



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

NAARA IORRANA GOMES SOUSA

HIDRORETENTOR COMO ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE *Tagetes patula*
L. SOB IRRIGAÇÃO SALOBRA

FORTALEZA

2022

NAARA IORRANA GOMES SOUSA

HIDRORETENTOR COMO ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE *Tagetes patula* L.
SOB IRRIGAÇÃO SALOBRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.

Coorientador: Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa

FORTALEZA

2022

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)

- S697h Sousa, Naara Iorrana Gomes.
Hidroretentor como alternativa para a produção de Tagetes patula L. sob irrigação salobra / Naara Iorrana Gomes Sousa. – 2022.
109 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.
Coorientação: Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa.
1. Tagetes patula L. 2. estresse salobro. 3. hidrogel. 4. ornamental. I. Título.
- CDD 320.6
-

NAARA IORRANA GOMES SOUSA

HIDRORETENTOR COMO ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE Tagetes Patula L.
SOB IRRIGAÇÃO SALOBRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em 11/04/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Antônia Leila Rocha Neves
Secretária de Desenvolvimento Econômico e Trabalho (Sedet)

Dr. Carlos Henrique Carvalho de Sousa
Fied- Uninta

A Deus.

Aos meus pais e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas diversas oportunidades que me proporcionou, coragem, sabedoria e renovação de minhas forças.

Aos meus pais Selma Maria Gomes Sousa e Manoel Sousa Silva por serem os principais responsáveis por minha formação e pela pessoa que sou.

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de realização do mestrado em Engenharia Agrícola, a CAPES pela concessão da bolsa e a empresa Araunatec por disponibilizar o hidrogel utilizado nessa pesquisa.

Ao meu orientador Claudivan Feitosa de Lacerda pelos conhecimentos passados, paciência, ajuda, integração ao grupo Larsap e oportunidade de trabalhar ao seu lado.

Ao meu coorientador Alan Bernard Oliveira de Sousa pela atenção, ajuda, paciência e integração ao seu grupo de pesquisa.

Aos amigos Jonnathan Richeds, Mádilo Passos, Eduardo Cavalcante, Juvenaldo Canjá, Gilbenes Bezerra, Arnaldo, Wembley Camara, Luciana Pinho, Edgar, Rebeca Bessa e Adriana Cruz ela ajuda na condução, avaliação do experimento e pelos momentos de descontração.

Aos meus queridos amigos Jonnathan Richeds, Harley Fernandes e Mádilo Passos pelo companheirismo, conversas, desconcentração, diversão e apoio que me proporcionaram.

As minhas queridas amigas Ingrid Carvalho, Tatiane dos Santos e Lilian Dionísio que estão comigo nos momentos fáceis e difíceis não importa a distância.

A Dra. Carla Roberta pela força e orientação me mostrando a pessoa que sou sendo imprescindível nesses últimos anos.

A todos os meus amigos e familiares que contribuíram direta e indiretamente para que eu conseguisse finalizar essa pesquisa e o curso.

“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas quem caminha acompanhado, com certeza chega mais longe”. (Clarice Lispector)

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito do hidrogel em minimizar danos causados pela salinidade na produção de cravo de defunto (*Tagetes Patula* L.). A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, na área experimental da estação agrometeorológica, pertencente a Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Brasil. O trabalho foi dividido em 2 capítulos correspondentes as duas fases do experimento. A primeira fase ocorreu em setembro de 2020, em delineamento blocos casualizados em parcelas subdivididas, onde as parcelas corresponderam a sete condutividades elétricas da água de irrigação CEa (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹) e as subparcelas corresponderam a quatro concentrações de hidrogel (0,0; 1,0; 2,0 e 3,0 g L⁻¹), com 5 repetições e cada subparcela foi composta por 27 sementes. As análises das variáveis de emergência e número de plântulas vivas demonstraram que o aumento da salinidade reduziu a percentagem de germinação, promoveu morte de plântulas, independente da dose de hidrogel. O uso de 3 g de hidrogel por litro de substrato favoreceu a produção de folhas e reduziu o estresse térmico com o aumento da salinidade do substrato, promoveu o aumento na altura de plântulas, massa seca foliar e massa seca total em relação aos tratamentos sem o polímero, mesmo em níveis moderados (2,0 a 3,0 dS m⁻¹) e altos (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) de salinidade da água de irrigação, indicando possível efeito de mitigador dos danos causados pela salinidade. A segunda fase da pesquisa foi realizada entre dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, foi utilizando o delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde as parcelas corresponderam as sete condutividades elétricas da água de irrigação (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 dS m⁻¹) e as subparcelas correspondem a duas concentrações de hidrogel (0,0 e 3,0 g L⁻¹), com 5 repetições. Foram realizadas avaliações biométricas no tempo aos 22, 37, 49 e 68 DAS. As análises fisiológicas foram realizadas na fase de desenvolvimento (49 DAS). O uso de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel (mudas e substrato) favorece a aceitação do produto pelo mercado e eficiência do uso da água a níveis moderados (2,0 a 3,0 dS m⁻¹) de salinidade, favorece ainda o índice de qualidade de Dickson, produção de flores, percentagem de plantas vivas em níveis altos (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) em relação aos tratamentos sem o polímero, chegando a conclusão geral que a manutenção da umidade proporcionada por 3,0 g L⁻¹ de hidrogel não ocasiona a diluição dos sais no substrato entretanto a penetração das raízes no polímero mitiga o efeito osmótico causado pela salinidade na produção de mudas de *Tagetes patula* L.

Palavras-chave: *Tagetes patula* L.; estresse salobro; hidrogel; ornamental.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the hydrogel in minimizing damage caused by salinity in the production of marigold (*Tagetes Patula* L.). The research was carried out in a greenhouse, in the experimental area of the agrometeorological station, belonging to the Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, Brazil. The work was divided into 2 chapters corresponding to the two phases of the experiment. The first phase took place in September 2020, in a randomized block design in subdivided plots, where the plots corresponded to seven electrical conductivities of the irrigation water CEa (0.5; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 ; 5.0 and 6.0 dS m⁻¹) and the subplots corresponded to four hydrogel concentrations (0.0; 1.0; 2.0 and 3.0 g L⁻¹), with 5 repetitions and each subplot was composed of 27 seeds. The analysis of emergence variables and number of live seedlings showed that the increase in salinity reduced the percentage of germination, promoting seedling death, regardless of the hydrogel dose. The use of 3 g of hydrogel per liter of substrate favored the production of leaves and reduced heat stress with increasing salinity of the substrate, promoted an increase in seedling height, leaf dry mass and total dry mass in relation to treatments without the polymer, even at moderate (2.0 to 3.0 dS m⁻¹) and high (4.0 to 6.0 dS m⁻¹) salinity levels of the irrigation water, indicating a possible mitigating effect on the damage caused by salinity. The second phase of the research was carried out between December 2020 and February 2021, using a randomized block design with subdivided plots, where the plots corresponded to the seven electrical conductivities of the irrigation water (0.5; 1.0; 2, 0; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0 dS m⁻¹) and the subplots correspond to two hydrogel concentrations (0.0 and 3.0 g L⁻¹), with 5 repetitions. Biometric time assessments were performed at 22, 37, 49 and 68 DAS. Physiological analyzes were performed in the developmental phase (49 DAS). The use of 3.0 g L⁻¹ of hydrogel (seedlings and substrate) favors the acceptance of the product by the market and efficiency of water use at moderate levels (2.0 to 3.0 dS m⁻¹) of salinity, favors also the Dickson quality index, flower production, percentage of live plants at high levels (4.0 to 6.0 dS m⁻¹) in relation to treatments without the polymer, reaching the general conclusion that the maintenance of moisture provided per 3.0 g L⁻¹ of hydrogel does not cause the dilution of salts in the substrate, however, the penetration of the roots into the polymer mitigates the osmotic effect caused by salinity in the production of *Tagetes patula* L.

Keywords: *Tagetes patula* L.; brackish stress; hydrogel; ornamental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Localização da casa de vegetação presentada na estação agrometeorológica..	28
Figura 2-	Croqui do experimento em delineamento blocos com parcelas subdivididas	29
Figura 3-	Condutividades elétricas da água utilizadas nas irrigações	31
Figura 4-	Sementes de <i>Tagetes patula</i> L.	31
Figura 5-	Mistura de arisco e húmus de minhoca na proporção 4:2 (A) e húmus de minhoca (B), doses de hidrogel (C) e homogeneização do substrato com o hidrogel (D)	32
Figura 6-	Bandejas dispostas e identificadas de acordo com o croqui	33
Figura 7-	Plântulas vivas no final do experimento	35
Figura 8-	Avaliação da altura (A), corte da parte aérea das plantas (B), radículas retiradas do substrato (C) e medição do comprimento (D)	37
Figura 9-	Disposição dos blocos dentro da casa de vegetação (A) e fotografia do bloco com câmera termográfica (B)	38
Figura 10-	Efeito da condutividade elétrica da salinidade da água (CEa) no índice de velocidade de emergência (A), na porcentagem de emergência (B) e número de plantas vivas (C) de cravo de defunto (<i>Tagetes patula</i> L.)	39
Figura 11-	Velocidade média de emergência (VME) em cravo de defunto (<i>Tagetes patula</i> L.) em função da condutividade elétrica da água e da concentração de hidrogel no substrato	41
Figura 12-	Altura da plântula-AP (A) e comprimento da raiz-CR (B) em mudas de cravo de defunto (<i>Tagetes patula</i> L.) em função da condutividade elétrica da água (CEa) e da concentração de hidrogel no substrato	44

