



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

FERNANDA JÉSSICA BEZERRA DE SOUSA

**DESENVOLVIMENTO DO GIRASSOL ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* cultivar
Anão de Jardim) EM SUBSTRATO COM HIDROGEL IRRIGADO COM ÁGUA
SALINA**

FORTALEZA

2019

FERNANDA JÉSSICA BEZERRA DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO DO GIRASSOL ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* cultivar Anão de Jardim) EM SUBSTRATO COM HIDROGEL IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Solo.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez.

Área de Concentração: Salinidade do solo e da água.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S696d Sousa, Fernanda Jéssica Bezerra de.
Desenvolvimento do Girassol Ornamental (*Helianthus annuus* cultivar Anão de Jardim) em substrato com hidrogel irrigado com água salina. / Fernanda Jéssica Bezerra de Sousa. – 2019.
45 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez.
1. polímero hidrorretentor. 2. frequência de irrigação. 3. salinidade. I. Título.
- CDD 631.4
-

FERNANDA JÉSSICA BEZERRA DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO DO GIRASSOL ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* cultivar Anão de Jardim) EM SUBSTRATO COM HIDROGEL IRRIGADO COM ÁGUA SALINA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Área de Concentração: Salinidade do solo e da água.

Aprovado em 31/10/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª. Dra. Maria Eugenia Ortiz Escobar
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. David Correia dos Anjos
Universidade Estácio de Sá

A Deus.

À minha mãe, Francisca Maria Bezerra da
Silva.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter garantido coragem, saúde, proteção e ter me iluminado nas minhas escolhas.

A minha mãe, Francisca Maria Bezerra da Silva, maior incentivadora do meu êxito profissional e meu exemplo de mulher que não desiste frente às adversidades impostas pela vida.

Ao professor Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, pela orientação, paciência e generosidade, colaborando para minha formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias, um docente que passei a admirar pela sua experiência e grandeza ao compartilhar seus conhecimentos nas disciplinas lecionadas por ele e na disponibilidade em ajudar na utilização do software estatístico.

Ao corpo docente do Departamento de Ciência do Solo, em específico aqueles que foram meus professores, por todos os princípios e conhecimentos difundidos durante o mestrado.

Aos primorosos técnicos Crisanto Dias Teixeira, Fátima Rego Da Silva, Deyse de Souza Maia e Francisco José da Silva e funcionários da FUNCEME pela assistência técnica durante os trabalhos de campo e laboratório.

Aos secretários José Edilson Dote, Marilene Bezerra Acioly e Camile Braide Romero, por sempre auxiliar os estudantes nas questões burocráticas.

A Prof. Dra. Maria Eugenia Ortiz Escobar e ao Prof. Dr. David Correia dos Anjos, por aceitarem participar como banca avaliadora e suas contribuições para o presente trabalho.

A Universidade Federal do Ceará, ao Centro de Ciências Agrárias e ao Departamento de Ciência do Solo pela estrutura física (salas de aula, laboratórios e material multimídia) concedida aos discentes e que oportuniza a pesquisa científica.

Ao CNPQ pelo aporte financeiro concebido através da bolsa e o PROAP pelo auxílio financeiro nos custos durante o desdobramento do experimento.

A vigente pesquisa contou com a assistência do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

RESUMO

A produção de girassol cultivado para flor de corte tem grande potencial comercial no Brasil, devido suas características, como, ampla adaptação aos diferentes ambientes. Mas o sucesso desta atividade dependente de alguns fatores como a quantidade e a qualidade da água de irrigação, afetando as plantas tanto numa situação de estresse hídrico como no salino. Na busca por possibilidades para atenuação destes efeitos sobre os vegetais, objetivou-se neste estudo investigar os efeitos da combinação do polímero absorvente, turno de rega e salinidade da água de irrigação no estabelecimento do girassol ornamental cv. Anão-de-Jardim. A pesquisa foi conduzida na cidade de Fortaleza- Ceará no período de janeiro a março de 2019, em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, usando como substrato uma mistura de solo Argissolo Vermelho-Amarelo e composto orgânico, utilizados na proporção 2:1, respectivamente. Os tratamentos foram dispostos num delineamento inteiramente aleatorizado num esquema fatorial 2x6x2, em que estão associados, a ausência e presença de hidrogel no substrato, seis condutividades elétricas da água de irrigação (0,4; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS/m) e dois turnos de rega (diariamente e intervalo de dois dias). Os efeitos dos fatores foram estudados nas seguintes variáveis: altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa da matéria seca da parte aérea, massa da matéria seca do capítulo, massa da matéria seca total e diâmetros interno e externo do capítulo. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e para os dados quantitativos foram realizados estudos de regressão. Pelos resultados, a irrigação diária estimulou o crescimento das plantas. O aumento do teor de sais da água de irrigação afetou de forma linear e decrescente todas as variáveis estudadas a partir de 0,4 dS/m. A presença do hidrogel no substrato favoreceu o crescimento das plantas de girassol ornamental cv. Anão-de-Jardim.

Palavas-chave: Polímero hidrorretentor. Frequência de irrigação. Condutividade elétrica. Salinidade.

ABSTRACT

The production of sunflower cultivated for cut flower has great commercial potential in Brazil, due to its characteristics, such as wide adaptation to different environments. But the success of this activity depends on some factors such as the quantity and quality of irrigation water, affecting the plants in both water and saline stress situations. In the search for possibilities for attenuation of these effects on plants, this study aimed to investigate the effects of the combination of absorbent polymer, irrigation shift and salinity of irrigation water on the establishment of ornamental sunflower cv. Anão-de-Jardim. conducted in the city of Fortaleza- Ceará from January to March 2019, in a greenhouse of the Department of Soil Science, Center of Agrarian Sciences of the Federal University of Ceará, using as a substrate a mixture of Ultisols soil and organic compost, used in a 2: 1 ratio, respectively. The treatments were arranged in a completely randomized design in a 2x6x2 factorial scheme, in which the absence and presence of hydrogel in the substrate, six electrical conductivities of irrigation water (0.4; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 and 5.0 dS / m) and two watering shifts (daily and two-day interval). The effects of the factors were studied in the following variables: height, stem diameter, number of leaves, dry matter mass of the shoot, chapter dry matter mass, total dry matter mass and internal and external diameters of the chapter. All results were submitted to analysis of variance, means compared to Tukey test at 5% probability level and for quantitative data regression studies were performed. From the results, daily irrigation stimulated plant growth. The increase of the irrigation water salt content affected linearly and decreasing all the studied variables from 0.4 dS / m. The presence of the hydrogel in the substrate favored the growth of the ornamental sunflower cv. Anão-de-Jardim.

Keywords: Water retention polymer. Irrigation frequency. Electrical conductivity. Salinity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pragas observadas durante o experimento, lagarta (A) e cochonilha branca (Planococcus citri) (B)	25
Figura 2 – Pulverização manual com DECIS 25 EC	25
Figura 3 -- Valores de altura, diâmetro do caule e número de folhas em função do substrato (0 e 2 g de hidrogel /vaso) (A), (B) e (C) e em função da frequência de irrigação (diária e a cada dois dias), (D), (E) e F).....	30
Figura 4 – Altura (A), diâmetro do caule (B) e número de folhas (C) em função das condutividades da água de irrigação associado a doses do hidrogel (0 e 2 g/vaso) e frequências de irrigação (diária e a cada dois dias).....	33
Figura 5 – Valores de massa de matéria seca da parte aérea, massa da matéria seca do capítulo e massa da matéria seca total em função do substrato (0 e 2 g/hidrogel/ vaso) (A), (B) e (C) e em função da frequência de irrigação (diária e a cada dois dias), (D), (E) e F).....	35
Figura 6 – Massa da matéria seca da parte aérea (A), do capítulo (B) total (C) em função das condutividades da água de irrigação associado ao hidrogel (0 e 2g/vaso) e frequências de irrigação (diária e a cada dois dias).....	38
Figura 7 – Valores de diâmetro interno e diâmetro externo do capítulo em função do substrato (0 e 2g/hidrogel/vaso) (A) e (C) e em função da frequência de irrigação (diária e alternada), (B) e (D)	39
Figura 8 – Diâmetro interno (A) e diâmetro externo do capítulo (B) em função das condutividades da água de irrigação associado ao hidrogel (0 e 2g/vaso) e frequências de irrigação (diária e a cada dois dias)	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis utilizadas para estudos da qualidade de água para irrigação	18
Tabela 2 – Descrição dos tratamentos do experimento.	21
Tabela 3 – Análise química do substrato utilizado no experimento	22
Tabela 4 – Quadrados médios da análise de variância para as variáveis das plantas de girassol ornamental cultivar Anão-de-Jardim aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (S), hidrogel (H) e frequência de irrigação (F).....	27
Tabela 5 – Quadrados médios da regressão da salinidade para as variáveis das plantas de girassol ornamental cultivar Anão- de –Jardim aos 55 dias após a semeadura	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Considerações gerais sobre o girassol ornamental	12
2.2	O uso dos polímeros hidroabsorventes na agricultura	14
2.3	Qualidade da água de irrigação	15
2.4	As consequências dos estresses múltiplos no desenvolvimento das plantas	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Local de instalação do experimento de campo	21
3.2	Estrutura e delineamento experimental	21
3.3	Características do Substrato	22
3.4	Preparo das águas salinas utilizadas na irrigação	22
3.5	Cultivar de girassol utilizada	23
3.6	Hidrogel utilizado	23
3.7	Condução do experimento	23
3.8	Variáveis biométricas analisadas	25
3.9	Análises estatísticas	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas	28
4.2	Massa da matéria seca da parte aérea, massa da matéria seca do capítulo e massa da matéria seca total	34
4.3	Diâmetros interno e externo do capítulo	39
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O emprego do girassol como flor de corte vem alcançando êxitos no mercado da floricultura devido suas características como época de semeadura que pode ser ampla, adequando-se as exigências do setor e sua boa adaptação aos diferentes climas podendo tolerar temperaturas baixas e períodos de estresse hídrico.

Outro fator que influi diretamente na consolidação desta atividade é a qualidade da água de irrigação, que nos últimos anos devido às secas, vem sendo comprometida, forçando muitos agricultores a irrigarem seus cultivos com menor frequência ou utilizar água de baixa qualidade, como as salinas. Entretanto para que a adoção destas práticas não comprometa a rentabilidade da produção vegetal fazem-se necessários estudos científicos que demonstrem suas consequências sobre o desenvolvimento das plantas.

Diante do exposto, a aplicação de hidrogeis vem se consolidando como uma das medidas mais fáceis e econômicas para a preservação da água e a redução do estresse induzido pelos sais. Esses polímeros hidrorretentores podem rapidamente absorver quantidades significativas de água, a qual é gradualmente liberada e disponibilizada para os vegetais.

Assim a presente pesquisa buscou estudar se a utilização do polímero mitiga os efeitos da salinidade da água de irrigação na produção de no girassol ornamental cv. Anão-de-Jardim. Ainda, investigar o efeito do polímero frente a diferentes frequências de irrigação e avaliar a sintomatologia visual e a sobrevivência da espécie ornamental em estudo durante todo o período experimental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre o girassol ornamental

Originário da América do Norte, o girassol (*Helianthus annuus L.*), chegou à Europa ainda no século XVI, onde foi cultivado como planta ornamental em pequenas áreas e residências (ROSSI, 1998). Tempos depois, na Rússia, a espécie foi melhorada, tornando-se uma cultura expressiva no país, em seguida foi introduzida nos Estados Unidos e difundida para vários países para a produção de grão e biodiesel (DALLAGNOL; VIEIRA, LEITE, 2005). No começo do século XXI, o interesse pelo girassol como uso ornamental ressurgiu, com o desenvolvimento de cultivares especialmente para este fim, oferecendo assim, a possibilidade de cultivo para flor de vaso ou corte. Ultimamente, sua produção como flor de corte vem crescendo por causa das suas características de rusticidade que lhes confere uma boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, durabilidade pós-colheita, facilidade de propagação e de manejo e pelo elevado valor estético de sua inflorescência (ALVES et al., 2014; CURTI et al., 2012; SCHOELLHORN; EMINO; ALVAREZ, 2003).

O girassol é uma planta herbácea, anual, pertencente à família Asteraceae com sistema radicular pivotante que pode atingir até 2 metros de profundidade, sendo bastante ramificado na camada superficial do solo. Seu caule assume a forma de haste única podendo alcançar até dois metros de altura (CASTIGLIONI et al, 1997; LORENZI; SOUZA, 2001). Possui inflorescência tipo capítulo que surge nas gemas apicais quando a planta é unicapitulada ou nas gemas laterais em plantas multicapituladas. O capítulo possui flores estéreis e lígulas, pois possuem pétalas fundidas que formam uma corola ligulada, com a função biológica de atrair polinizadores e as flores férteis ficam no centro do capítulo e são chamadas de tubulares, constituídas de ovários, são sépalas modificadas, estilete e estigma (COUTINHO; SOUSA; TSUTSUMI, 2015; RODRIGUES et. al., 2012).

