ns</sup> | 2,72 <sup>ns</sup> | 3,74 <sup>ns</sup>  | 4,04 <sup>ns</sup>   | 5,53*                |
| Resíduo                         | 50 | 0,63               | 1,94               | 2,82                | 2,38                 | 2,76                 |
| Total                           | 74 | -                  | -                  | -                   | -                    | -                    |
| CV (%)                          |    | 34,68              | 29,80              | 26,43               | 13,33                | 12,33                |
| <b>Volume de água consumido</b> |    |                    |                    |                     |                      |                      |
| Salinidade (S)                  | 4  | 0,63 <sup>ns</sup> | 0,96 <sup>ns</sup> | 791,38**            | 2896,84**            | 5855,21**            |
| Reg. Linear                     | 1  | -                  | -                  | 2954,82**           | 11169,29**           | 22948,08**           |
| Nitrogênio (N)                  | 4  | 0,21 <sup>ns</sup> | 0,73 <sup>ns</sup> | 24,90 <sup>ns</sup> | 100,71 <sup>ns</sup> | 261,32 <sup>ns</sup> |
| Interação (S x N)               | 16 | 1,06 <sup>ns</sup> | 2,63               | 44,52               | 139,87 <sup>ns</sup> | 269,88 <sup>ns</sup> |
| Resíduo                         | 50 | 0,92               | 5,38               | 44,62               | 127,37               | 244,34               |
| Total                           | 74 | -                  | -                  | -                   | -                    | -                    |
| CV (%)                          |    | 10,24              | 8,79               | 12,12               | 14,33                | 15,37                |

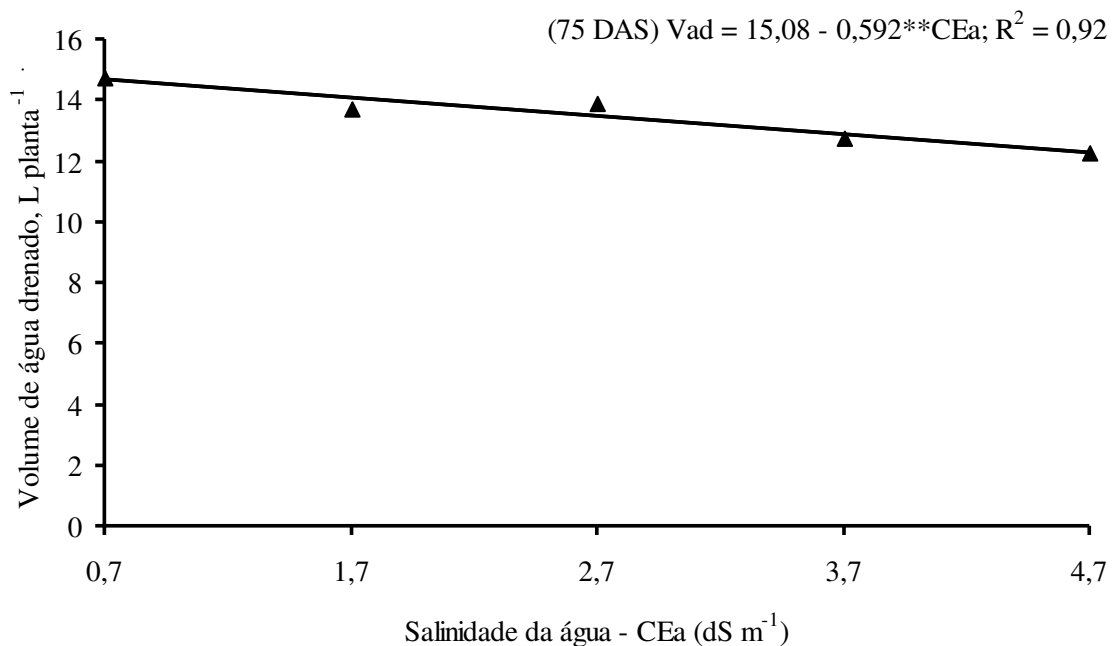
GL grau de liberdade; CV coeficiente de variação; \*\*significativo a 0,01 de probabilidade; \*significativo a 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo



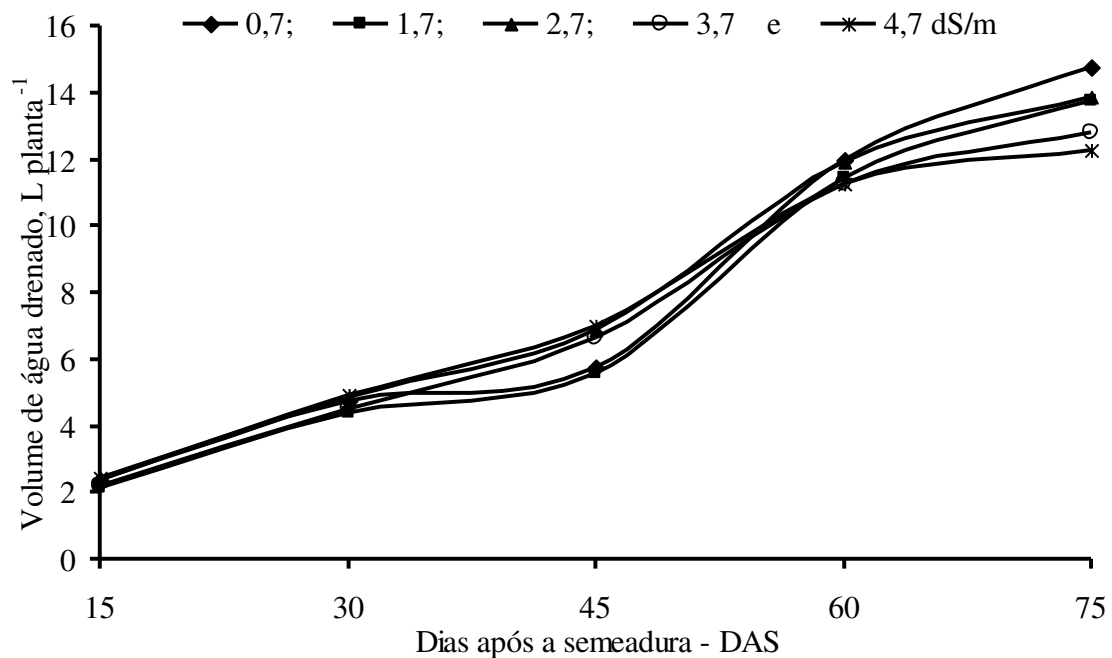
**Figura 1.** Volume de água aplicado do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 45, 60 e 75 dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.



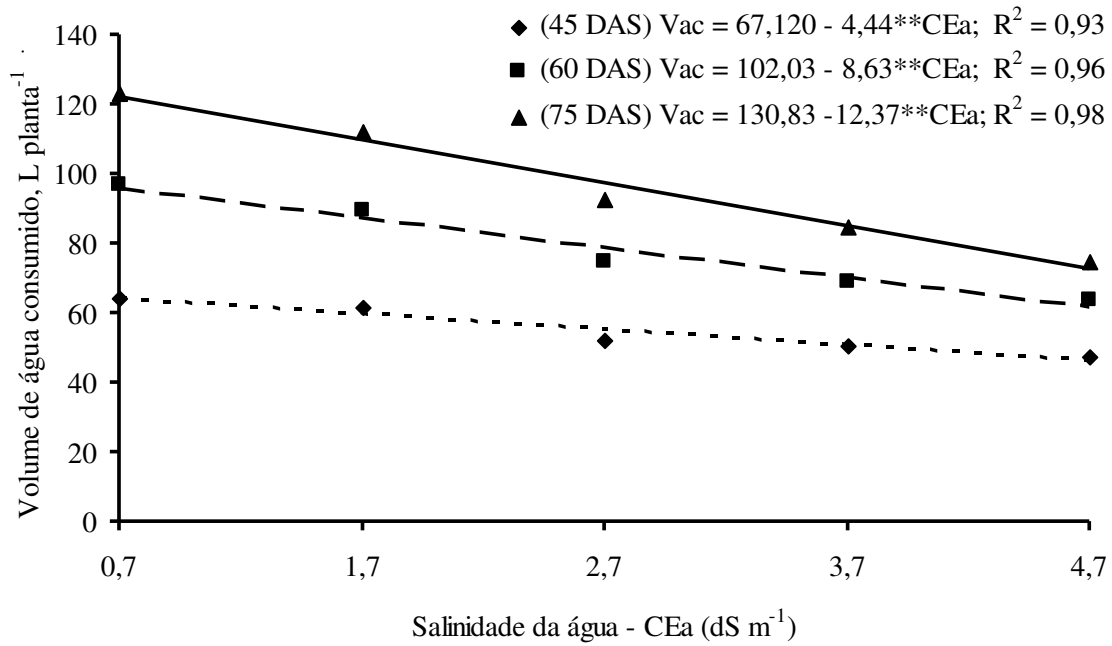
**Figura 2.** Evolução do volume de água aplicado do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.