Figura 13-	Número de folhas em mudas de cravo de defunto (<i>Tagetes patula</i> L.) em função da condutividade elétrica da água (A) e da concentração de hidrogel no substrato (B)	45
Figura 14-	Massa seca de folhas (A) e massa seca total (B) de mudas de cravo de defunto (<i>Tagetes patula</i> L.) em função da condutividade elétrica da água (CEa) e da concentração de hidrogel no substrato	46
Figura 15-	Índice térmico de mudas de <i>Tagetes patula</i> L. submetidas a diferentes condutividades elétricas da água (CEa) (A) e doses de hidrogel no substrato (B)	48
Figura 16-	Semeadura (A) e desenvolvimento inicial de mudas de <i>Tagetes patula</i> L. (B)	53
Figura 17-	Croqui delineamento blocos em parcelas subdivididas	54
Figura 18-	Transplântio de mudas de <i>Tagetes patula</i> L. aos 15 dias após a semeadura	55
Figura 19-	Lâmina de água drenado medido em bécher	56
Figura 20-	Solução nutritiva (A) e aplicação da solução por planta (B)	58
Figura 21-	Solução na mesa agitadora (A) e medição da condutividade elétrica do sobrenadante (B)	58
Figura 22-	Hidrogel aderido as raízes de <i>Tagetes patula</i> L	59
Figura 23-	Condutividade elétrica do hidrogel seco aderido as raízes	60
Figura 24-	Mudas de <i>Tagetes patula</i> L. aos 37 dias após a semeadura	61
Figura 25-	Raízes de <i>Tagetes patula</i> L. na ausência (A) e presença (B) de hidrogel no substrato	62
Figura 26-	Plantas de <i>Tagetes patula</i> L. na ausência e presença de hidrogel aos 68 DAS	63

Figura 27-	Medições de trocas gasosas utilizando o analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), mod. Li - 6400XT, Licor, USA	65
Figura 28-	Medição do índice relativo de clorofila com o auxílio do medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan)	66
Figura 29-	Análise sensorial realizada na cantina na eng. de pesca, Campus do Pici	67
Figura 30-	Condutividade elétrica do substrato em diferentes salinidades (A) e na presença e ausência de hidrogel (B)	71
Figura 31-	Condutividade elétrica da água dentro do hidrogel em diferentes salinidades	73
Figura 32-	Interação entre salinidade x épocas de avaliação na altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) de <i>Tagetes patula</i> L.	75
Figura 33-	Interação entre hidrogel x épocas de avaliação na altura de plantas (A) e efeito isolado do hidrogel no diâmetro do caule (B) de <i>Tagetes patula</i> L.	76
Figura 34-	Efeito isolado da salinidade (A) e interação entre hidrogel x épocas de avaliação no número de folhas (B)	78
Figura 35-	Interação salinidade x época de avaliação (A) e interação entre hidrogel x época de avaliação (B) no número de flores de <i>Tagetes patula</i> L.	79
Figura 36-	Efeito isolado da salinidade no comprimento de raiz de <i>Tagetes patula</i> L	82
Figura 37-	Interação entre salinidade x hidrogel na massa seca da parte aérea (A), massa seca de raiz (B) e massa seca total (C) de <i>Tagetes patula</i> L.	83
Figura 38-	Interação entre salinidade x hidrogel no índice de qualidade de Dickson de <i>Tagetes patula</i> L.	84
Figura 39-	Interação entre salinidade x hidrogel na eficiência do uso de água de <i>Tagetes patula</i> L.	86
Figura 40-	Interação entre salinidade x hidrogel na área foliar de <i>Tagetes patula</i> L.	89

Figura 41-	Interação entre salinidade x hidrogel na área foliar específica de <i>Tagetes patula</i> L.	90
Figura 42-	Interação entre salinidade x hidrogel na razão área foliar de <i>Tagetes patula</i> L.	91
Figura 43-	Efeito isolado do grau de succulência em folhas de <i>Tagetes patula</i> L.	92
Figura 44-	Efeito isolado da salinidade no índice relativo de clorofila de <i>Tagetes patula</i> L.	93
Figura 45-	Intenções de compra de <i>Tagetes patula</i> L. pelos julgadores	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Resumo das análises de variância para índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (%E), número de plantas vivas (NPV), velocidade média de emergência (VME) e tempo médio de emergência (TME)	38
Tabela 2-	Resumo das análises de variância para altura de plântulas (AP), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) de plântulas de <i>Tagetes patula</i> L., submetidas a diferentes condutividades elétricas nas concentrações de hidrogel	42
Tabela 3-	Volume de água salobra aplicado (litro) por tratamento aos 68 dias após a semeadura	57
Tabela 4-	Fases de desenvolvimento	60
Tabela 5-	Tratamentos e códigos recebidos pelas plantas	67
Tabela 6-	Classificação de tolerância a salinidade pela redução da massa seca	68
Tabela 7-	Análise de variância para a condutividade elétrica da suspensão: água (CE _{1:1}) do cultivo de <i>Tagetes patula</i> L. sob diferentes condutividades elétricas e hidrogel	69
Tabela 8-	Análise de variância para a condutividade elétrica do hidrogel (CEh) no cultivo de <i>Tagetes patula</i> L. sob diferentes condutividades elétricas	69
Tabela 9-	Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e número de flores (NFLOR) de <i>Tagetes patula</i> L. submetidas a diferentes condutividades elétricas e concentrações de hidrogel	70

Tabela 10-	Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD) e eficiência do uso da água (EUA) de <i>Tagetes patula</i> L. submetida a diferentes salinidades e hidrogel	72
Tabela 11-	Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento em diferentes salinidades e hidrogel	74
Tabela 12-	Análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão área foliar (RAF), grau de suculência (GS), teor de água da parte aérea (TA) e índice relativo de clorofila (IRC) em <i>Tagetes patula</i> L. submetidas a diferentes condutividades elétricas e concentrações de hidrogel	81
Tabela 13-	Resumo da análise de variância referentes a trocas gasosas: taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E) e concentração intercelular de CO ₂ (Ci) e índice relativo de clorofila (IRC) em <i>Tagetes patula</i> L. submetidas a diferentes condutividades elétricas e concentrações de hidrogel	87
Tabela 14-	Resultado da análise sensorial de qualidade visual de <i>Tagetes patula</i> L. irrigada com diferentes salinidades na presença e ausência de hidrogel no substrato	88
Tabela 15-	Tolerância a salinidade de <i>Tagetes patula</i> L. pelas diferentes salinidades e hidrogel aos 68 dias após a semeadura	95
Tabela 16-	Resultado da análise sensorial de qualidade visual de <i>Tagetes patula</i> L. irrigada com diferentes salinidades na presença e ausência de hidrogel no substrato	97

Tabela 17-	Tolerância a salinidade de <i>Tagetes patula</i> L. pelas diferentes salinidades e hidrogel aos 68 dias após a semeadura	99
------------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	19
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo geral	20
2.2	Objetivos específicos	20
2.3	Hipótese	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	Tolerância das plantas ornamentais ao estresse salino	21
3.2	Caracterização e uso de polímeros hidroretentores na agricultura	22
3.3	Uso de polímeros hidroretentores na atenuação de estresses abióticos em plantas	23
3.4	Cravo de defunto (<i>Tagete patula L.</i>)	25
4	CAPITULO 1: HIDROGEL COMO MITIGADOR DO ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>Tagetes patula L.</i>	26
4.1	Introdução	27
4.2	Material e Métodos	28
4.2.1	<i>Localização do experimento</i>	28
4.2.2	<i>Delineamento experimental</i>	29
4.2.3	<i>Instalação e Condução do Experimento</i>	31
4.3	Resultados e Discussão	38
4.3.1	<i>Variáveis de emergência e número de plantas vivas</i>	38
4.3.2	<i>Variáveis biométricas e massa seca</i>	42
4.3.3	<i>Índice térmico das plântulas</i>	47
4.4	Conclusão	49

5	CAPITULO 2: DESENVOLVIMENTO DE <i>Tagetes patula</i> L. SOB IRRIGAÇÃO SALOBRA E HIDROGEL	50
5.1	Introdução	51
5.2	Material e Métodos	52
5.2.1	<i>Caracterização da área experimental</i>	52
5.2.2	<i>Produção de mudas</i>	53
5.2.3	<i>Delimitação Experimental</i>	54
5.2.4	<i>Instalação e Condução do Experimento</i>	55
5.2.5	<i>Determinação da condutividade elétrica do substrato e do hidrogel</i>	58
5.2.6	<i>Determinação das variáveis biométricas</i>	60
5.2.7	<i>Determinação das variáveis morfológicas, índice de qualidade de Dickson e eficiência do uso da água</i>	62
5.2.8	<i>Características morfológicas foliares e trocas gasosas</i>	64
5.2.9	<i>Análise sensorial e tolerância a salinidade</i>	67
5.2.10	<i>Análises estatísticas</i>	69
5.3	Resultados e Discussão	70
5.3.1	<i>Determinação da condutividade elétrica do substrato e do hidrogel</i>	70
5.3.2	<i>Variáveis biométricas no tempo</i>	73
5.3.3	<i>Variáveis de biomassa, índice de qualidade de Dickson e eficiência do uso da água</i>	81
5.3.4	<i>Variáveis foliares e trocas gasosas</i>	88
5.3.5	<i>Análise sensorial e tolerância a salinidade</i>	96
5.4	Conclusão	101
6	CONCLUSÃO GERAL	101
	REFERÊNCIAS	102

1 INTRODUÇÃO GERAL

A floricultura é uma atividade presente em quase todos os países do mundo, onde os maiores produtores de plantas ornamentais são a Holanda, China, Estados Unidos e Japão respectivamente, tendo suas produtividades aumentadas através do cultivo em estufa. No Brasil, essa atividade tem grande importância, gerando emprego para 8,2 mil produtores e rentabilidade de 1,61 bilhões de reais para o país em uma área de 15 mil ha cultivada com flores e plantas ornamentais. As principais espécies produzidas no Brasil são rosas, crisântemos, gerbera, astromélias, áster, tango, lírios, lisianthus, além de espécies como pimenta ornamental. As Vinca e Tagetes são plantas anuais bastante comercializadas no país e no exterior em datas comemorativas, tendo grande expressão na Alemanha e Holanda (BRAINER, 2018; ARAÚJO, 2010).