Comumente, as inflorescências de girassol apresentam cor amarelada, mas devido às exigências do mercado consumidor, há atualmente uma diversidade de cultivares, cujos capítulos variam em tons de ferrugem, vinho, rosa, rosa claro, amarelo com mesclas alaranjadas e amarelo limão apresentando discos escuros ou claros (OLIVEIRA; CASTIGLIONI, 2003). No mercado de ornamentações, capítulos pequenos são mais aceitos, devido à sua delicadeza, que não deformam os arranjos por conta do seu peso. O diâmetro do capítulo varia de 10 a 40 centímetros, dependendo da cultura e das condições ambientais, bem como da interação entre estes fatores (CURTI 2010).

Nesse contexto, há uma variedade imensa de cultivares disponíveis no mercado, de cores e formatos variados e exigências agronômicas diferentes. Entre as mais estudadas para flor de corte estão: ‘Sol noturno’, ‘Sol vermelho’, ‘Anão-de-Jardim’, ‘Sunbright’, ‘Sunrichorange’, ‘Sunrich Lemon’ e ‘Multi sol’, (AHMAD; DOLE; NELSON, 2012; ANDRADE et al., 2012; SANTOS JÚNIOR et al., 2016; SILVA et al., 2016).

De acordo com RODRIGUES et al. (2012), as cultivares de girassol ornamental para corte adaptam-se às condições variáveis de temperatura, desenvolvendo-se bem em regiões de clima temperado, subtropical e tropical, sendo que, quando a insolação é direta, as plantas apresentam maior velocidade de crescimento. Para Castro e Farias (2005), a faixa de temperatura ótima para o crescimento e desenvolvimento da espécie, é de 20 a 25°C. Porém, o cultivo pode ser realizado sob amplitude térmica maior.

Um fator positivo na produção de girassol ornamental é o ciclo curto, permitindo rápido retorno do investimento ao produtor (ANEFALOS; GUILHOTO, 2003; CURTI, 2010). A duração do ciclo vegetativo, dependendo dos fatores ambientais da região e das condições de cultivo (MELLO et al., 2006). Geralmente é cultivado em campo a pleno sol, quando o objetivo é obter flores de corte ou em ambiente protegido para produção em vaso (GOMES et al., 2015; RODRIGUES et al., 2012; SOUZA et al., 2010).

Recentes pesquisas têm demonstrado também a possibilidade do cultivo hidropônico (ALVES et al., 2014; MACIEL et al., 2012; SANTOS JÚNIOR et al., 2016), contudo, deve-se tomar cuidados com o estresse salino, elemento que pode ser causado pela solução, pois embora a cultura tenha relativa tolerância à salinidade, em condições de cultivo sem solo o espaço de ocupação das raízes é restrito e a lixiviação é insuficiente, assim, os sais podem se acumular nos tecidos radiculares e causar prejuízos para a planta (SONNEVELD et al., 1999). Rodrigues (2012), o cultivo a céu aberto produz resultados melhores com relação à inflorescência e diâmetro da haste, concordando com os resultados encontrados por Nascimento et al. (2016) quando avaliaram o desenvolvimento do girassol ornamental sob diferentes tipos de sombreamento.

Mediante o exposto, o girassol ornamental pode ser uma alternativa para o mercado de floricultura, uma vez que o mesmo possui grande potencial de implantação e expansão. Para Pivetta et al., (2012), o sucesso da produção de determinada cultura, começa com a escolha de uma cultivar adaptada às condições climáticas de cada região, dessa forma, estudos que avaliem o desempenho agronômico dessa cultura quando submetidos às condições ambientais do local de cultivo, são essenciais. Estes estudos devem abranger não apenas os aspectos, produção, mas também os fisiológicos e de pós-colheita.

2.2 O uso dos polímeros hidroabsorvente na agricultura

Os hidrogéis, também conhecidos como polímeros hidroabsorventes ou géis hidrorretentores, são capazes de absorver e reter grande quantidade de água e/ou fluídos biológicos, isso ocorre devido à constituição do seu material (AOUADA et al., 2009).

Atualmente, muitos trabalhos agrônômicos têm sido feitos, pontuando o hidrogel como sendo um composto com diferentes finalidades, nos vários ramos da agricultura brasileira. Para Aouada et al., 2009, os hidrogéis são como sistemas hidrofílicos formados por dois ou mais componentes unidos por ligações covalentes e/ou eletrostáticas dispostas em uma ou mais redes tridimensionalmente estruturadas envoltas por moléculas de um determinado solvente, geralmente água. Devido a isso, os polímeros hidroabsorventes podem ser utilizados na atividade agrícola como condicionadores de solo, aumentando a capacidade de armazenamento de água e retenção de nutrientes, reduzindo o número de irrigações, a perda de nutrientes e custos de produção (SAAD et al., 2009).

Ahmed (2015) classifica os hidrogéis agrícolas, de acordo com as seguintes características: origem ou base (natural ou sintética), composição polimérica (hidrogéis poliméricos de interpenetração multipolimérica), tipo de ligações da rede polimérica (químicas ou físicas), aparência física (matriz, filme ou microesfera) e carga elétrica da rede (não-iônico, iônico, anfótero ou poli-betainicos). Entretanto, de acordo com as características inerentes para cada tipo de hidrogel, podem ocorrer modificações quando há alteração das propriedades físicas (temperatura, campo elétrico, campo magnético, iluminação, pressão, som) e químicas (pH, força iônica, composição do solvente e espécie molecular).

Na visão de Lima & Souza (2011), os hidrogéis mais utilizados na agricultura brasileira são os sintéticos, compostos essencialmente por monômeros derivados do ácido acrílico denominados de acrilamida, que, juntas, formam o polímero poliacrilamida. No entanto, hidrogéis a base de argilominerais, tais como montmorilonita, vermiculita e caulim, além de advindos de fontes naturais, vêm também despertando interesse, principalmente, por apresentarem vantagens quanto ao baixo custo e diminuição de riscos de contaminação ambiental (BRITO et al., 2013; SABADINI, 2015). Entretanto, hidrogéis preparados a partir de componentes naturais podem apresentar propriedades mecânicas não satisfatórias quanto a sua capacidade hidrorretentora (BERTOLIN et al., 2012; SABADINI, 2015).

Muitos estudos acerca do uso de hidrogéis nos vários ramos da agricultura a respeito da sua utilização, característica do produto e dos seus já comprovados efeitos

benéficos vêm crescendo nos últimos anos nas diferentes regiões do Brasil e do mundo (AHMED, 2015; NAVROSKI et al., 2015 a).

Isso posto, percebemos que os efeitos positivos acerca do uso de hidrogel foram observados em diversas culturas, como: o coentro em Pernambuco (ALBUQUERQUE FILHO et al., 2009), citros, em Minas Gerais (FERREIRA et al., 2014), e eucalipto, no Rio Grande do Sul (NAVROSKI et al., 2015 b). Contudo, a utilização desses polímeros hidrorretentores é preferencialmente indicada para regiões com baixa disponibilidade de água ou longos períodos de estiagem, ocasião em que a baixa umidade do solo afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (AZEVEDO et al., 2002).

Além disso, ocorre a diminuição da sua funcionalidade quando na presença de sais na solução utilizada, limitando sua capacidade de retenção de água (GERVÁSIO; FRIZZONE, 2004).

Em relação à questão comercial, os hidrogéis são adquiridos na forma de pó em diferentes granulometrias e diferentes indicações quanto ao uso, conforme recomendações dos fabricantes. A utilização desses polímeros no solo ou substrato segue basicamente duas formas quanto à recomendação: a aplicação direta dos grânulos nos substratos para posterior umedecimento com água (LIMA et al., 2011) e aplicação do gel já hidratado nos locais de cultivo ou no sistema radicular por imersão (DRANSKI et al., 2013).

De posse dos resultados encontrados nos diversos segmentos da agricultura, observa-se que a utilização do polímero vem crescendo significativamente nos últimos anos na agricultura brasileira, apontando grande potencial de utilização na agricultura local em função da consolidação de suas benfeitorias para as culturas.

2.3 Qualidade da água de irrigação

Ao se trabalhar com a agricultura irrigada, se faz necessário conhecer alguns aspectos da água que vai ser utilizada durante a irrigação. Isso por que esse tipo de agricultura exige alguns conhecimentos no que tange a qualidade e a quantidade de água que está sendo utilizada. O critério qualidade tem sido desprezado devido ao fato de no passado as fontes de água, no geral, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização. Porém, em muitos lugares essa situação vem se alterando, principalmente em regiões onde historicamente já existe escassez de chuvas. O uso intenso de grande parte da água de boa qualidade implica que, tanto para projetos que virão, quanto para os antigos que necessitam de águas adicionais, tem-se que se recorrer à água de qualidade inferior (AYERS & WESTCOT, 1999).

À medida que se aplica água em uma cultura, mesmo de boa qualidade, são incorporados ao solo quantidades apreciáveis de sais ao solo. No que diz respeito às espécies vegetais, os efeitos da salinidade são diferentes, variando entre espécies e entre genótipos de uma mesma espécie. Essa diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas espécies, sendo capazes de adquirir nutrientes e utilizar-los na síntese de compostos orgânicos. Essa variabilidade genérica é muito útil entre as plantas, por permitir a seleção de espécies e cultivares mais tolerantes e capaz de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, em condições de salinidade (AYERS & WESTCOT, 1999).

O principal efeito da salinidade é de natureza osmótica, podendo afetar diretamente o rendimento das culturas. A sodicidade se refere ao acúmulo gradativo do sódio no solo proveniente da água de irrigação, tendendo a elevar a porcentagem de sódio trocável (PST) no solo. Já a toxicidade diz respeito ao efeito específico de certos íons sobre as plantas, afetando o rendimento, independente do efeito osmótico. A excessiva salinidade reduz o desenvolvimento das plantas devido ao aumento de energia que estas precisam desprender para absorver água do solo e os ajustamentos bioquímico necessário para sobreviver sob estresse salino (RHOADES et al., 2000).

As características básicas para avaliação da qualidade da água para irrigação são: acidez (pH), condutividade elétrica (CEa), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+), potássio (K^+), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), boro (B), total de sólidos dissolvidos (TSD) e relação de adsorção de sódio (RAS) (BERNARDO, 1995; HOLANDA & AMORIM, 1997).

Existem diversos modelos para a classificação de qualidade de água, sendo o mais utilizado o proposto pela UCCC (University of California Committee of Consultants) apresentada por Ayers & Westcot (1999), que avalia a qualidade da água em função da CE (salinidade) e RAS (permeabilidade) entre outros parâmetros. Este modelo classifica a água em função das restrições que cada característica discutida possa exercer na condução adequada da agricultura irrigada.

As águas são divididas em quatro classes, segundo sua condutividade elétrica (CE), ou seja, em função de sua concentração total de sais solúveis:

C1 - Água com salinidade baixa (CE entre 0 e 0,25 dS m^{-1} a 25°C)

Pode ser usada para irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade. Alguma lixiviação é necessária, mas isso ocorre nas práticas normais de irrigação, à exceção dos solos com permeabilidade extremidade baixa.

C2 - Água com salinidade média (CE entre 0,25 e 0,75 dS m^{-1} a 25°C)

Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle da salinidade.

C3 - Água com salinidade alta. (CE entre 0,75 e 2,25 dS m⁻¹ a 25°C)

Não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem. Mesmo nos solos com drenagem adequada, pode-se necessitar de práticas especiais para o controle da salinidade. Pode ser usada somente para irrigação de plantas com boa tolerância aos sais.

C4 – Água com salinidade muito alta. (CE entre 2,25 e 5,00 dS m⁻¹ a 25°C)

Não é apropriada para irrigações sob condições normais, mas pode ser usada, ocasionalmente, em circunstâncias muito especiais. Os solos deverão ser muito permeáveis e com drenagem adequada, devendo ser aplicado excesso de água nas irrigações para ter boa lixiviação. A água somente deve ser usada em culturas tolerantes aos sais.