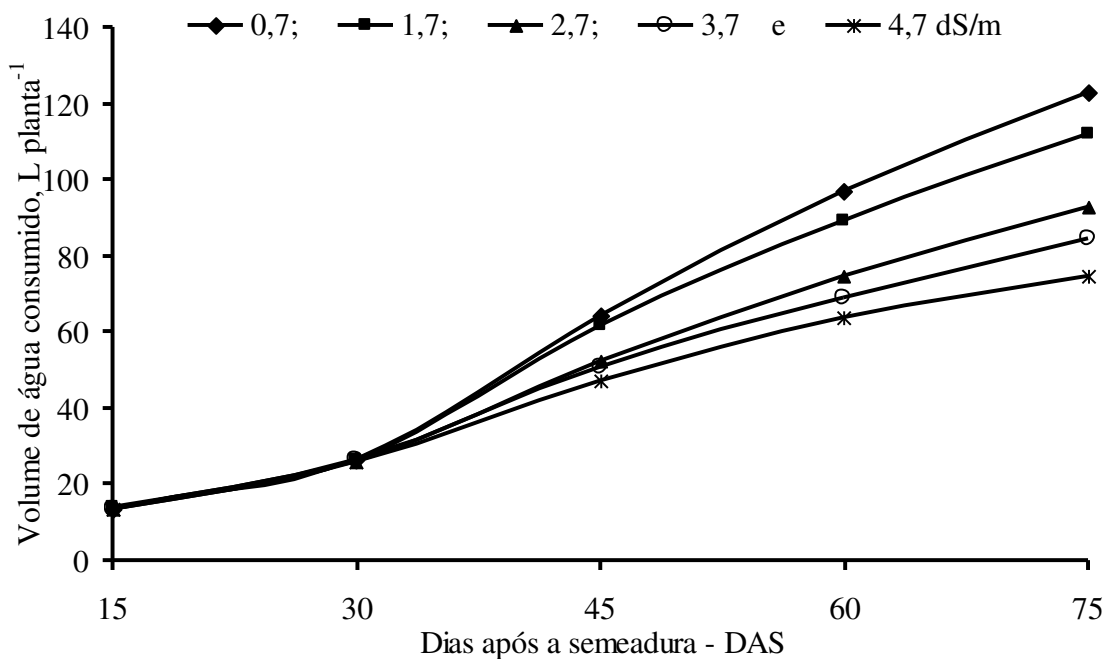
**Figura 3.** Volume de água drenado do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 75 dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.



**Figura 4.** Evolução do volume de água drenado do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.



**Figura 5.** Volume de água consumido do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em função da salinidade da água de irrigação aos 45, 60 e 75 dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.



**Figura 6.** Evolução do volume de água consumido do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000, em diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em função dos dias após a semeadura. Campina Grande-PB, 2013.