A região nordeste possui a terceira maior quantidade de estabelecimentos de cultivo distribuídos nos nove estados, onde as maiores concentrações estão na Bahia, Pernambuco e Ceará (BRAINER, 2018). Devido as altas temperaturas e índices pluviométricos irregulares é comum encontrar solo e água afetado por sais no semiárido brasileiro, em que muitas vezes essa água é o único recurso disponível pelos agricultores.

No Ceará as plantas mais produzidas são de clima tropical (SEBRAE, 2015) pois as condições ambientais influenciam a germinação das plântulas, assim a temperatura e a luminosidade atuam diretamente nos processos fotossintéticos, onde a radiação solar atua no regime térmico e a salinidade influencia diretamente na disponibilidade de água no substrato (efeito osmótico), toxicidade dos íons e desbalanço nutricional nas plantas (SILVA *et al.*, 2021).

As variações do conteúdo de água podem reduzir o desenvolvimento, qualidade e produtividade das plantas pois o uso da água em quantidade adequada é o principal objetivo da agricultura (SALA & COSTA, 2012) havendo a necessidade de buscar alternativas que minimizem os efeitos do déficit hídrico em ambientes semiáridos (NAVROSKI *et al.*, 2015).

Atualmente o hidrogel tem sido uma alternativa bastante utilizada para minimizar os efeitos do déficit hídrico em ambientes semiáridos, entretanto devido a sua capacidade de absorver, reter e liberar de água gradativamente próximo as raízes (NAVROSKI, *et al.*, 2015) sugere-se que a manutenção da umidade no sistema radicular causada pelo polímero possa favorecer a diluição dos sais e a absorção da água (LESSA *et al.*, 2019) podendo tornar o hidrogel um possível mitigador do estresse salobro nas plantas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito do hidrogel em minimizar danos causados pela salinidade na produção de cravo de defunto (*Tagetes Patula L.*).

2.2 Objetivos específicos

- I. Propor uma concentração de hidrogel incorporado ao substrato para mitigação dos danos causados pela salinidade na emergência e produção de mudas *Tagetes patula L.*
- II. Comparar o desempenho da presença e ausência de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel como mitigador da salinidade no desenvolvimento de *Tagetes Patula L.*

2.3 Hipótese

A manutenção da umidade na zona radicular de *Tagetes patula L.* proporcionada pelo hidrogel pode favorecer a diluição dos sais no substrato.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tolerância das Plantas ornamentais ao estresse salino

A salinidade é caracterizada pelo teor de constituintes inorgânicos (todos os íons, nutrientes e não nutrientes presentes no solo ou no substrato) capazes de se dissolver em água, sendo importante levar em consideração a escolha do material de cultivo que resulte em condutividade elétrica baixo de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, tendo em vista que os sais presentes no substrato podem afetar negativamente o cultivo devido a capacidade de troca de cátions e desbalanço nutricional (NAVROSKI *et al.*, 2016).

Segundo Rebouças *et al.* (1989), o aumento da concentração de sais no substrato, diminui a capacidade de absorção de água pelas sementes influenciando negativamente a germinação e desenvolvimento das plântulas, pois os efeitos do estresse salobro está relacionado a redução do potencial osmótico da solução do solo, distúrbios nutricionais e efeito específico de alguns íons, assim a junção desses fatores, compromete os processos fotossintéticos e conseqüentemente a produção de fotoassimilados e desenvolvimento de diversos órgãos.

Como estratégia de sobrevivência em ambiente salobro as plantas reduzem o número de folhas, biomassa da parte aérea e a área foliar, reduzindo proporcionalmente a necessidade das plantas em reduzir a perda de água transpirada para manter a conservação da água em seu interior (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Outra estratégia utilizada pelas plantas é o ajustamento osmótico, ou seja, estratégia adaptativa das plantas ao estresse hídrico causado pela salinidade que aumenta a concentração de soluto nas células, mantendo a hidratação e o turgor, pois a perda do equilíbrio osmótico causa a perda da turgescência das células, desidratação e morte celular (TAIZ *et al.*, 2017). Algumas plantas são sensíveis e outras tolerantes a salinidade, respondendo a diferentes concentrações de sais (SOARES FILHO *et al.*, 2016).

A tolerância a salinidade está relacionada a genética, variedades, estágio fenológico e adaptação do estresse salobro, devido ao fato de que as plantas mostram comportamentos diferentes a salinidade quanto a fase fenológica, sendo importante determinar a salinidade limiar nos diferentes estágios de desenvolvimento, afim de reduzir as perdas de produção, otimizando o uso da água salobra e economizando a água de qualidade superior (AYERS & WESTCOT, 1999). Dessa forma, a tolerância a salinidade é definida como a capacidade que algumas plantas tem de se adaptar ao meio salobro, absorvendo água em quantidades

necessárias à sua fisiologia (AYERS & WESTCOT, 1999). Assim, a tolerância ao estresse salobro está relacionada a capacidade de sobrevivência e produtividade das plantas em níveis baixos, médios e altos de salinidade (SOARES FILHO *et al.*, 2016). Em altos níveis de salinidade, os sais podem danificar as raízes e os pêlos radiculares, impedindo a absorção de água e nutrientes afetando por consequência as atividades fisiológicas das plantas (NAVROSKI *et al.*, 2016).

Oliveira, (2017) ao submeter as espécies ornamentais *Catharanthus roseus*, *Allamanda catártica* (cipó de leite), *Ixora coccínea* e *Duranta erecta* (pingo de ouro) a dez condutividades diferentes de salinidade (0,5 a 12 dS m⁻¹), obteve a espécie *Ixora coccínea* tem maior capacidade de tolerância a salinidade enquanto a espécie *Duranta erecta* tem menor tolerância.

A identificação da tolerância das plantas a salinidade pode ser uma estratégia bastante benéfica para os produtores de plantas ornamentais, tendo em vista a quantidade de poços com água salobra presente no semiárido brasileiro.

3.2 Caracterização e uso de polímeros hidroretentores na agricultura

O hidrogel é um polímero hidroabsorvente tridimensional, constituído por monômeros de carbono unidos por ligações fracas de pontes de hidrogênio e ligações fortes de Van Der Waals, sendo capaz de absorver e armazenar água, devido as reações eletrolíticas presentes. Assim esse produto tem a capacidade de armazenar em sua estrutura até 1500 vezes seu peso em água, liberando gradualmente essa água para o solo, diminuindo os intervalos de irrigação (SANTOS, 2017).

Os polímeros podem ser de origem natural (derivado do amido) ou sintético (derivado do petróleo), tendo diferentes capacidades de retenção de água e como consequência reserva de água para as raízes, podendo ser utilizado em diferentes tipos de solo, condições ambientais e espécies de plantas (ARAGÃO, 2018).

O polímero sintético a base poliacrilamida tem a capacidade de absorver 150 a 400 vezes sua massa seca, em contato com o substrato o polímero aumenta a capacidade de armazenamento de água e minimiza problemas associados a falta de água, entretanto, cientificamente os resultados de seu uso são variáveis devido a diferentes condições, como diferença entre espécies, cultivares, doses utilizadas, condições ambientais diferenciando os resultados. A grande maioria dos estudos realizados e publicados são feitos com polímeros aniônicos, que atuam na estruturação do solo, controle da erosão, melhorando a infiltração de

água no solo e ajudando a recuperar solos salinos, por outro lado poucos estudos são realizados com polímero hidroabsorventes que tem a capacidade de reter água sem reagir com os constituintes do solo exercendo efeitos diretos na retenção de água (NAVROSKI, 2013).

Nos últimos 10 anos, o maior número de trabalhos utilizando hidrogel no Brasil está concentrado na produção de mudas e testes de sobrevivência pós plantio na silvicultura, havendo destaque também para fruticultura, olericultura e cafeicultura. A natureza do arranjo das moléculas confere ao hidrogel a forma granular quando seco, ao ser hidratado se dilata contribuindo para manter o suprimento de água as plantas por mais tempo reduzindo a frequência de irrigação. Além disso, o polímero torna a água facilmente disponível as plantas melhorando o seu desenvolvimento inicial (MONTEIRO NETO *et al.*, 2017).