Os perigos de a água alcalinizar o solo são estudados pela relação de adsorção de sódio (RAS) associada aos efeitos depressivos dos sais sobre a capacidade de infiltração de água no solo como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas para estudos da qualidade da água para irrigação

Variável	Restrição da água		
	Nenhuma	Ligeira - moderada	Severa
Salinidade			
CEa (dS m ⁻¹)	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
STD (mg L ⁻¹)	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltração de água do solo:			
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}		CEa dS m ⁻¹	
0 – 3	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
3 – 6	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
6 – 12	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
12 – 20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
20 – 40	> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
Toxidez específica:		mmol _c L ⁻¹	
Sódio:			
a) Irrigação por superfície	< 3	3 - 9	> 9
b) Irrigação por aspersão	< 3	>3	
Cloreto:			
a) Irrigação por superfície	< 4	4 - 10	> 10
b) Irrigação por aspersão	< 3	> 3	
Bicarbonato	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
		mg L ⁻¹	
Boro	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Nitrogênio	<5,0	5,0 - 30,0	> 30,0
pH		Faixa normal 6,5 - 8,4	

Fonte: Ayers & Westcot (1999); STD - Sólidos totais dissolvidos; CEa = condutividade elétrica da água de irrigação.

2.4 As consequências dos estresses múltiplos no desenvolvimento das plantas.

Cabe aqui destacar que os estresses múltiplos possuem grande responsabilidade pela diferença entre potencial de produtividade e produção observadas ao nível de produção/lavoura. Nesse contexto, destacam-se os principais grupos de estresses abióticos podem ser listados como:

- a) Estresse de disponibilidade hídrica (seca, encharcamento, deficiência de oxigênio);
- b) Estresses nutricionais (dependentes de propriedades químico-físicas dos solos – pH, CTR, mineralogia, presença de toxidez/deficiências minerais, impedimento ao desenvolvimento radicular);
- c) Temperatura (regime térmico).

As plantas que estão expostas a múltiplos estresses apresentam a formação de mudas, o crescimento, a produtividade e a qualidade de produção comprometidas. (COSTA et al., 2003).

Cita-se como exemplo o estresse salino onde determinados processos são danificados, tais como: síntese de proteínas, metabolismo de lipídios e fotossíntese. Inicialmente, uma das respostas é a redução da expansão da superfície foliar, acompanhada de uma intensificação do estresse (WANG; NIL, 2000). Este efeito promove redução nas concentrações de carboidratos, que são a base necessária para o desenvolvimento celular. As respostas biológicas a esta salinidade em plantas tem sido mais discutidas (MUNNS, 2005; EHRET, PLANT, 1999; ZHU, 2002).

Os mecanismos de tolerância aos sais podem ser simples ou extremamente complexos. Os meios mais simples envolvem alteração de algumas vias bioquímicas. Os mais complexos envolvem maior proteção do sistema respiratório e fotossintético, uso eficiente da água, manutenção da parede celular e cromossomos (MUNNS, 2002).

Ainda, na visão MUNNS; JAMES & LAUCHLI (2006), de forma indireta o menor crescimento das plantas, devido a salinidade, também tem sido atribuído à redução na absorção de alguns dos principais nutrientes, estando o cálcio (Ca) e o potássio (K), entre os mais bem documentados. Para sobreviverem ao estresse salino, às plantas utilizam vários mecanismos bioquímicos e fisiológicos. As rotas bioquímicas que aumentam a tolerância à salinidade, provavelmente agem aditivamente e sinergisticamente (IYENGAR; REDDY, 1996). Tais estratégias incluem o acúmulo seletivo ou a exclusão de íons, o controle na absorção dos íons e seu transporte para as folhas, a compartimentalização dos íons nas células

ou na planta como um todo, síntese de solutos compatíveis, mudanças na rota fotossintética, alteração na estrutura das membranas, indução de enzimas antioxidantes e hormônios vegetais (PARIDA, DAS & MITTRA, 2005).

Em se tratando do estresse hídrico, também abordado nos estudos agronômicos, (GLAZ; MORRIS & DAROUB, 2004), salienta que, sob condições de escassez hídrica, as variáveis de trocas gasosas, condutância estomática, transpiração e fotossíntese, podem apresentar alterações de forma distinta, variáveis conforme a espécie vegetal analisada, tanto por limitações difusivas de CO₂, bem como pelas limitações metabólicas.

Diante do exposto, e como é afirmado por Liu & Zhu (2008), há uma lacuna de conhecimento relacionado ao efeito associado de estresse hídrico e salino, desta forma necessita-se compreender o efeito interativo e a sua influência nos processos fisiológicos das plantas a fim de proporcionar um manejo eficiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de instalação do experimento de campo.

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, campus Prisco Bezerra, município de Fortaleza – CE. Está situada no litoral cearense, tendo as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 3°44' & e latitude 38°33' W.

Segundo a classificação de Köppen a região apresenta um clima do tipo Aw' (tropical chuvoso), possui pluviosidade média anual (2018) de 1320,5 mm, temperatura média de 27,3 °C e umidade relativa do ar de 77% (INMET, 2019).

3.2 Estrutura e delineamento experimental.

O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente aleatorizado no esquema fatorial 2 x 2 x 6, referentes a duas doses do polímero Forth Gel® (0 e 2 gramas/vaso), duas frequências de irrigação (diária e a cada dois dias) e seis condutividades elétricas da água de irrigação (0,4; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; e 5,0 dS/m), totalizando 24 tratamentos, com 4 repetições cada. (Tabela 2).

A unidade experimental foi constituída por um vaso plástico de 2,5 L de capacidade contendo 2,0 kg de substrato seco ao ar.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos do experimento.

Nº do tratamento	Dose de hidrogel (g/vaso)	Frequência de irrigação (dias)	Salinidade da água de irrigação (dS/m)
1	0	1	0,4
2			1
3			2
4			3
5			4
6			5
7	0	2	0,4
8			1
9			2
10			3
11			4
12			5
13	2	1	0,4
14			1
15			2
16			3
17			4
18			5
19	2	2	0,4
20			1
21			2
22			3
23			4
24			5

Fonte: Elaborada pela autora

3.3 Características do substrato

O substrato foi constituído da mistura de um solo Argissolo Vermelho – Amarelo coletado na camada de 0 – 20 cm, em área experimental do Setor de Hidráulica do Departamento de Engenharia Agrícola – UFC – Campus do Pici Prof. Prisco Bezerra em Fortaleza – CE e composto orgânico obtido na Horta Didática do referido campus, utilizados na proporção 2:1, respectivamente. Após as coletas, os materiais foram secos ao ar e à sombra. O solo passou numa peneira com abertura de malha de 2 mm enquanto no composto empregou-se uma de 4 mm para que fossem retirados materiais grosseiros. Uma amostra simples do substrato foi coletado para caracterização química quanto à fertilidade (pH, CE, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Na⁺, K⁺ e P) adotando as metodologias contidas em Teixeira et al (2017). A referida análise foi realizada pelo Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciência do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, situado na cidade de Fortaleza – CE (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise química do substrato utilizado no experimento.

pH (água)	P	K	Na	Ca	Mg	Al	C.E. (dS/m)
	(mg/dm ³)			(cmol/dm ³)			
6,9	1209	393	23	5,80	4,10	0	1,61

Fonte: Laboratório de Solos e Água da UFC.

3.4 Preparo das águas salinas utilizadas na irrigação

As águas salobras utilizadas no experimento foram obtidas pela adição dos sais de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂ .2H₂O) e cloreto de magnésio (MgCl₂ .6H₂O) na proporção de 7:2:1, respectivamente à água da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) que abastece a casa de vegetação, esta apresentava a condutividade elétrica de 0,4 dS/m. A partir desta foram acrescentadas quantidades crescentes desta solução a aproximadamente 8 a 10 litros da água da CAGECE, até chegar a condutividade elétrica desejada, seguindo os tratamentos.

3.5 Cultivar de girassol utilizado

O material vegetal examinado foi o girassol ornamental cultivar anão de jardim adquirido por meio da empresa “Isla Sementes”. Essa cultivar é apropriada para o cultivo em vaso e é classificada como de pequeno porte, pois sua altura comercial atinge 40 a 50 cm, em média. Possui inflorescências de cor amarela e um ciclo de no máximo 60 dias no verão. De acordo com o fabricante, as sementes são tratadas previamente com 0,18% de Mayran (Thiran 700 g/Kg) e 0,06% de Roural (Iprodione 500 g/Kg), ambos fungicidas.

3.6 Hidrogel utilizado

O hidrogel utilizado foi o Forth Gel®, copolímero de poliacrilato de potássio, usado nas concentrações de 0 e 2 g/vaso (dose recomendada pelo fabricante). Essas concentrações são referentes ao substrato seco. A mistura foi homogeneizada e posta nos vasos.

3.7 Condução do experimento

No dia 19 de janeiro de 2019, os 96 vasos plásticos com volume de 2,5 litros e 2 kg de substrato cada, foram preenchidos com uma tela no fundo para facilitar a drenagem e evitar a perda de material. Logo depois, em 48 unidades foram adicionados 2,0 gramas de hidrogel (a recomendação do fabricante era 1 g de produto /kg de substrato) que foi homogeneizado junto com o substrato. Nos 48 vasos, apenas o substrato (com dose 0 g de hidrogel).

Em seguida, os substratos de todos os vasos foram saturados utilizando a água da rede de abastecimento até que ocorresse a drenagem. Após este procedimento considerou-se que o solo se encontrava na capacidade de campo.

Ainda nesse mesmo dia foram postas 10 sementes de girassol em cada vaso. A germinação ocorreu três dias após o semeio. Foram realizados dois desbastes: o primeiro sete dias após a germinação, em 29 de janeiro de 2019, deixando seis plantas e outro no dia 05 de fevereiro de 2019, ficando quatro plantas por vaso e sendo mantidas até o final do ciclo do girassol.

Todos os vasos foram irrigados diariamente com a água proveniente da CAGECE até 20 dias após o plantio, para que a formação não fosse comprometida. Após este período

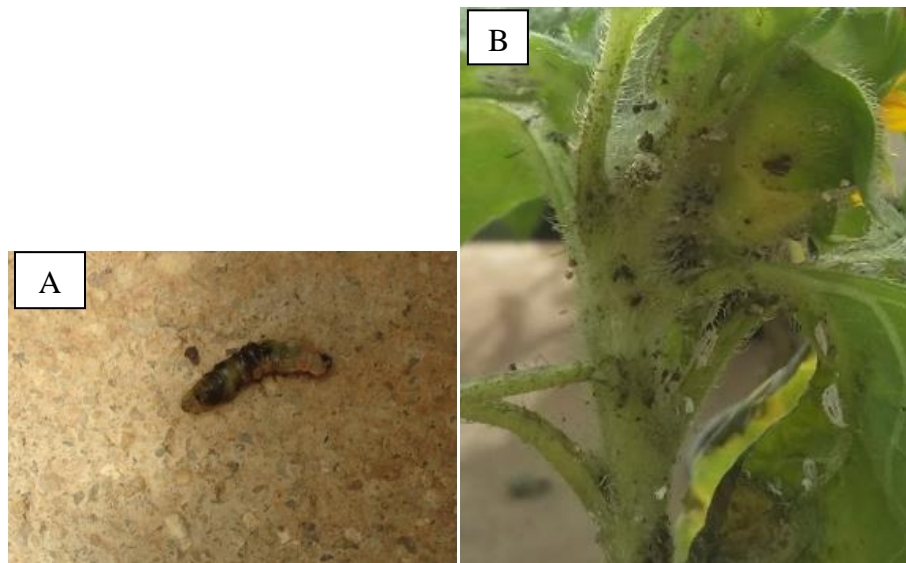
iniciou-se os tratamentos salinos irrigando-se os recipientes com as águas salobras de acordo com as condutividades elétricas estabelecidas (0,4; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 dS/m). Também foram iniciados os tratamentos de frequência de irrigação: diária e a cada dois dias. Estes tratamentos acima descritos foram mantidos por 35 dias, ocasião em que se deu por finalizado o experimento (55 dias).

Durante a condução na casa de vegetação foram realizadas duas adubações minerais com solução nutritiva nos dias 05 de fevereiro de 2019 e no dia 20 de fevereiro de 2019 para todos os tratamentos. Esta foi realizada de maneira parcelada, aos 15 dias e aos 30 dias após a germinação das plantas utilizando-se a solução proposta por Hoagland & Arnon (1950). Cada unidade experimental recebeu um total de 40 ml/vaso solução, correspondendo 168 mg de nitrogênio, 140 mg de fósforo, 118 mg de potássio, 80 mg de Ca, 48 mg de magnésio e 64 mg de enxofre e micronutrientes. Empregou-se como fontes: o nitrato de amônia (NH_4NO_3), nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de magnésio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), cloreto de potássio (KCl) e fosfato monoamônico (KH_2PO_4),

Observou-se neste período a ocorrência de lagartas, entretanto não foi realizado nenhum controle químico ou biológico, retirando-as manualmente (Figura 1A). Ainda manifestou-se a incidência de *Planococcus citri*, a cochonilha branca, desde os 30 dias após a germinação das plantas até o fim do ciclo (Figura 1B). Para evitar maiores danos nas folhas e caules do vegetal em estudo, realizou-se o controle químico com a pulverização manual do inseticida DECIS 25 EC (na dosagem de 1 ml do produto por 1 litro de água) a cada sete dias até o final do ciclo da planta para controle fitossanitário (Figura 2).

A formação do primeiro botão floral ocorreu 40 dias após o estabelecimento do experimento (numa planta que continha hidrogel em seu substrato e estava sob irrigação diária). O fim do ciclo se deu 55 dias após a montagem na casa de vegetação, após este tempo foram realizadas medidas biométricas no material vegetal e tudo fora levado, depois de criteriosamente identificado, ao laboratório.

Figura 1 – Pragas observadas durante o experimento, lagarta (A) e cochonilha branca (*Planococcus citri*) (B).



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 2– Pulverização manual com DECIS 25 EC.



Fonte:Elaborada pela autora

3.8 Variáveis biométricas analisadas

Ao final do experimento (55 dias após o plantio) nas plantas de cada unidade experimental foram determinados os seguintes fatores:

- Altura da parte aérea: Utilizou-se uma trena métrica graduada em centímetros, realizando-se a medida da altura de todas as plantas, desde base da planta (0,5 cm da superfície) até a inserção do capítulo;

- Diâmetro do caule: Com o auxílio de um paquímetro digital foi aferido a uma altura de 5 cm da superfície do solo. O valor foi obtido em milímetros;

- Número de folhas: O número de folhas foi obtido pela contagem a partir da base da planta até o ápice. Considerou-se no processo todas as folhas totalmente abertas.

- Diâmetro externo e interno do capítulo: Foram medidos com o auxílio de uma régua graduada. O valor foi expresso em centímetros.

- Massa da matéria seca da parte aérea, do capítulo e massa seca total: As plantas foram separadas em partes vegetativa e capítulo, sendo postas em sacos de papel kraft identificados de acordo com cada tratamento e secas a 65°C (em estufa com ar forçado até o peso constante (aproximadamente 72 horas). Depois, seguiram para balança digital, para que fossem pesadas. As medidas foram quantificadas em gramas.

3.9 Análises estatísticas

Os resultados de todas as variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Os efeitos principais e das interações quando significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$) foram submetidas ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com a finalidade de identificar a diferença entre as médias dos tratamentos.

O fator salinidade foi levado ao estudo da regressão, procurando harmonizar a equação do modelo matemático que apresentou melhor nível de significância e maior valor para o coeficiente de determinação (R^2). Todas as análises foram realizadas com o software SAS/STAT® versão 9.3 (SAS, 2012) e gráficos feitos com o Excel 2013.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância das variáveis biométricas estudadas e suas interações são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Quadrados médios da análise de variância para as variáveis das plantas de girassol ornamental cultivar Anão-de-Jardim aos 55 dias após a semeadura sob os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação (S), hidrogel (H) e frequência de irrigação (F).

Quadrados Médios									
Fonte de variação	GL	ALT ¹	DC ²	NF ³	MSPA ⁴	MSCAP ⁵	MST ⁶	DICAP ⁷ ▲	DECAP ⁸ ■
Hidrogel (H)	1	600,000**	6,186**	43,672**	10,713**	9,582*	14,484*	0,1770**	1,917**
Salinidade (S)	5	76,714 ^{ns}	0,535 ^{ns}	3,825 ^{ns}	1,328 ^{ns}	0,841 ^{ns}	13,281 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,189 ^{ns}
Freq. de irrigação (F)	1	2709,375**	6,949*	134,781*	35,465**	29,205*	193,830**	0,763**	4,445**
(H) x (S)	5	3,903 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,356 ^{ns}	0,147 ^{ns}	0,022 ^{ns}	7,380 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,007 ^{ns}
(H) x (F)	1	10,335 ^{ns}	0,747 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,523 ^{ns}	0,004 ^{ns}	11,254 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,137 ^{ns}
(S) x (F)	5	4,393 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,294 ^{ns}	0,174 ^{ns}	0,032 ^{ns}	6,243 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,007 ^{ns}
(H)x(S)x(F)	5	11,673 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,021 ^{ns}	0,231 ^{ns}	0,067 ^{ns}	6,251 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,024 ^{ns}
Resíduo	72	35,929	0,259	56,676	1,231	0,937	2,205	0,016	0,156
CV (%)		14,603	11,315	15,074	12,400	22,197	11,381	10,826	19,079
Média		41,046	4,500	16,205	8,948	4,360	13,047	1,187	2,075

ns,* e **: não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente;

1-Altura;2-Diâmetro do caule;3-Número de folhas;4-Massa da matéria seca da parte aérea;5-Massa da matéria seca do capítulo;6-Massa da matéria seca total; 7-Diâmetro interno do capítulo; 8-Diâmetro externo do capítulo.

▲ Dados transformados: multiplicados por 0,3;

■ Dados transformados: multiplicados por 0,5.

Na referida tabela verifica-se que apenas os efeitos principais da dose de hidrogel e frequência de irrigação apresentaram significância estatística ($0,01 \leq p \leq 0,05$), enquanto que o efeito da salinidade e as interações entre os fatores não foram significativos em nenhuma das variáveis.

Para verificar a tendência seguida pelas variáveis biométricas com os níveis de salinidade realizou-se a análise de regressão (Tabela 5).

Tabela 5 – Quadrados médios da regressão da salinidade para as variáveis das plantas de girassol ornamental cultivar Anão- de –Jardim aos 55 dias após a semeadura.

Quadrados médios da Regressão ⁹									
Fonte de variação	GL	ALT ¹	DC ²	NF ³	MSPA ⁴	MSCAP ⁵	MST ⁶	DICAP ⁷	DECAP ⁸
(H1)x(F1) ¹⁰	1	7,005**	0,068**	0,306**	0,144**	0,221**	0,730**	0,125**	1,017**
(H1)x(F2) ¹¹	1	63,755**	0,132**	4,490**	0,217**	0,303**	1,061**	0,076**	1,235**
(H2)x(F1) ¹²	1	29,750**	0,178**	1,339**	1,638**	0,452**	3,814**	0,590**	2,171**
(H2)x(F2) ¹³	1	9,657**	0,333**	0,275**	0,121**	0,098**	0,440**	0,014**	0,103**

ns,* e **: não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente;

1-Altura;**2**-Diâmetro do caule; **3**-Número de folhas;**4**-Massa da matéria seca da parte aérea; **5**-Massa da matéria seca do capítulo;**6**-Massa da matéria s seca total;**7**-Diâmetro interno do capítulo; **8**-Diâmetro externo do capítulo;

9-Refere-se às combinações entre hidrogel (0 e 2g/ vaso) e as frequências de irrigação (diária e a cada dois dias) associadas às condutividades elétricas;**10**-Ausência de hidrogel e frequência de irrigação diária; **11**-Ausência do hidrogel e frequência de irrigação alternada (2 dias); **12**- Presença do hidrogel e frequência de irrigação diária e **13**-Presença de hidrogel e frequência de irrigação alternada (2 dias).

4.1 Altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas.

A presença da dose de 2 gramas de hidrogel/vaso estimulou o crescimento em altura das plantas com ganho em 11% colacionando com o material que não incluía o polímero em seu substrato (Figura 3A).

Günes (2007), ao analisar o polímero na sobrevivência e crescimento de plantas de tomate sob estresse hídrico, obteve maiores médias de altura no material plantado em substrato contendo o polímero.

Entretanto Vale et al (2006) em seu estudo analisando o efeito do hidrogel sobre o desenvolvimento inicial das mudas de cafeeiro cultivar Catucaí, não encontrou diferenças significativas nas médias de altura das plantas quando utilizou as doses de 3 e 6 gramas/cova.

Para o diâmetro do caule a inclusão do hidrogel no substrato acarretou ganhos de 10% em comparação com o material que não teve este incremento (Figura 3B).

Ao recorrer-se a literatura científica para explicar este resultado, percebe-se que esta variável apresenta desempenhos distintos. Sousa et al (2013) examinando a aplicação do polímero hidrorretentor adicionado ao substrato na formação das mudas de *Anadenanthera peregrina*, encontrou maior diâmetro das mudas utilizando a dosagem de 4 g/L. Enquanto que Nomura et al (2019) estudando a influência do hidrogel na produção de mudas de mamão papaya verificou que a concentração de 3 g/L proporcionou mudas com maior diâmetro de caule, relatando ainda que a utilização de maiores doses levou a um decréscimo dos parâmetros avaliados. Já para Filho (2017) os diâmetros do caule das mudas de pimentão não

tiveram resultados significativos mesmo frente às diferentes doses aplicadas (estas foram de 0 a 500 mL/planta aplicada nas covas no momento de transplante das mudas). Comparação com o material que não teve este incremento.

O número de folhas no substrato contendo o polímero proporcionou um aumento de 8% no número de folhas em comparação com o qual não continha este incremento (Figura 3C), isto pode ser devido à característica de condicionador de solo atribuída aos hidrogéis.

De acordo com Saad et al. (2009) e Oliveira et al. (2004) a presença do polímero favorece as propriedades físicas e hídricas dos solos. Marques e Bastos (2010) observaram que o número de folhas foi favorecido positivamente com o aumento das doses do polímero nas mudas de pimentão. Algo similar foi encontrado nas pesquisas de Fagundes et al (2015) e Carvalho et al (2013) com mudas de citros e maracujazeiro – amarelo. Todavia, Dranski et al (2013) não figurou incrementos para o número de folhas em função das doses aplicadas do hidrorretentor.

Tem-se ainda que a adoção da irrigação diária promoveu um ganho de 23% em altura contrapondo-se às plantas irrigadas em dias alternados (Figura 3D).

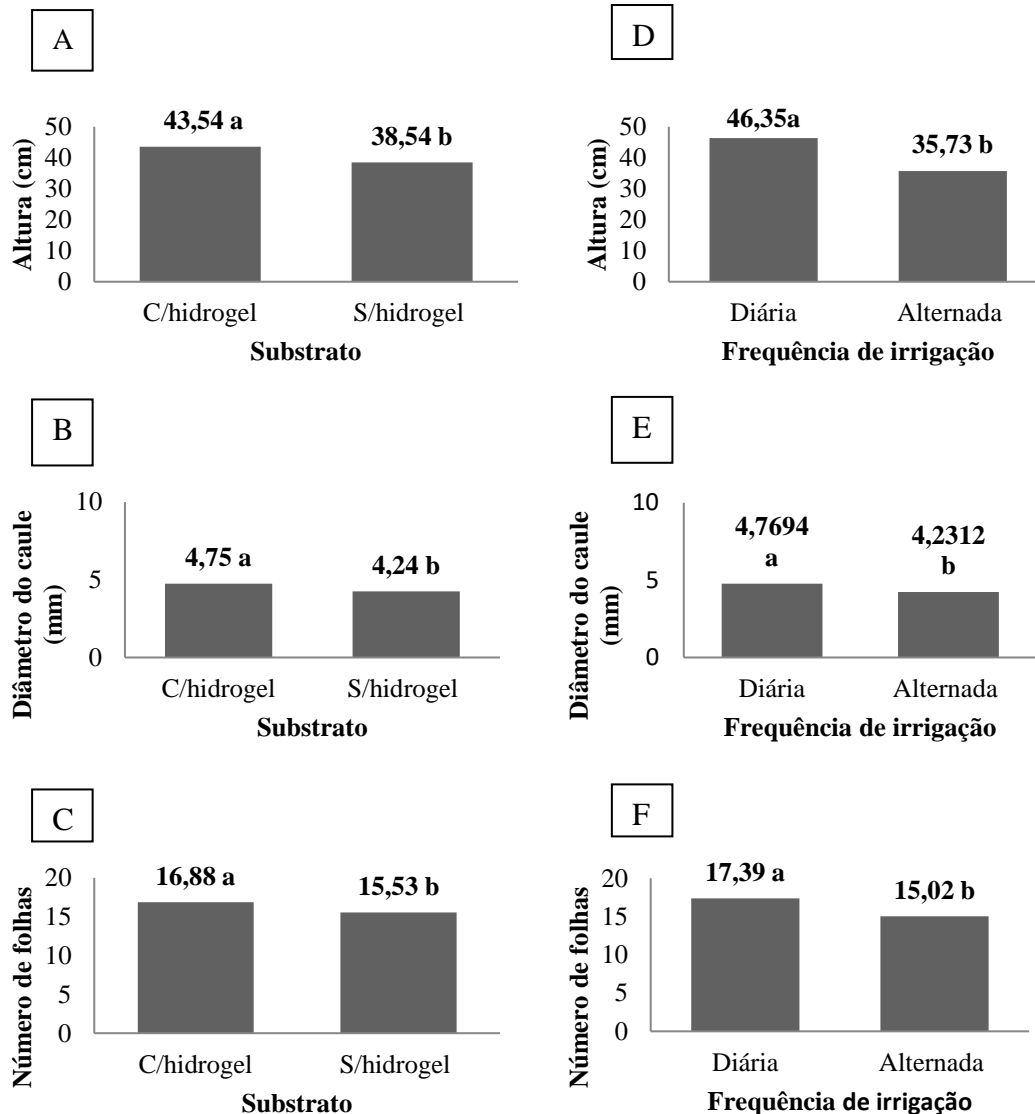
A partir do resultado obtido infere-se que a frequência de irrigação é elemento preponderante para o incremento em altura do girassol ornamental, já que de acordo com Carvalho et al. (2013) a disponibilidade da água influi no desenvolvimento de mudas estando associado a diminuição da unidade do solo quando há irrigações com maior intervalo de tempo.