O hidrogel é visto em diversos estudos como uma estratégia para reduzir os custos com irrigação e aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas além de ser considerada uma ferramenta economicamente viável e de fácil aplicação nas culturas (MONTEIRO NETO *et al.*, 2017). A desvantagem do polímero sintético é não ser biodegradável podendo causar salinidade no solo (VENTUROLI & VENTUROLI, 2011).

Lourenço, (2016) o hidrogel causa salinidade do solo, devido a ligação do polímero com os sais, aumentando o volume de água drenado com sais diluídos, provocando problema de salinidade no ambiente utilizado. Devido ao seu pH neutro, o hidrogel não afeta a disponibilidade de nutrientes, composição química do solo, melhora as propriedades físicas, como porosidade, densidade, capacidade de retenção de água, permeabilidade do solo, taxa de infiltração e etc.

3.3 Uso de polímeros hidroretentores na atenuação de estresses abióticos em plantas

O fornecimento de água em quantidade e momento adequado é o principal objetivo da agricultura irrigada, principalmente em ambiente protegido, onde as variações do conteúdo de água não podem afetar o desenvolvimento vegetativo das plantas resultando na redução da qualidade e da produtividade (SALA & COSTA, 2012).

A irrigação é uma técnica que disponibiliza água no momento e na quantidade certa, aumentando a eficiência do uso e impactando na otimização das culturas, pois o excesso ou déficit de água, influência diretamente na produtividade (FERNÁNDEZ, 2017). Entretanto a agricultura tem buscado alternativas que reduzam o uso da água doce pois essa atividade consome 70% da água no mundo e o crescente aumento da população tem colocado o setor

sobre pressão constante para produzir mais alimentos com redução do uso da água (WETTSTEIN *et al.*, 2017).

Assim, o desenvolvimento vegetal é resultado das condições ambientais do meio, em que cada espécie exige características específicas como temperatura, umidade e velocidade do vento, esses fatores em conjunto influenciam a germinação das plantas. O efeito desses fatores abióticos é maior na fase reprodutiva (florescimento) e vegetativa (desenvolvimento) na maioria das culturas e são potencializados quando atuam de forma simultânea, pois a interação entre temperatura e luminosidade são cruciais no processo fotossintético, assim como a radiação solar atua diretamente no desenvolvimento e/ou indiretamente no regime térmico para a geração de fitomassa, influenciando ainda nos processos de evapotranspiração total (SILVA *et al.*, 2021). Além disso, a salinidade influencia diretamente no efeito osmótico do substrato, toxicidade dos íons e desbalanço nutricional nas plantas (DIAS *et al.*, 2016).

Divincola *et al.*, (2020) analisando a temperatura foliar de calêndula sob regime hídrico de 50, 75 e 100% com doses de 0,1,5; 2,5; 5,0 e 7,5 g de hidrogel obtiveram que plantas sob regime hídrico de 50% da capacidade de campo apresentaram um leve incremento da temperatura foliar de 1,17% em função do estresse hídrico acentuado. Em regime hídrico de 75 e 100% da capacidade de campo apresentaram redução linear da temperatura foliar, indicando que o aumento das doses de hidrogel e conseqüentemente reposição hídrica conseguiram regular sua temperatura das folhas. Ainda segundo os autores, a temperatura foliar é um importante indicativo de estresse hídrico nas culturas, pois em condição de estresse as plantas reduzem a abertura estomática, reduzindo as trocas gasosas e conseqüentemente elevando a temperatura foliar.

Marques *et al.*, (2013) o hidrogel é utilizado como substituto da irrigação suplementar em mudas de café proporcionando a mesma qualidade de água que as espécies irrigadas sem hidrogel. Pelegrin, (2017) cita que a capacidade do hidrogel de armazenar água durante a irrigação reduz perdas por percolação, aumenta a retenção de água promovendo uso eficiente, minimiza problemas relacionados com deficiência hídrica provocado pela irregularidade de chuvas.

Apesar do hidrogel ser muito utilizado como armazenador do excesso de água aplicado na irrigação, tendo a capacidade de reduzir a frequência de irrigação e otimizar o uso de fertilizantes, poucas pesquisas são realizadas com salinidade. Nascimento Neto, (2017) obteve que a salinidade superior a 2,2 dS m⁻¹ reduziu a qualidade das mudas e 0,6 g dm⁻³ de hidrogel favoreceu o crescimento e a qualidade de mudas de mamoeiro Havai com irrigações diária e alternada. Moura *et al.* (2016) a salinidade não prejudica o polímero a ponto de afetar

os benefícios que o produto proporciona as plantas, no entanto a aplicação do hidrorretentor pode causar uma barreira no solo afetando o crescimento das plantas.

3.4 Cravo de defunto (*Tagete patula* L.)

O cravo de defunto (*Tagetes Patula* L.) pertence à família das Asteraceae, é uma espécie herbácea anual com altura de 20 a 30 cm, as flores possuem capítulos pequenos simples ou dobrados, é de fácil cultivo, produz flores de diferentes tonalidades e tamanhos, a folhagem possui coloração verde escura apresentando um forte cheiro característico. A espécie pode ser cultivada a pleno sol possuindo grande resistência, sendo uma das poucas espécies anuais que pode ser cultivada em regiões tropicais durante o verão (BOUERI *et al.*, 2010).

A propagação é realizada por sementes em que a temperatura média ideal é de 18 a 25° para a uma boa germinação não havendo sensibilidade a luz. O substrato necessita ter boa aeração, drenagem e matéria orgânica bem decomposta (BOUERI, 2003).

A espécie tem origem no México, por ser florífera anual permite ser utilizada em jardins, paisagismo, como flores de corte em plantas de vaso (MENDES, 2016). Além de ser utilizada como planta ornamental, possui diversas finalidades que agregam a espécie valor econômico e comercial pois possui propriedades nematicidas, bactericidas, fungicida, inseticida, medicinais e farmacêuticos (BOUERI *et al.*, 2010). De acordo como (MUNHOZ *et al.*, 2013), a espécie ainda apresenta flores que possuem função antisséptica, diurética e repelente de insetos, as folhas são utilizadas no combate as dores musculares e problemas nos rins além disso as sementes e raízes possuem efeito purgativo.

A espécie *Tagetes patula* L. também pode ser utilizada no manejo integrado de pragas, como controle biológico, atuando como planta armadilha para alguns insetos considerados pragas pois atrai insetos benéficos reduzindo a infestação de tripés (COSTA *et al.*, 2019).

Boueri, (2010) analisando o desenvolvimento de *Tagetes patula* L. em casa de vegetação e no campo verificou que plantas cultivadas em ambiente protegido obtém flores de melhor qualidade evidenciando para esse parâmetro a influência positiva do ambiente protegido.

CAPITULO 1: HIDROGEL COMO MITIGADOR DO ESTRESSE SALINO NA EMERGÊNCIA E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Tagetes patula* L.

RESUMO

Os hidrogéis favorecem a retenção de umidade no substrato e podem atenuar os efeitos do estresse salino na produção de plantas em vaso. Nesse contexto, objetivou-se a utilização do hidrogel para mitigar os danos causados pela salinidade na emergência, crescimento e estresse térmico de mudas *Tagetes patula* L. A pesquisa foi realizada em casa-de-vegetação, em setembro de 2020, em Fortaleza, Brasil. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas corresponderam a sete condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 dS m⁻¹) e as subparcelas corresponderam a quatro concentrações de hidrogel (0,0; 1,0; 2,0 e 3,0 g L⁻¹), com 5 repetições. Foram avaliadas as variáveis índice de velocidade de emergência, percentagem de emergência, velocidade de emergência, tempo médio de emergência, número de plântulas vivas, altura de plântulas, comprimento de raiz, número de folhas, produção de biomassa e o índice térmico (diferença entre a temperatura do dossel e a temperatura do ar). O aumento da salinidade reduziu a percentagem de germinação, promoveu morte de plântulas, independente da dose de hidrogel. A aplicação de 3 g de hidrogel por litro de substrato favoreceu a produção de folhas e reduziu o estresse térmico com o aumento da salinidade do substrato. O uso de hidrogel 3,0 g L⁻¹ promoveu o aumento na altura de plântulas, massa seca foliar e massa seca total em relação aos tratamentos sem polímero retentor de água, mesmo em níveis moderados (2,0 a 3,0 dS m⁻¹) e altos (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) de salinidade da água de irrigação, indicando possível efeito de mitigação dos danos causados pela salinidade.

Palavras-chave: salinidade, emergência, polímero hidroretentor.

CHAPTER 1: HYDROGEL AS A SALINE STRESS MITIGATOR IN THE EMERGENCY AND ESTABLISHMENT OF *Tagetes patula* L.

ABSTRACT

Hydrogels favor moisture retention in the substrate and can attenuate the effects of saline stress on the production of potted plants. In this context, the objective was to use the hydrogel to

mitigate the damage caused by salinity in the emergence, growth and heat stress of *Tagetes patula* L seedlings. The research was carried out in a greenhouse, in September 2020, in Fortaleza, Brazil. The design used was in randomized blocks in split plots. The plots corresponded to seven electrical conductivities of irrigation water - CEa (0.5; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0; 5.0 and 6.0 dS m⁻¹) and the subplots corresponded to at four hydrogel concentrations (0.0; 1.0; 2.0 and 3.0 g L⁻¹), with 5 repetitions. The variables of emergence speed index, percentage of emergence, emergence speed, mean emergence time, number of live seedlings, seedling height, root length, number of leaves, biomass production and the thermal index (difference between canopy temperature and air temperature). The increase in salinity reduced the germination percentage, promoted seedling death, regardless of the hydrogel dose. The application of 3 g of hydrogel per liter of substrate favored the production of leaves and reduced heat stress with increasing salinity of the substrate. The use of 3.0 g L⁻¹ hydrogel promoted an increase in seedling height, leaf dry mass and total dry mass in relation to treatments without water-retaining polymer, even at moderate levels (2.0 to 3.0 dS m⁻¹) and high (4.0 to 6.0 dS m⁻¹) salinity of the irrigation water, indicating a possible effect of mitigating the damage caused by salinity.

Keywords: salinity, emergency, water-retaining polymer.

4.1 Introdução

O nordeste brasileiro possui mais de 50% de seu território com clima semiárido, caracterizado pela irregularidade das precipitações pluviométricas e longos períodos de estiagem (HOLANDA, 2016). Nessa região é comum encontrar fontes de águas salobras, que podem ser utilizadas para irrigação de jardins e no paisagismo, servindo assim, como alternativa hídrica durante períodos com baixa disponibilidade de água doce.

Entretanto, a escolha de plantas que tolerem a salinidade e a utilização de técnicas de manejo é de grande importância. A salinidade pode afetar o desenvolvimento vegetal e a qualidade das plantas (TAIZ *et al.*, 2017). Quando se trata de plantas ornamentais, tal fato pode prejudicar na comercialização, pois o mercado de plantas ornamentais prioriza a escolha de mudas resistentes e de boa qualidade (CASSANITI *et al.*, 2012).

As mudas de plantas ornamentais devem ser produzidas sob temperatura e em substrato adequados (SILVA & CESARIO, 2014), sendo recomendada a utilização de dois ou mais materiais para a produção de um bom substrato. Além disso, recomenda-se o uso de

condicionadores de solo, que integrados ao substrato possuem a capacidade de melhorar as propriedades físicas, físico-química e biológicas (EMBRAPA, 2015).

O hidrogel é um condicionador de solo que pode otimizar o uso de fertilizantes retendo e disponibilizando maior quantidade de macronutrientes no substrato, proporcionando maior desenvolvimento das plantas (NAVROSKI *et al.*, 2015). Além disso, a manutenção da umidade na zona radicular das plantas, sob influência do hidrogel, pode favorecer a diluição dos sais e a absorção de água (LESSA *et al.*, 2019), podendo tornar o hidroretentor um possível mitigador do estresse salino. Nesse contexto, objetivou-se testar a utilização do hidrogel para mitigar os danos causados pela salinidade na emergência, crescimento e estresse térmico de mudas *Tagetes patula* L.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em setembro de 2020, em casa de vegetação coberta com filme de polietileno de baixa densidade, transparência à radiação solar de 80% pertencente na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (3° 44' 44" S; 38° 34' 50" W, altitude 19m), Ceará, Brasil clima da região é AW tropical chuvoso Köppen (1923) (Figura 1).

Figura 1: Localização da casa de vegetação presente na estação agrometeorológica



Fonte: Google maps (2022).

Os dados de temperatura, umidade e intensidade de luz foram obtidos com o uso de um data logger HOBO® modelo Temp/ RH/ LUZ/ Ext) instalado dentro da casa de vegetação, programado para fazer o registro a cada 30 min. A temperatura média do ar foi de 25,2°C variando entre 33,0 e 20,1°C, enquanto a umidade relativa média foi de 63,5% variando entre 86,7 e 42,0% e o fotoperíodo de 12h.

4.2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas com cinco repetições. As parcelas foram compostas por sete condutividades elétricas da água de irrigação- CEa (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 dS m⁻¹) e as subparcelas corresponderam às quatro concentrações de hidrogel (0, 1, 2, 3 g L⁻¹). Cada parcela consistiu de uma bandeja dividida em quatro partes iguais e cada subparcela consistiu de 27 células, totalizando 140 unidades experimentais e 3,780 unidades observacionais, de acordo com o croqui (Figura 2).

Figura 2: Croqui do experimento em delineamento blocos com parcelas subdivididas.

S1	S6	S2	S4	S7	S3	S5	BLOCO 3
R3H4	R3H4	R3H3	R3H3	R3H4	R3H1	R3H2	
R3H1	R3H1	R3H1	R3H4	R3H3	R3H3	R3H3	
R3H3	R3H3	R3H4	R3H1	R3H1	R3H4	R3H1	
R3H2	R3H2	R3H2	R3H2	R3H2	R3H2	R3H4	

S5	S3	S7	S2	S6	S1	S4	BLOCO 1
R1H2	R1H4	R1H4	R1H2	R1H2	R1H1	R1H3	
R1H3	R1H1	R1H3	R1H1	R1H4	R1H4	R1H1	
R1H4	R1H3	R1H1	R1H3	R1H3	R1H2	R1H2	
R1H1	R1H2	R1H2	R1H4	R1H1	R1H3	R1H4	

S3	S1	S4	S7	S6	S2	S5	BLOCO 5
R5H2	R5H3	R5H2	R5H4	R5H2	R5H4	R5H1	
R5H1	R5H1	R5H3	R5H2	R5H3	R5H2	R5H2	
R5H3	R5H2	R5H4	R5H1	R5H1	R5H3	R5H3	
R5H4	R5H4	R5H1	R5H3	R5H4	R5H1	R5H4	

S6	S1	S7	S2	S5	S3	S4	BLOCO 2
R2H4	R2H4	R2H3	R2H1	R2H1	R2H3	R2H4	
R2H3	R2H3	R2H1	R2H2	R2H4	R2H4	R2H1	
R2H1	R2H2	R2H4	R2H4	R2H3	R2H1	R2H2	
R2H2	R2H1	R2H2	R2H3	R2H2	R2H2	R2H3	

S6	S4	S2	S3	S5	S7	S1	BLOCO 4
R4H3	R4H1	R4H3	R4H3	R4H4	R4H1	R4H3	
R4H1	R4H4	R4H2	R4H2	R4H1	R4H2	R4H2	
R4H2	R4H2	R4H4	R4H4	R4H2	R4H3	R4H4	
R4H4	R4H3	R4H1	R4H1	R4H3	R4H4	R4H1	

Legenda:

S0	0,5 dS m ⁻¹	H0	0 g L ⁻¹
S1	1,0 dS m ⁻¹	H1	1,0 g L ⁻¹
S2	2,0 dS m ⁻¹	H2	2,0 g L ⁻¹
S3	3,0 dS m ⁻¹	H3	3,0 g L ⁻¹
S4	4,0 dS m ⁻¹		
S5	5,0 dS m ⁻¹		
S6	6,0 dS m ⁻¹		

Fonte: autor (2022).

Os níveis de salinidade utilizadas para compor os tratamentos salobros foram obtidas pela diluição dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente a 7:2:1, obedecendo a relação entre CEa e a sua concentração ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1} = \text{CE} \times 10$) conforme

Rhoades (2000) (Figura 3). A CEa $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ foi obtido através da mistura da água de poço freático (CEa $0,8 \text{ dS m}^{-1}$) situada na área experimental e água armazenada da chuva (CEa 0,1). A proporção de sais utilizada na água é uma representação aproximada dos cátions e ânions presentes nos poços do Nordeste do Brasil (MEDEIROS, 1992).

Figura 3: Condutividades elétricas da água utilizadas nas irrigações.



Fonte: autor (2022).

4.2.3 Instalação e Condução do Experimento

A espécie ornamental utilizada foi a *Tagetes patula* L. (Cravo de defunto) classificada como arbusto anual frequentemente encontrado no paisagismo, jardins e decoração de interiores de regiões tropicais. As sementes foram adquiridas na empresa Isla sementes[®] (Figura 4).

Figura 4: Sementes de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2021).

As concentrações de hidrogel foram obtidas pela homogeneização do substrato com hidrogel da marca polyter obtendo as concentrações 1,0; 2,0 e 3,0 g L⁻¹. O substrato foi constituído da mistura de arisco e húmus de minhoca na proporção de 4:2 (CEes 1,66 dS m⁻¹) (Figura 5).

Figura 5: Mistura de arisco e húmus de minhoca na proporção 4:2 (A) e húmus de minhoca (B), doses de hidrogel (C) e homogeneização do substrato com o hidrogel (D).



Fonte: autor (2022)

Inicialmente sete bandejas de poliestireno foram alinhadas em cima de paletes de madeira (blocos), em seguida as bandejas foram identificadas e foi adicionada uma camada de brita tamanho zero no fundo de cada célula (50 ml) das bandejas com o objetivo de impedir a perda do substrato e melhorar a drenagem da água. Em todas as bandejas foram realizadas quatro divisões com 27 células onde as concentrações de hidrogel foram depositadas de acordo com o croqui (Figura 6).

Figura 6: Bandejas dispostas e identificadas de acordo com o croqui.



Fonte: autor (2022).