Dutra et al. (2012) ao estudar o crescimento de plantas de girassol em diferentes capacidades de retenção de água (CRA) constatou que as plantas apresentam alturas menores nas faixas de 60% e 80% da CRA.

Resultados semelhantes foram observados por Sobrinho et al (2011) quando trabalhou com os cultivares de girassol Charrua e Olisun 3 Sob o efeito do estresse hídrico, onde para a condição de 60% da capacidade de campo, houve uma redução de 29,75% na altura da cultivar Charrua e de 17,72% para a cultivar Olisun 3.

Ainda, Tsukamoto Filho et al. (2013), conseguiu maiores alturas em mudas de aroeira irrigadas diariamente em contrapondo às irrigadas com o mesmo volume de água em dias alternados.

Figura 3 – Valores de altura, diâmetro do caule e número de folhas em função do substrato (0 e 2 g de hidrogel/vaso) (A), (B) e (C) e em função da frequência de irrigação (diária e a cada dois dias), (D), (E) e F).



*Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A frequência de irrigação também influenciou no crescimento em diâmetro do caule. A irrigação diária foi mais efetiva no crescimento das plantas pelo diâmetro caulinar, visto que superou em 11% a irrigação alternada, com valores de 4,76 e 4,23 mm respectivamente (Figura 3 E).

Isso pode ter sido devido ao menor estresse hídrico sofrido pelo material vegetal quando confrontado com as submetidas a menor frequência de irrigação.

A limitação da disponibilidade de água às plantas traz consequências como: estresse hídrico e a redução da absorção de nutrientes, conforme apontado por Lopes et al

(2005), provocando danos diretos ao crescimento e desenvolvimento. Araújo et al. (2011) apontou que o aumento do intervalo entre as irrigações acarretou a inibição do crescimento no diâmetro do caule de duas cultivares de café conilon.

A adoção de diferentes turnos de rega influenciou o número de plantas tendo a diária um ganho de 13% em comparação com a alternada (Figura 3 F).

Para Taiz e Zeiger (2013) quando a disponibilidade hídrica é comprometida há a redução na expansão celular, redução na área foliar, aumento na abscisão foliar, fechamento de estômatos e redução na fotossíntese. Dutra et al. (2012) verificou que as plantas de girassol submetidas a maiores quantidades de água geraram maior número de folhas e por consequência aumento da área foliar.

Ao analisar-se a condutividade elétrica da água de irrigação tem-se que esta reduziu a altura das plantas, ajustando-se ao modelo de regressão linear em todas as combinações propostas. Na interação ausência do hidrogel e irrigação diária, a cada unidade de salinidade que se apresentou houve um decréscimo de 0,66cm na altura. Enquanto que na ausência do polímero e adoção da frequência alternada de irrigação, a perda foi de 2,04 cm para esta variável (Figura 4 A). Já na aplicação do polímero e turno de rega diário o declínio por aumento unitário da salinidade de água foi de 1,36 cm e na interação presença do polímero e turno de rega alternado, a perda assinalada foi de 0,77 cm (Figura 4 A).

Com a elevação da salinidade há a diminuição do potencial osmótico da solução do solo, acarretando problemas similares ao déficit hídrico (OLIVEIRA et al., 2016; MUNNUS & TESTER, 2008) trazendo problemas na divisão e alongamento celular (TAIZ e ZEIGER, 2013). Ainda segundo Oliveira et al. (2016) uma situação de toxidez é instaurada quando há alta concentração de íons na solução do solo, algo que pode acarretar perdas no material vegetal.

Barros et al. (2010) avaliando o crescimento de seis genótipos de Helicônias perceberam que a irrigação com água salina acima de 0,8 dS/m afetou negativamente a *H. latispatha* cv. Red-Yellow Guro e *H. x nickeriensis* de porte pequeno.

Araújo et al. (2016) estudando cultivares de meloeiro submetidos à salinidade da água também constataram declínios lineares e decrescentes com o aumento da condutividade elétrica sendo a menor média da cultivar Halles Best Jumbo.

Resultado análogo foi obtido por Filho et al. (2013) pesquisando o comportamento do girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 onde a altura foi limitada ao longo dos 45, 60 e 75 dias após a emergência.

Já o decréscimo verificado na adoção da frequência diária e presença do polímero também foi constatado por Navroski et al. (2015) ao estudar o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden cultivado em solo contendo hidrogel. Esse desempenho se deu a um possível excesso de água resultante da alta retenção de água pelo hidrogel no solo ocasionando uma redução no crescimento em altura das plantas.

Na situação de presença de polímero e frequência alternada de irrigação, uma diminuição em altura também foi observada, porém menor que na condição da frequência de irrigação diária. Isso pode ser devido a característica do produto em armazenar água em sua estrutura no período de disponibilidade hídrica eviabilizar seu uso numa situação de estresse hídrico. Carvalho et al. (2013) investigando o comportamento de mudas de maracujazeiro-amarelo constataram que a irrigação alternada realizada em substrato contendo o polímero não prejudicou o crescimento em altura deste vegetal.

O crescimento em diâmetro também foi prejudicado pela condutividade elétrica da água de irrigação. Na associação de ausência de hidrogel e frequência diária de irrigação, a cada incremento unitário da salinidade de água houve uma redução de 0,06 mm nesta variável, enquanto que na ausência do hidrogel e frequência alternada, a perda foi de 0,09 mm (Figura 4 B).

Filho et al. (2013) também registram este comportamento no girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 ao nível de 0,96 e 0,82 mm aos 60 e 75 dias após a emergência.

Já na presença do hidrogel no substrato e turno de rega diário, a cada unidade de salinidade aumentada o decréscimo foi de 0,10mm e na interação presença do hidrogel e turno de rega alternado, a redução foi de 0,14 mm (Figura 4 B).

Entretanto Carvalho et al. (2013) não observaram diferenças no diâmetro do caule nas mudas de maracujazeiro-amarelo irrigadas alternada e diariamente e que continham polímero em seu substrato.

Pode-se inferir que a diminuição do diâmetro caulinar em função da salinidade da água esteja ligada ao aumento da concentração de sais no substrato, elevando a dificuldade de absorção de água (AYERS & WESTCOT, 1999; TAIZ & ZEIGER, 2013).

Também, a elevação da concentração de íons no citosol pode ter provocado, além de redução da absorção de água, um desbalanço nutricional, especialmente na relação Na / K, tendo como conseqüências, a diminuição em espessura do caule (SILVEIRA et al., 2010).

Constatou-se ainda que o aumento da concentração de sais na água de irrigação ocasionou a redução no número de folhas. Na interação ausência de hidrogel e

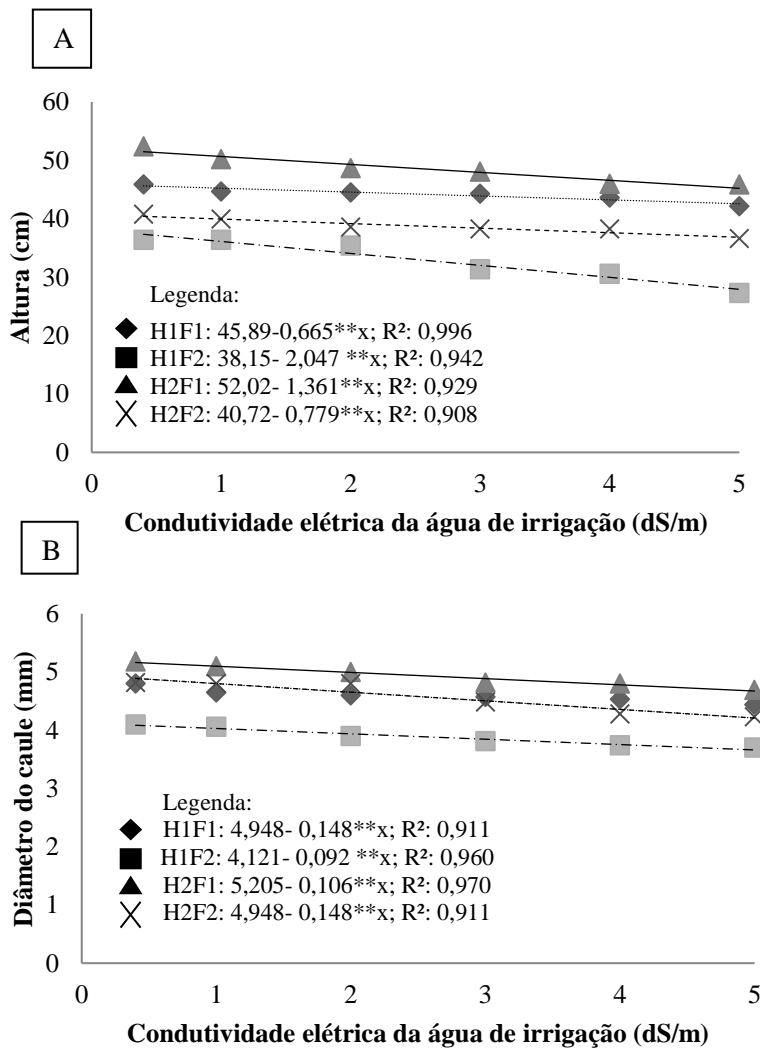
frequênciadiária de irrigação a perda foi de 0,13/ folhas e na ausência de hidrogel e frequência de irrigação alternada o decréscimo foi de 0,53/ folhas (Figura 4 C).

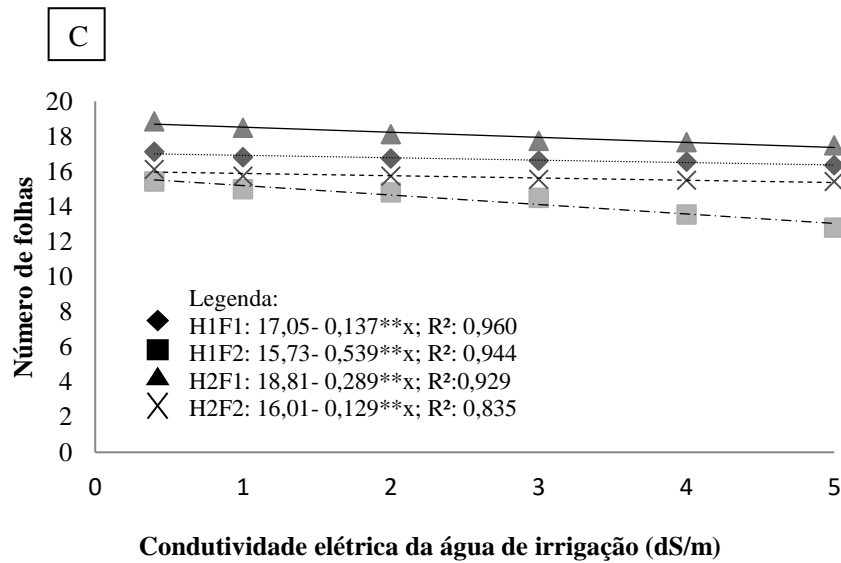
Barros et al. (2010) também observaram um comportamento linear decrescente no número de folhas de helicônias a medida que se aumentava a salinidade da água de irrigação.

Com a presença de hidrogel no substrato e frequência diária de irrigação, a perda foi de 0,28/folhas e na presença do hidrogel e frequência alternada foi de 0,12/folhas por aumento unitário da salinidade (Figura 4 C).

Numa condição de estresse salino é esperado constatar alterações anatômicas e morfológicas nas plantas, como a diminuição do número de folhas como mecanismo de adaptação à diminuição da absorção e transpiração da água (OLIVEIRA et al., 2010).

Figura 4 – Altura (A), diâmetro do caule (B) e número de folhas (C) em função das condutividades da água de irrigação associado a doses do hidrogel (0 e 2 g/vaso) e frequências de irrigação (diária e a cada dois dias).





Fonte: Elaborada pela autora

4.2 Massa da matéria seca da parte aérea, massa da matéria seca do capítulo e a total

O substrato contendo o produto revelou um ganho de 7 % na massa da matéria seca da parte aérea em comparação com o substrato sem este material (Figura 5 A). Isso pode ser atribuído a capacidade deste produto em favorecer a disponibilidade de nutrientes as plantas evitando que se perdam por lixiviação que se reflete diretamente no crescimento da parte aérea (CÂMARA et al., 2011 ; AZEVEDO et al., 2002).