A semeadura foi realizada de forma unitária por célula, a 5 cm de profundidade em seguida houve a primeira irrigação com os tratamentos salobros. Foi aplicado uma lâmina de 300 ml de água do mesmo tratamento salobro em um grupo 27 células/bandeja, com turno de rega de dois dias durante um período de 15 dias, ao final a lâmina aplicado por subparcela foi de 2250 ml, totalizando 9000 ml.

No dia seguinte a semeadura, iniciou-se as contagens do número de plântulas emergidas até a estabilização (12º dias após a semeadura - DAS) usando como critério a emergência de folhas cotiledonares expandidas. As variáveis analisadas foram índice de velocidade de emergência - IVE, porcentagem de emergência - %E (MAGUIRE, 1962), número

de plantas vivas ao final do experimento, velocidade média de emergência - VME (CARVALHO & CARVALHO, 2009) e tempo médio de emergência - TME (LABOURIAU, 1983).

A porcentagem de emergência (%E) é a porcentagem de plântulas normais emergidas a partir da primeira contagem (MAGUIRE, 1962) dividido pelo número de sementes semeadas de acordo com a equação 1:

$$E = \frac{NE \times 100}{NT} \quad (1)$$

Onde:

NE: número de sementes emergidas;

NT: número total de sementes semeadas

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizada de acordo com (MAGUIRE, 1962), contando diariamente o número de plântulas normais emergidas até estabilizar, (equação 2). Quanto mais rápida for a emergência das sementes mais vigorosas serão.

$$IVE = \frac{E_1}{T_1} + \frac{E_2}{T_1} + \dots + \frac{E_i}{T_i} \quad (2)$$

Onde:

IVE: Índice de velocidade de emergência;

E₁ até E_i: Número de emergência ocorrida a cada dia;

T₁ até T_i: Tempo (dias)

O tempo médio de emergência (TME) é o tempo médio necessário para que aconteça a emergência de plantas, em dias segundo fórmula de Edmond & Drapala (1958), equação 3:

$$TME = \frac{E_1 \cdot T_1 + E_2 \cdot T_2 + \dots + E_i \cdot T_i}{E_1 + E_2 + E_3} \quad (3)$$

Em que:

TM: Tempo médio necessário para atingir a emergência máxima (dias);

E_1 até E_i : Número de emergência ocorrida a cada dia;

T_1 até T_i : Tempo (dias).

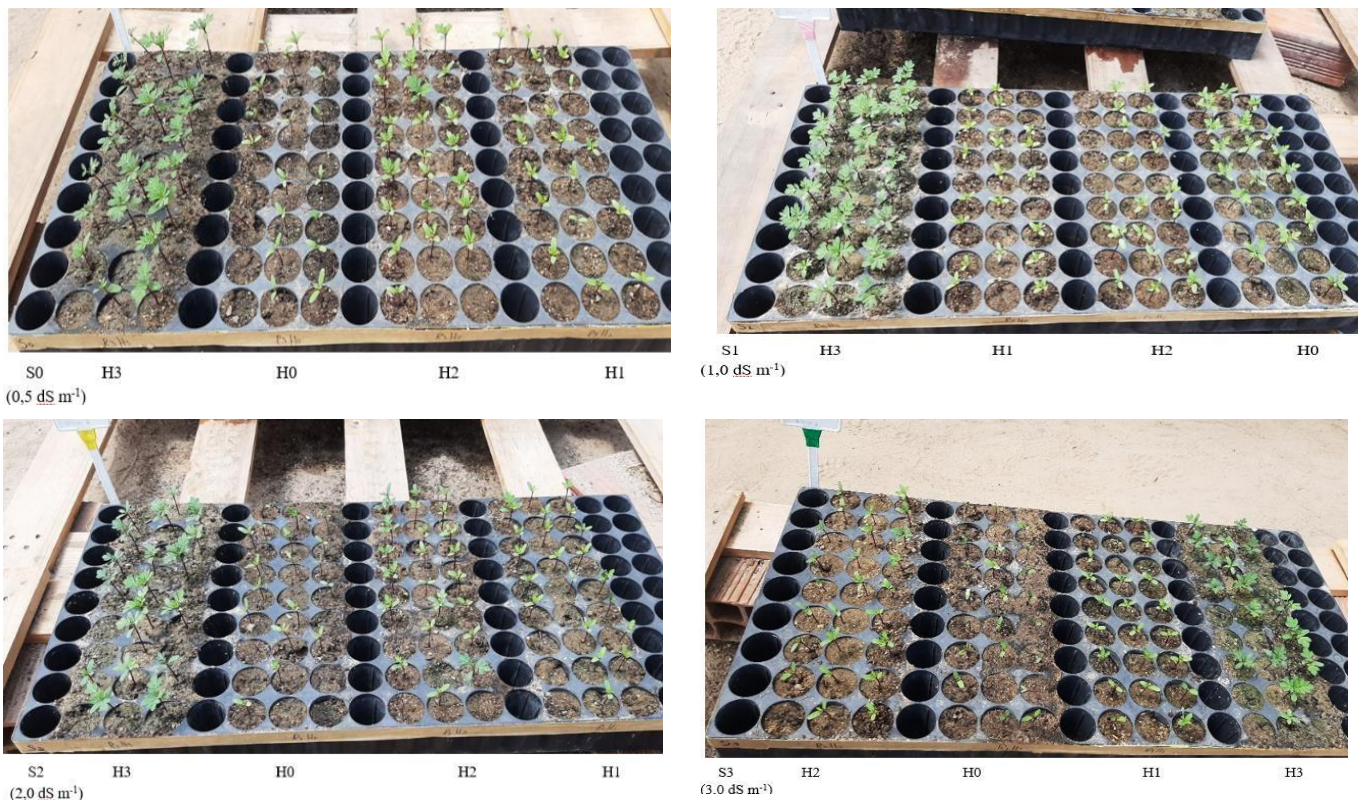
A velocidade média de emergência (VME) é contrária ao tempo médio de emergência (SANTANA & RANAL, 2004), de acordo com a formula 4:

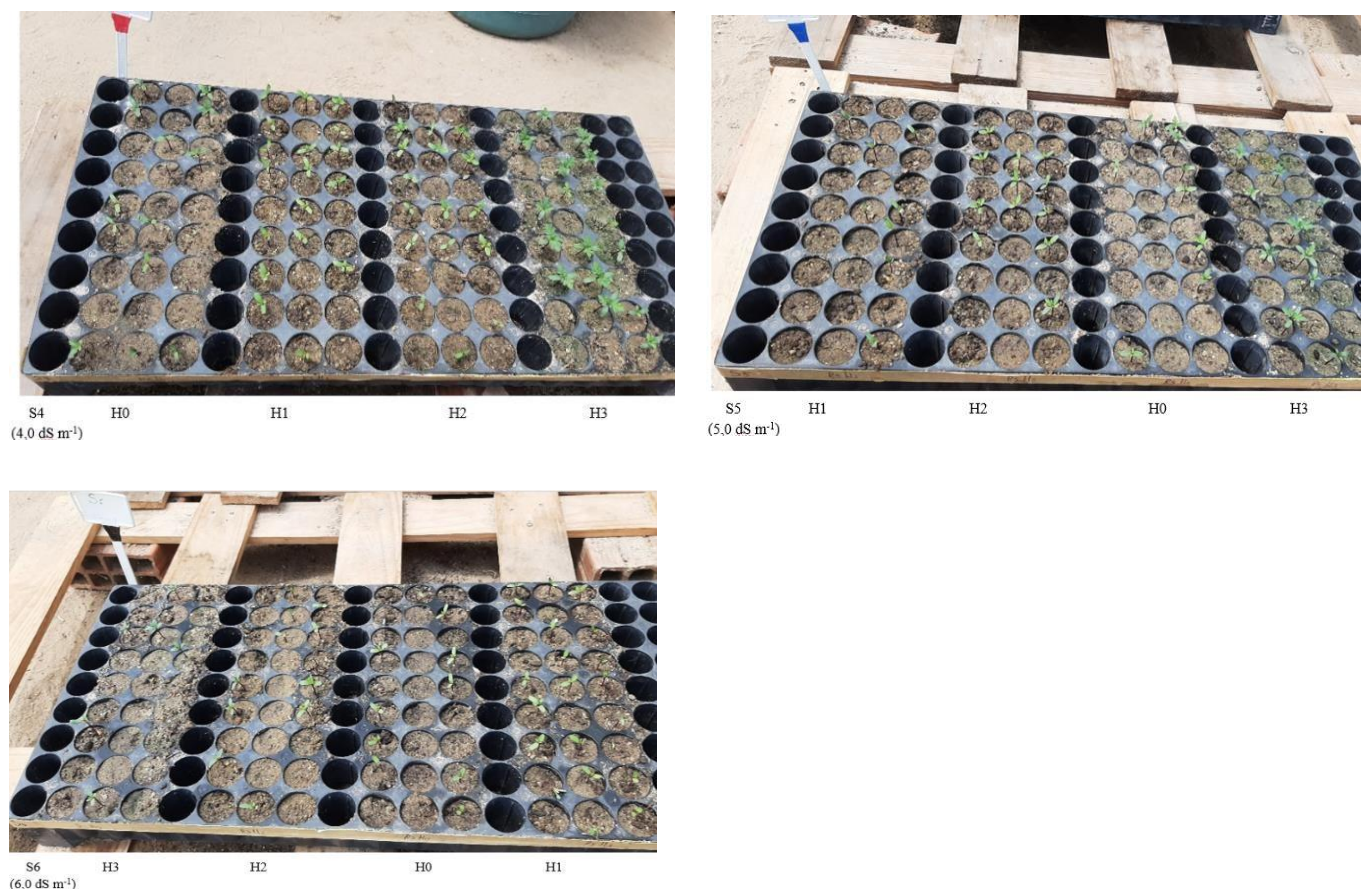
$$VME = 1/t \quad (4)$$

Onde: t = tempo médio de emergência

O número de plântulas vivas é a contagem do número de plântulas que se mantiveram vivas ao final do experimento (15 DAS) (Figura 7).