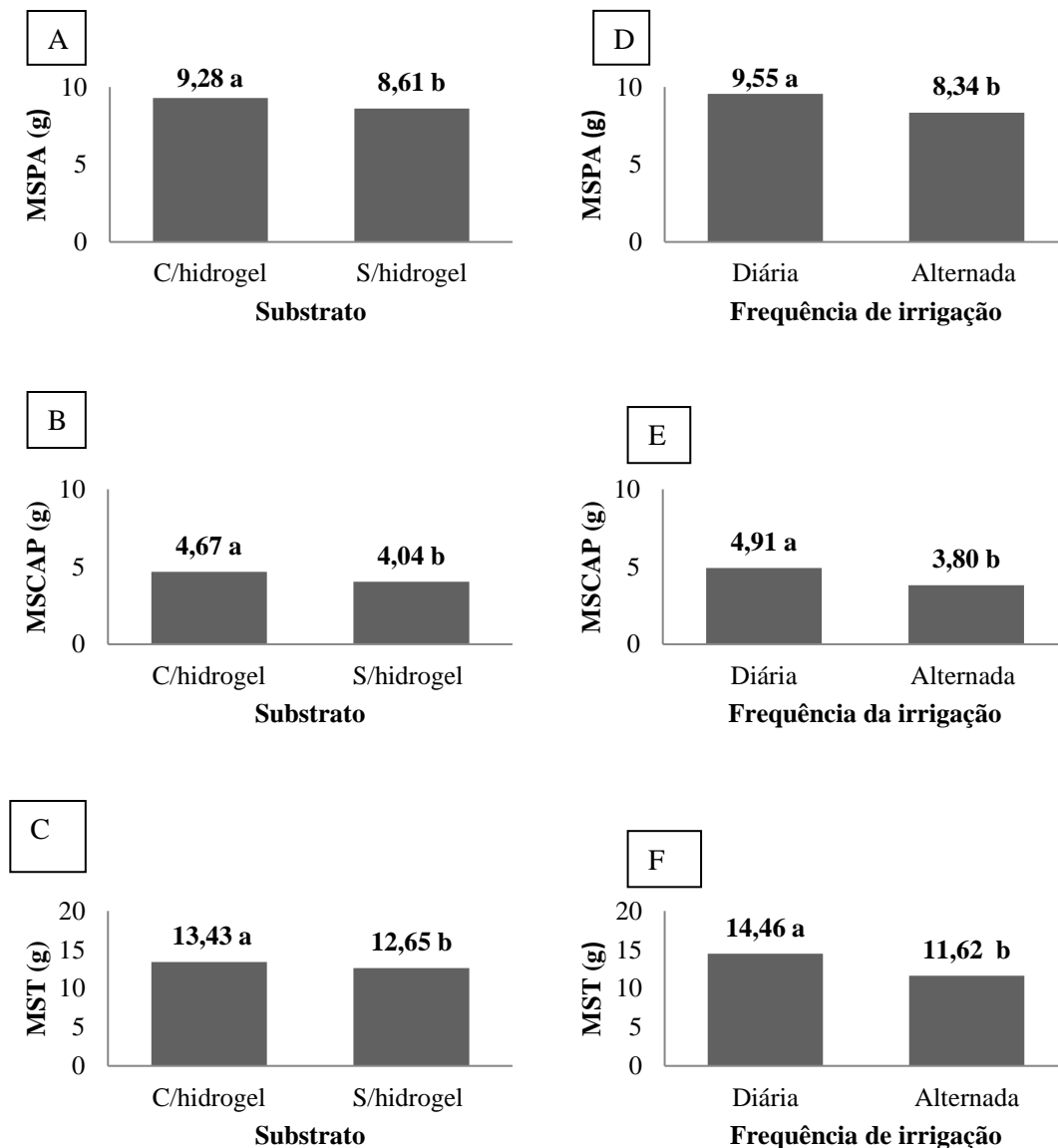
Entretanto Mendonça (2016) pesquisando o hidrogel e fontes orgânicas, não constatou aumentos na massa da matéria seca da parte aérea quando adicionou o polímero ao substrato, independentemente da fonte orgânica trabalhada, na aclimatação de mudas de cultivares de abacaxizeiro. Contudo, Fagundes et al. (2014), avaliando enxertos para citros, notou aumento da biomassa da parte aérea quando incorporaram hidrogel ao substrato, com inexistência de efeito apenas para a variedade “Sunki” madarin.

A massa da matéria seca do capítulo também foi beneficiada com o hidrogel no substrato, relevando um ganho de 13 % em comparação com material que não tinha este incremento (Figura 5 B).

O incremento do polímero também favoreceu a produção de biomassa total. As plantas com hidrogel adicionado ao substrato possuíam média de 13,43g por planta, 6% superior aos 12,65g por planta alcançada pelas que não tinham hidrogel (Figura 5 C).

Para Navroski et al (2015) as mudas de *Eucalyptus dunnii* apresentaram melhores resultados de matéria seca total na dose de 4,5 g/L. Fagundes et al (2014) constataram aumento no crescimento inicial de porta enxertos de citrus ao utilizar o hidrogel no substrato, percebendo que as variáveis altura, diâmetro do caule, número de raízes, área foliar tiveram seus valores aumentados.

Figura 5 – Valores de massa de matéria seca da parte aérea, massa da matéria seca do capítulo e massa da matéria seca total (g) em função do substrato (com e sem hidrogel) (A), (B) e (C) e em função da frequência de irrigação (diária e alternada) (D), (E) e (F).



*Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verificou-se ainda a influência da frequência de irrigação nas plantas de girassol ornamental. As plantas irrigadas diariamente possuíram em média 9,55g por planta de matéria seca na parte aérea, 12% a mais do que as irrigadas em dias alternados, 8,340g/ planta (Figura 5 D).

A frequência diária foi favorecida por certamente expor, por menor período, as plantas ao estresse hídrico.

Conforme Carneiro (2011) o estresse hídrico estimula uma série de respostas negativas na planta, provocando perturbações na expressão genética e metabolismo celular, além de diminuições nas taxas de crescimento e produtividade. Estas conclusões são de encontro com Zonta et al. (2009) que constataram estimativas positivas para mudas de cafeeiro irrigadas com maior frequência. Algo também observado por Carvalho et al. (2013) que tiveram maior massa da matéria seca da parte aérea quando as mudas de maracujazeiro-amarelo foram desenvolvidas sob irrigação diária.

A frequência de irrigação adotada também apresentou diferenças para a variável massa da matéria seca do capítulo. A diária alcançou uma média de 4,91 g mostrando assim um acréscimo de 28 % em relação à alternada (Figura 5 E).

O turno de rega ainda influenciou na biomassa seca das plantas de girassol ornamental. As plantas irrigadas diariamente apresentavam média 14,46 g/planta, 24% superior aos 11,62 g/planta observado nas irrigadas em dias alternados (Figura 5 F). Desta forma, observa-se que as plantas irrigadas cotidianamente estavam menos passíveis ao estresse hídrico. Silva et al (2015), analisando a biometria de mudas de eucalipto sob lâminas de irrigação, perceberam maiores médias quando submetidas a maiores irrigações, trazendo uma correlação positiva entre a maior disponibilidade de água e o rendimento de biomassa.

O acréscimo da condutividade elétrica da água acarretou em perdas na produção de biomassa na parte aérea das plantas. Na combinação ausência de hidrogel e frequência diária de irrigação a redução foi de 0,09 g por unidade de salinidade aumentada. Para a situação ausência de hidrogel e frequência alternada, a perda foi de 0,11g (Figura 6 A).

Araújo et al. (2016) constataram resultados negativos lineares no acúmulo de matéria seca da parte aérea nas diferentes cultivares de meloeiro trabalhadas.

Com a incorporação de hidrogel no substrato e adoção do turno de rega diário, o decréscimo foi de 0,32 g por incremento unitário da salinidade da água enquanto que com hidrogel e turno de rega alternado, a perda foi de 0,08g (Figura 6 A).

Para Barros et al. (2010) o efeito dos tratamentos salinos para a fitomassa da parte aérea também teve comportamento linear decrescente para os diferentes genótipos de

helicônias. Carvalho et al. (2013) não perceberam diferenças quanto a interação do polímero e frequência de irrigação para a fitomassa de mudas de maracujazeiro-amarelo.

A massa da matéria seca da parte aérea pode ser afetada negativamente por conta da salinidade por diversas razões. Segundo Santos et al.(2015) uma delas seria que há um maior gasto energético para que a planta se recupere dos efeitos deste estresse.Nessa situação o vegetal realiza um ajuste osmótico, compartimentalizando açúcares, ácido orgânicos e íons no vacúolo.

A biomassa da matéria seca do capítulo também foi afetada negativamente com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

Na interação ausência de hidrogel e frequência diária de irrigação, a redução foi de 0,11g e na ausência de hidrogel e frequência alternada, a perda foi de 0,3g,para cada aumento unitário da salinidade da água (Figura 6 B).

Filho (2017) observou no girassol híbrido BRS 323 que a massa seca do capítulo diminuiu linearmente durante o período o qual a cultura não recebeu irrigação, tendo reduções de 48,39% entre os tratamentos 80 dias e 45 dias após a semeadura, respectivamente. Centeno et al. (2014) trabalhando com o girassol cv. EMBRAPA 122 V-2000 observaram que a variável fitomassa do capítulo apresentou comportamento linear decrescente, sendo que para a salinidade de água de 0,7 dS/m, os capítulos tiveram massa de 130,24 g e que numa condutividade de 4,7 dS/m a massa foi reduzida para 51,28 g.

Já na combinação presença do hidrogel e frequência diária de irrigação, o decréscimo foi de 0,17 g enquanto que na presença do hidrogel e frequência alternada a perda foi de 0,07g, por valor unitário de incremento da salinidade (Figura 6 B).

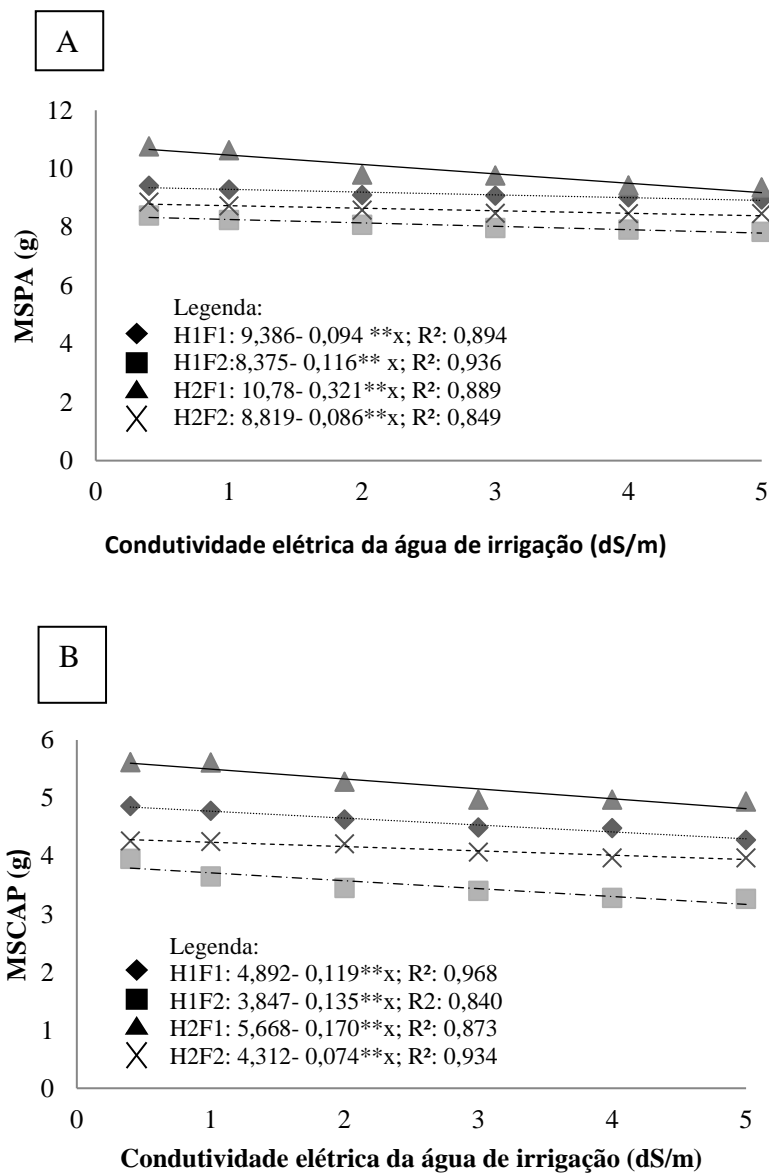
O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, ainda decresceu a massa seca total das plantas. Na ausência do hidrogel e frequência diária de irrigação a redução foi de 0,21g e na ausência de hidrogel e frequência alternada de irrigação foi de 0,25g, para cada acréscimo unitário na salinidade da água de irrigação (Figura 6 C).

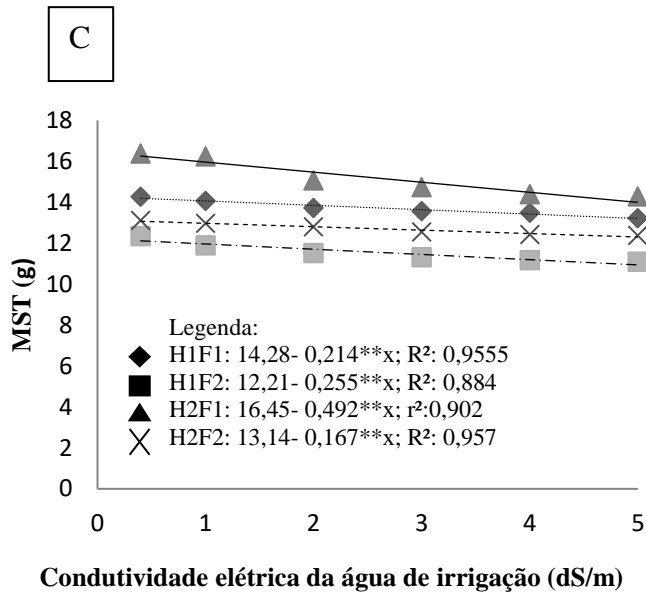
O estresse salino causa decréscimo no crescimento foliar, em decorrência da redução do número de células no processo de alongamento e expansão destas (WILLADINO & CAMARA, 2010). Ainda segundo Meloni et al. (2001) a condição salina provocou reduções na expansão foliar e na massa da matéria fresca e seca da parte aérea e de raízes das plantas de algodão e algaroba.

Na interação presença de hidrogel no substrato e frequência diária de irrigação a redução foi de 0,49g e na presença de hidrogel e frequência alternada, o decréscimo foi de 0,16g para cada unidade de salinidade que se aumente (Figura 6C).

Navroski et al. (2015 b) conseguiram maiores valores de MST para as mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden com o uso de 3 e 6g /L nas maiores faixas de irrigação (4,8,12 mm/dia). Isso denota que o polímero manifesta vantagem na utilização quando se utiliza menores quantidades de água para a irrigação. O emprego de lâminas maiores de irrigação dispensaria o uso do polímero, podendo este inclusive exercer uma ação negativa sobre a qualidade das plantas.

Figura 6 – Massa da matéria seca da parte aérea (A), do capítulo (B) total (C) em função das condutividades da água de irrigação associado ao hidrogel (0 e 2g/vaso) e frequências de irrigação (diária e a cada dois dias).

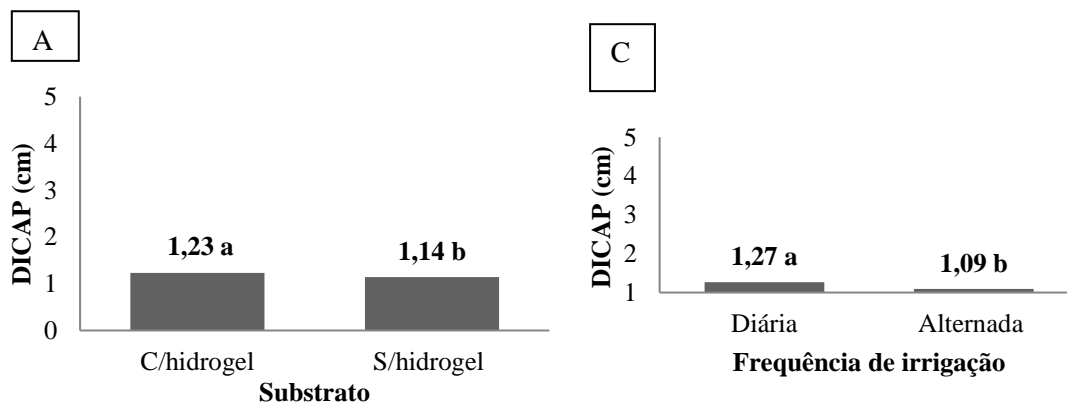


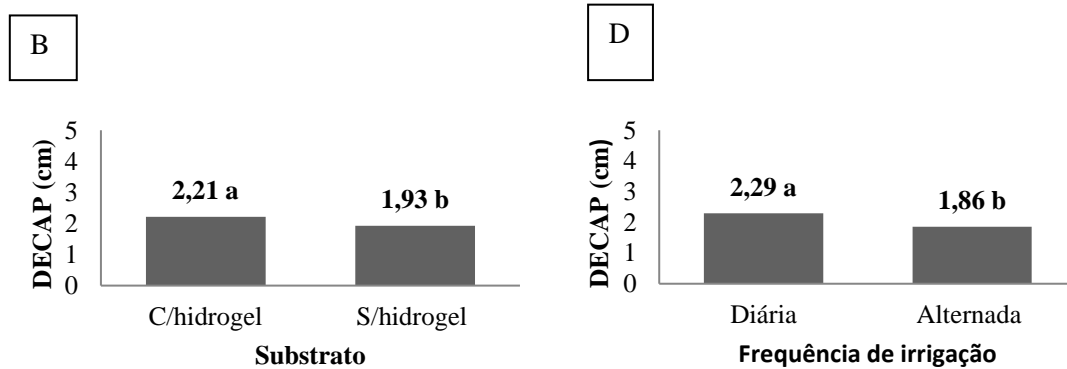


4.3 Diâmetros interno e externo do capítulo

O incremento de hidrogel no substrato conferiu um acréscimo de 7% no diâmetro interno do capítulo se comparada com a situação sem hidrogel (Figura 7 A), enquanto que no diâmetro externo do capítulo do girassol ornamental, alcançou média de 2,21 cm e com ganho de 1% contrapondo o substrato sem hidrogel (Figura 7B).

Figura 7 – Valores de diâmetro interno e diâmetro externo do capítulo em função do substrato (0 e 2g/hidrogel/vaso) (A) e (B) e em função da frequência de irrigação (diária e alternada), (C) e (D).





*Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

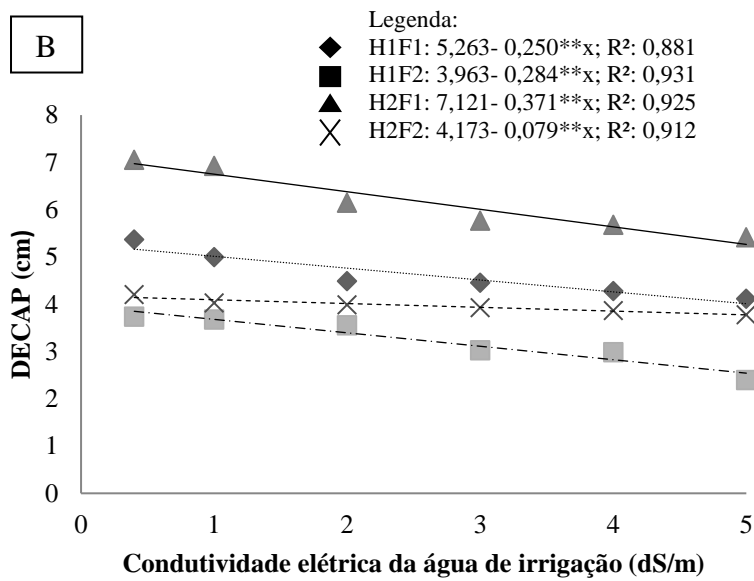
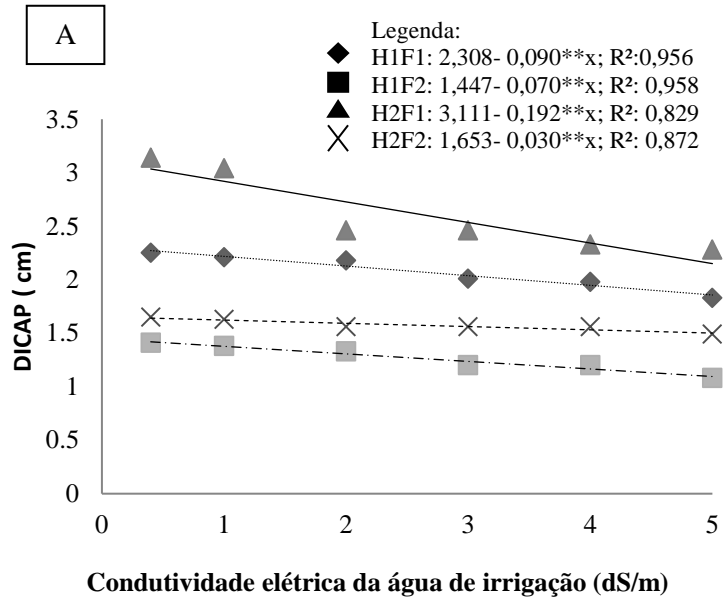
A frequência de irrigação empregada também foi um fator que exerceu influência sob o diâmetro interno do capítulo. A diária trouxe ganhos de 14% quando confrontada com o regime alternado (Figura 7 C) já para o diâmetro externo, a irrigação diária apresentou ganhos de 18% se comparada à alternada (Figura 7 D).

Ao se estudar a influência das condutividades elétricas para o diâmetro interno do capítulo tem-se que na situação de ausência do polímero e frequência diária de irrigação, o decréscimo foi de 0,09 cm enquanto que para a ausência de hidrogel e irrigação alternada, a redução foi de 0,07 cm (Figura 13 A). Com a presença do hidrogel no substrato e turno de rega diário, a perda foi de 0,9 cm enquanto que na presença do hidrogel e turno de rega alternado, a redução foi de 0,03 cm (Figura 8 A).

Os resultados encontrados contradizem a pesquisa de Silva (2016) que trabalhando com o girassol híbrido EMBRAPA BRS 323 não observou efeitos significativos para o diâmetro interno do capítulo dentre os tratamentos salinos associados ao déficit hídrico trabalhos.

Tem-se ainda que o diâmetro externo do capítulo na combinação ausência de hidrogel e turno de rega diário, o decréscimo foi de 0,25 cm e na ausência de hidrogel e turno de rega alternado a perda foi de 0,28 cm, para cada unidade de salinidade acrescida (Figura 8 B). Na condição da presença de hidrogel e turno de rega diário, a redução foi de 0,37 cm e com hidrogel e turno de rega alternado, a perda foi de 0,07 cm (Figura 8 B).

Figura 8 – Diâmetro interno (A) e diâmetro externo do capítulo (B) em função das condutividades da água de irrigação associado ao hidrogel (0 e 2g/vaso) e frequências de irrigação (diária e a cada dois dias).



CONCLUSÃO

A incorporação de dois gramas de hidrogel/vaso (1 g/ kg de substrato) favorece o desenvolvimento das plantas de girassol ornamental cv. Anão de Jardim em ambas as frequências de irrigação, além de mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação.

A irrigação diária foi a mais apropriada para o crescimento das plantas, conferindo maiores médias para as variáveis biométricas.

A salinidade afeta de forma linear e decrescente o desenvolvimento do girassol.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, I.; DOLE, J. M.; NELSON, P. Nitrogen application rate, leaf position and age affect leaf nutrient status of five specialty cut flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 142, p. 14-22, 2012.
- AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. **Journal of Advanced Research**. v. 6, p. 105–121, 2015.
- ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; LIMA, V. L. A.; MENEZES, D.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; SILVA JUNIOR, J. G. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, n. 6, p. 671– 679, 2009.
- ALVES, S. M. C. et al. Fertirrigação de girassol ornamental com esgoto doméstico tratado em sistema de hidroponia. **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 714-726, 2014.
- ANEFALOS, L. C.; GUILHOTO, J. J. M. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. **Agricultura em São Paulo**, v. 50, n. 2, p. 41-63, 2003.
- AOUADA, F. A.; MUNIZ, E.; VAZ, C. M. P.; MATTOSO, L. H. C. Correlação entre parâmetros da cinética de intumescimento com características estruturais e hidrofílicas de poli(acrilamida metilcelulose). **Química Nova**. v. 32, n. 6, p. 1482-1490, 2009.
- ARAÚJO, G. L.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café Conilon. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 115-124, 2011.
- ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Rev. Amb. Água**, v. 11, n. 2, 2016.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. In: GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. L.; DAMASCENO, F. A. V. (Trad.). Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 153 p. (**Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado**). 1999.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L., FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero super absorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scient.**, v. 24 n. 5. p. 1239-1243, 2002.
- AZEVEDO, G. T. O. S.; SOUZA, A. M.; AZEVEDO, B.; CERQUEIRA, P. H. A. Enraizamento de miniestacas de eucalipto com diferentes doses de polímero hidrorretentor incorporado ao substrato. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 108, p. 773-780, 2015.
- BARROS, H. M. M.; GHEYI, H. R.; LOPES, V.; SANTOS, M. S.; SOARES, F. A. L. Influência da Salinidade da água no crescimento de seis genótipos de Helicônias. **Ornamental Horticulture**. vol. 16, nº 2, 2010
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657 p

BERTOLIN, A.; AOUADA, F. A.; LONHO, E.; MATTOSO, L. H. C. Investigação do processo de absorção de água de hidrogéis de polissacarídeos: efeito da carga iônica, presença de sais, concentrações de monômero e polissacarídeos. **Polímeros**, v. 22, n. 4, p. 311-317, 2012.