Figura 7: Plântulas vivas no final do experimento.

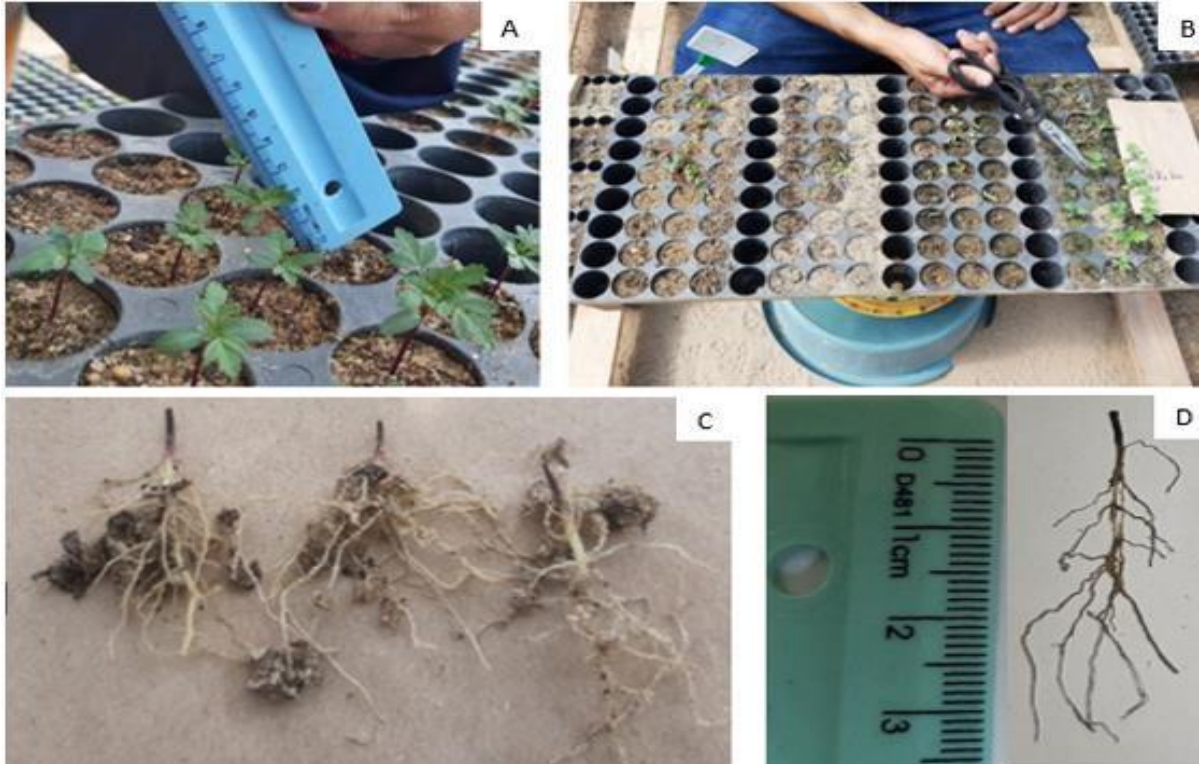




Fonte: autor (2022).

Aos 15 DAS foram realizadas as medições de altura das plântulas, contagem manual do número de folhas totalmente expandidas e comprimento das radículas (análises biométricas). A medida da altura das plântulas e comprimento de raiz foram realizadas com o auxílio de uma régua graduada em cm (Figura 8 A e C) após retirada do substrato (Figura 8 D). A altura das plântulas corresponde ao início do caule até a extremidade da última folha totalmente expandida, em seguida foram particionados em caule e folhas (Figura 8 B). Todas as partes foram pesadas em balança de precisão colocadas em sacos de papel devidamente identificados e depositadas em uma estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 24 h até atingir massa constante, em seguida foram pesadas novamente.

Figura 8: Medição da altura de plântulas (A), corte da parte aérea (B), raízes retiradas do substrato (C) e medição do comprimento de raiz (D).

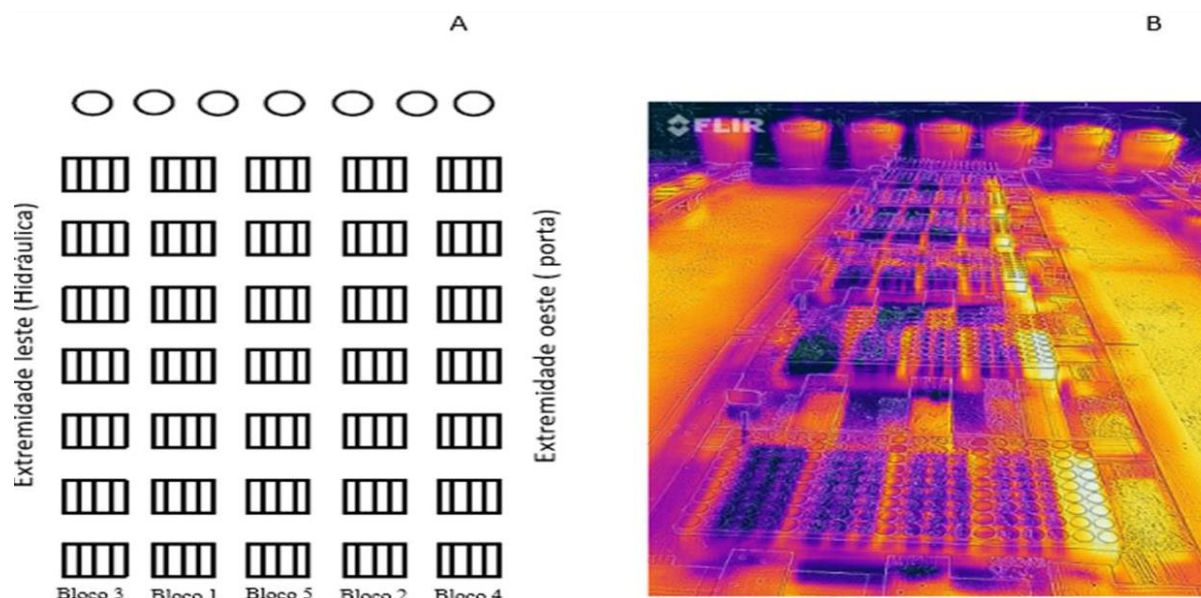


Fonte: autor (2022).

Em seguida, todas as partes da planta foram pesadas em balança de precisão e colocadas em sacos de papel devidamente identificados e depositadas em uma estufa de circulação forçada de ar a 65°C , para posterior obtenção de biomassa seca.

O índice térmico da superfície das folhas foi realizado aos 15 DAS, pela diferença entre a temperatura do dossel e a temperatura do ar. A temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) foi obtida em um termo hidrômetro (modelo THAL-300) posicionado em cima de cada bandeja. A temperatura do dossel (T_{dossel}) das mudas foi obtida através da captura de imagem térmica realizada pela câmera termográfica FLIR ONE PRO®, onde as leituras foram realizadas às 15:00 h, sem sombreamento das nuvens (Figura 9).

Figura 9: Disposição dos blocos dentro da casa de vegetação (A) e fotografia do bloco com câmera termográfica (B).



Fonte: autor (2022).

As imagens térmicas foram analisadas no software FLIR Tools, onde foram selecionadas apenas áreas de interesse (folhas) para determinar da temperatura do dossel. Após a obtenção desses dados estimou-se o índice térmico ($\Delta = T_{\text{dossel}} - T_{\text{ar}}$).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5%, quando significativos foram submetidos a análise de regressão para verificar a existência de efeitos isolados e interação entre os fatores salinidade e concentração de hidrogel. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR versão 5,6 e os gráficos de superfície de resposta foram produzidos no programa SIGMAPLOT.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Variáveis de emergência e número de plantas vivas

As variáveis índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (%E) e número de plantas vivas (NPV) foram influenciadas pela salinidade ($p < 0,01$), enquanto as variáveis TME e VME foram impactadas pela interação entre salinidade e hidrogel ($p < 0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1: Resumo das análises de variância para índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (%E), número de plantas vivas (NPV), velocidade média de emergência (VME) e tempo médio de emergência (TME).