BRITO, C. W. Q.; RODRIGUES, F. H. A.; FERNANDES, M. V. S.; SILVA, L. R. D.; RICARDO, N. M. P. S.; FEITOSA, J. P. A.; MUNIZ, E. C. Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímero acrilamina-acrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. **Química Nova**, v. 36, n. 1, p. 40-45, 2013.

CÂMARA, G. R. ; REIS, D. F. ; ARAÚJO G. L. ; CAZOTTI M. M.; DONATELLI JUNIOR, E. J. Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro conilon robusta tropical mediante uso de polímeros hidrorretentores e diferentes turnos de rega. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13; p. 135-146, 2011

CARNEIRO, N. P. Abordagens genômicas para tolerância a seca em cereais. In: SIMPÓSIO SOBRE TOLERÂNCIA À DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM PLANTAS: ADAPTANDO AS CULTURAS AO CLIMA DO FUTURO. 2011. Santo Antônio de Goiás. **Documentos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. p. 89-97.

CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; MARTINS, L. M. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Rev. Bras. Frutic**, v. 35, n. 2, p. 518-526, 2013.

CASTIGLIONI, V. B. et al. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA- CNPSo, 1997. 24p. (EMBRAPA- CNPSo. Documentos, 59).

CASTRO, C. e FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: Leite, R. M. V. B. C., A. M. Brighenti e C. Castro. Girassol no Brasil. Embrapa Soja, Londrina, PR, pp.163-218, 2005.

CENTENO, C. R. M.; SANTOS, J. B.; XAVIER, D. A. ; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.. Componentes de produção do girassol Embrapa 122-v2000 sob salinidade da água e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.18, p. 39-45, 2014.

COSTA, P. H. A.; SILVA, J. V.; BEZERRA, M. A.; ENÉAS-FILHO, J.; PRISCO, J. T.; GOMESFILHO, E. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 289-297, 2003.

CURTI, G. L. **Caracterização de cultivares de girassol ornamental semeados em diferentes épocas no oeste catarinense**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.

CURTI, G. L. et al. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 240-250, 2012.

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

DRANSKI, J. A. L.; PINTO JUNIOR, A. S.; CAMPAGNOLO, M. A. ;MALAVASI, U.C.;MALAVASI, M. M. Sobrevivência e crescimento do pinhão-manso em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. **Revista Brasileiro de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 5, p. 537-542,2013a.

DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de 34 Produtividade do Girassol em Função da Disponibilidade de Umidade fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2657-2668, 2012.

EHRET, D.L. & PLANT, A.L. 1999. Salt tolerance in crop plants. (Chapter 5). Pp: 69–120. *In*: G.S. Dhaliwal & R. Arora (eds.). *Environmental Stress in Crop Plants*. Commonwealth Publishers, New Delhi, India. 331p.

FAGUNDES, M. C. P.; CAMILO, S. S.; SOARES, B. C.; CRUZ, L. I. B.; MOREIRA, R. A.; CRUZ,M.C.E.M.Hidrogelpolymerinemergencyandearlygrowthofcitrusrootstocks.**Afr. Jour. of Agric. Res.** v. 9, n 35, p. 2681-2686. 2014

FAGUNDES, M. C. P.; CRUZ, M. C. M.; CARVALHO, R. P.; OLIVEIRA, J. S. B. C. Polímero hidroabsorvente na redução de nutrientes lixiviados durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Rev. Caat.** v. 28, n. 1, p. 121-129, 2015.

FERREIRA, E. A.; SILVA, V. A.; SILVA, E. A.; SILVEIRA,H. R. O. Eficiência do hidrogel e respostas fisiológicas de mudas de cultivares apirênicas de citros sob déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 158-165, 2014.

FILHO, D. H. G. ; SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F; FARIAS, H. L. Biometria do girassol emfunção da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada.**Inovagri**, v.7, n.5, 2013.

FILHO, M. S. **Manejo da supressão e das frequências de irrigação e da fertirrigação nitrogenada na cultura do girassol** Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.

FILHO, H. A. M. **Manejo de irrigação associado a diferentes doses de hidrogel na cultura do pimentão**. Dissertação. IF Goiano- Morrinhos, GO, 2017.

GERVÁSIO,E.S.;FRIZZONE,J.A.Characterização físico- hídrica de um condicionador de solo e seus efeitos quando misturado a um substrato orgânico. **Irriga**, v. 9, n. 2, p. 94-105, 2004.

GLAZ, B., MORRIS, D. R., AND DAROUB, S. H. Sugarcane photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance due to flooding and water table. *Crop Science* 44:1633-1641,2004.

GOMES, K. R. et al. Irrigação com água salina na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 680-693, 2015.

GÜNES, T. Effect of Polymer on Seedling Survival and Growth of Transplanted Tomato Under Water-Stress. **Asi. Jour. Chemi.**, v. 19, n. 4, 2007.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soils. **Berkeley: California Agricultural Experimental Station**, 347p., 1950.

HOLANDA, J.S. de; AMORIM, J.R.A de. Qualidade da água para irrigação. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 26., 1997, Campina Grande. Manejo e Controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: SBEA/UFPB, 1997. Cap. 5, p. 137 –169. Editado por Hans Raij Gheyi, José Elenildo Queiroz, José Francismar de Medeiros.

INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**, Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 30 set. 2019.

IYENGAR, E.R.R. & REDDY, M.P. 1996. Photosynthesis in highly salt tolerant plants. Pp: 897–909. In: M. Pesserkali (ed.). Handbook of photosynthesis. Marshal Dekar, Baten Rose, USA. 952 p

LIMA, R.M.F.; SOUZA, V.V. Polímeros Biodegradáveis: aplicação na agricultura e sua utilização como alternativa para a proteção ambiental. **Revista Agrogeoambiental**. v. 3, n. 1, p. 75-82, 2011.

LIU, J. & ZHU, J.K.. An Arabidopsis Mutant that requires increased calcium for potassium nutrition and salt tolerance. **Proceeding of the Nacional Academy of Sciences of the United States of America**, 2008.

LOPES, J. L.W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. D. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e teor relativo de água na folha e mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scien. Forest.** n. 68, p.97-106, 2005.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. 423p.

MACIEL, M. P. et al. Produção de girassol ornamental com o uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 165-172, 2012.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesq. Apl. & Agrotec.**, v.3, n.2, p.53-57. 2010.

MELONI, O. M; RUIZ, H. A; MARTINEZ, C,A .Contribuição de prolina e solutos inorgânicos para o ajuste osmótico no algodão sob estresse salino. **J. Plant Nutr.** 24: 599-612, 2001.

MELLO, R. et al. Características fenológicas, produtivas e qualitativas de girassol em diferentes épocas de semeadura para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 672-682, 2006.

MENDONÇA, L. F. M. Fontes orgânicas, polímero hidroabsorvente e fertilizante organomineral na aclimação de mudas de cultivares de abacaxizeiro. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2016.

MUNNS R., G. J., PASSIOURA J.B. & Cramer G.R. Leaf water status controls day-time but not daily rates of leaf expansion in salt-treated barley. **Australian Journal of Plant Physiology** 27, 949–957, 2002.

MUNNS, R.. Genes and salt-tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, 3: 66 645–663,2005.

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

NASCIMENTO, A. M. P. et al. Influence of color shading nets on ornamental sunflower development. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 1, p. 101-106, 2016.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. S.; BERGUETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucapalyptus dunni* Maiden. **Scientia Florestal**, v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015 a.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L.R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucapalyptus dunni*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015 b.

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

NOMURA, M.; FILHO, J. M. P. ; COSTA, E. M.; PEREIRA, L. E.; VENTURA, M. V. A. Avaliação de diferentes quantidades de hidrogel na produção de mudas de mamão papaya. **Ipê Agronomic Journal**-v.3n.1, p. 19-25, 2019.

OLIVEIRA, R. A.; Rezende, L. S.; Martinez, M. A.; Miranda, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.160-163, 2004.

OLIVEIRA, F. S.; SÁ, F. V. S.; SOUTO, L.; PAIVA, E. P.; OLIVEIRA, F. A.; ARAÚJO, E. B. G.; OLIVEIRA NETO, T.; MESQUITA, E. F.. Seedling of development and tolerance of eggplant cultivars under saline stress. **Afr. Jour. of Agric. Res.**, v. 11, n. 26, p. 2310-2315, 2016.

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. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** v.5, n.4, p.479-484, 2010.

OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. **Girassol Colorido para o Brasil**. Londrina, PR. EMBRAPA- CNPSO, 2003 (EMBRAPA – CNPS. Folder).

PARIDA, A.K.; DAS, A.B. & MITTRA, B. 2005. Effects of salt on growth, ion accumulation photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees – Structure and Function*, 18: 167–174.

PIVETTA, L. G. et al. Avaliação de híbridos de girassol e relação entre parâmetros produtivos e qualitativos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 561-568, 2012.

RODRIGUES, E. J. R. et al. Girassol. In: PAIVA, P. D. O; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. p. 403-446.

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

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.M. & 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)

SAAD, J. C. C. ; LOPES, J. L. ; SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Eng.Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, nº3, p. 404-411, jul/ set, 2009

SABADINI, R. S. Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes. Tese. Universidade de São Carlos – USP. 150p. 2015.

SANTOS JÚNIOR, J. A., H. R. Gheyi, A. R. Cavalcante, N. S. Dias e S. S. Medeiros. 2016. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Eng. Agric.** 36: 420-432.

SAS. Base SAS® 9.3 **Procedures Guide: Statistical Procedures**. 2a ed. Cary: SAS Institute Inc., 2012. 544p.

SCHOELLHORN, R.; EMINO, E.; ALVAREZ, E. **Specialty cut flower production guides for Florida: sunflower**. Gainesville: University of Florida, IFAS Extension, 2003. 3p.

SOBRINHO, S de P.; TIEPRO, R. C.; SILVA, T. J. A de. Desenvolvimento inicial de plantas de girassol em condições de estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer- Goiânia, vol. 7, N. 12; 2011.

SILVA, C .J. C .**Cultivo do girassol sob diferentes lâminas de irrigação com água salobra**. Dissertação. UFC-PPGCS, Fortaleza-Ceará, 2016

SILVA, C. R. A.; RIBEIRO, A.; OLIVEIRA, A. S.; KLIPPEL, V. H.; BARBOSA, R.L. P. Desenvolvimento biométrico de mudas de eucalipto sob diferentes lâminas de irrigação na fase de crescimento. **Pesq. Flor. Bras**, v. 35, n. 84, p. 381-390, 2015.

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

SONNEVELD, C. et al. Salt tolerance of flower crops grown in soilless culture.

Journal of Plant Nutrition, v. 22, n. 6, p. 1033–1048,1999.

SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; SOUSA, J. R. L.; MEWS, C. L.; SOUZA, A. M. Incorporação de polímero hidro-retentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16; p. 1270 - 1278, 2013.

SOUZA, R. M. et al. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 125-133, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K. ; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise do solo**-3 ed. rev e amp., p-574- Brasília, DF: Embrapa,2017

TSUKAMOTO FILHO, A. A; CARVALHO, J. L.O.; COSTA, R.B.; DALMOLIN, Â.C.;BRONDANI, G.E. Regime de regas e cobertura de substrato afetam o crescimento inicial de mudas de *Myracrodruon urundeuva*. **Flor. Amb.** v.20, n.4, p. 521-529, 2013.

VALE, G. F. R. do; CARVALHO, S. P. de; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidrorretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffe Science**, Lavras, v.1, n.1, p. 7-13, abr/jun 2006.

WANG, Y.& NIL, N. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 75: 623– 627.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Encicl. Biosf.**, v.6, n.11, 2010.

ZONTA, H. J. ; BRAUN, H.; REIS, E. F.; PAULUCIO, D.; ZONTA, J. B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia (Chile)**, v.27 n. 3, p. 29-34,