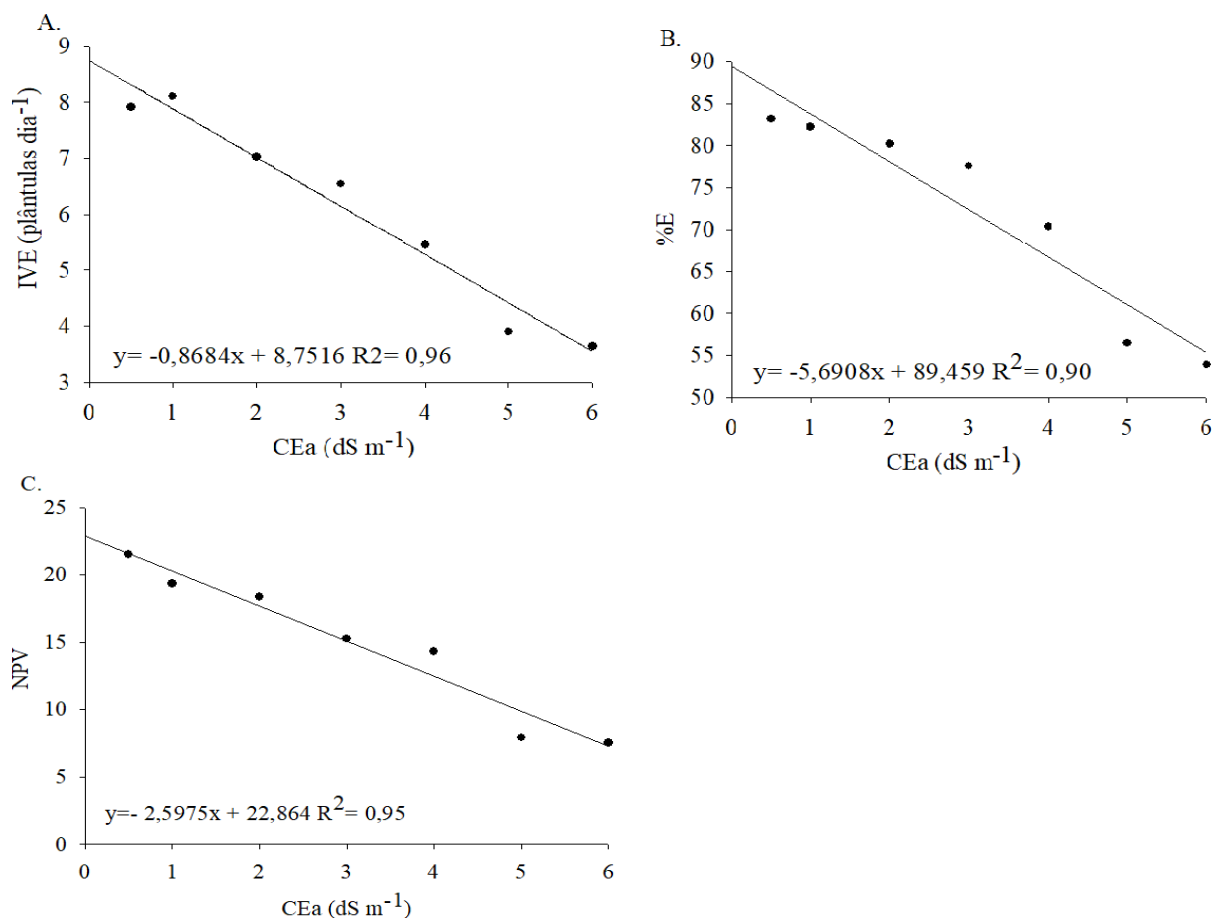
Fonte de Variação	G. L	Quadrado Médios				
		IVE	%E	NPV	VME	TME
Bloco	4	6,15**	415,050*	513,382**	0,002**	0,506**
Salinidade (S)	6	65,590**	2995,13**	509.514**	0,023**	4,36**
Reg. Linear	1	379,93**	16331.98*	2820.955**	0.127**	23,40**
Reg. Quadrática	1	2,28 ^{ns}	949.56**	0.793 ^{ns}	0.0009 ^{ns}	0,546*
Reg. cubica	1	4,91*	204.60 ^{ns}	38.116 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	0,018 ^{ns}
Resíduo (S)	24	0,99	130,64	37.552	0,0005	0,10
Hidrogel (H)	3	11,96**	402,99**	20,40 ^{ns}	0,005**	0,909**
Reg. Linear	1	8,98**	5,431*	48.36 ^{ns}	0.002 ^t	0,20 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	9,45**	3,240 ^{ns}	10.31 ^{ns}	0.004**	1,01**
Reg. cubica	1	17,45**	3,635 ^{ns}	2.52 ^{ns}	0.010**	1,51**
Interação (S x H)	18	0,462 ^{ns}	67,83 ^{ns}	25,66 ^{ns}	0,001*	0,276*
Resíduo (H)	84	1,04	98,24	19,93	0,0007	0,15
cv (a)	-	16,4	15,88	40,39	8,26	8,6
cv (b)	-	16,8	13,77	29,43	9,83	10,64

(*) Significativo a 5% de probabilidade, (**) Significativo a 1% de probabilidade e (ns) significativo pelo teste F.

Fonte: autor (2022).

As variáveis IVE, PE e NPV decresceram linearmente com o incremento da salinidade da água de irrigação, com queda menor que 30% no tratamento com condutividade elétrica de até 3,0 dS m⁻¹ (Figura 1). O IVE e a PE apresentaram redução unitária de 0,86 plântulas dia⁻¹ (Figura 10A) e 5,69% (Figura 10B), respectivamente.

Figura 10. Efeito da condutividade elétrica da salinidade da água (CEa) no índice de velocidade de emergência (A), na porcentagem de emergência (B) e número de plantas vivas (C) de cravo de defunto (*Tagetes patula* L.).



Fonte: autor (2022).

O aumento da salinidade retardou a embebição de água pelo tegumento das sementes devido a indisponibilidade de água causado pelo efeito osmótico, prejudicando o processo germinativo (NOGUEIRA *et al.*, 2020). Tal fato pode ser observado na velocidade de emergência e na percentagem de emergência que apresentaram tendência a diminuir com o incremento da salinidade. A percentagem de emergência pode ser utilizada como indicador da tolerância das espécies ao excesso de sais (HARTER *et al.*, 2014; NOGUEIRA *et al.*, 2020).

O maior número de plantas vivas (NPV) foram verificadas em tratamentos irrigados com água de CEa 0,5 dS m⁻¹ (21,56 plântulas) tolerando bem a salinidade até a CEa 2,0 dS m⁻¹ (17,76 plântulas), com redução de 17,6% (Figura 10C). Esses resultados convergem com Sun *et al.*, (2018) mostrando que a salinidade afeta as plantas desde a germinação até a fase produtiva podendo causar lesões nas folhas, diminuição da altura e morte em casos extremos devido as alterações dos processos metabólicos e desequilíbrio nutricional.

Segundo Dias *et al.* (2016), o aumento da concentração de sais no substrato promove a redução do potencial osmótico do solo e consequente redução do potencial hídrico. As plantas absorvem a água quando as forças de embebição no tecido das raízes são maiores

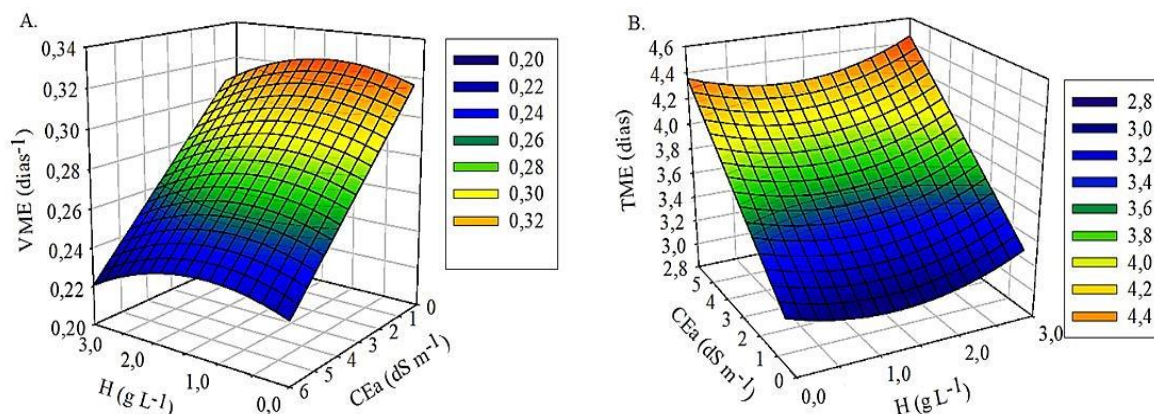
do que as forças que retêm a água no solo. O aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais no solo pode atingir um nível em que as plantas não absorvem a água mesmo em solo úmido.

A combinação de $1,21 \text{ g L}^{-1}$ de hidrogel e a CEa $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ resultou nos maiores valores de velocidade média de emergência ($0,32 \text{ plântulas dias}^{-1}$). A alta VME se manteve mesmo com uso de CEa $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ combinado com $1,0 \text{ g L}^{-1}$ ($0,28 \text{ plântulas dias}^{-1}$), havendo redução de 12,17% em relação ao valor máximo (Figura 11A). As menores VME foram registradas em CEa $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ sendo praticamente iguais em $0,0$; $1,0$; $2,0$ e $3,0 \text{ g L}^{-1}$ de hidrogel ($0,23$; $0,23$; $0,23$ e $0,22 \text{ dias}^{-1}$), havendo reduções de 27,45, 26,78, 27,06 e 28,35% em comparação VME obtida no tratamento controle (Figura 11A), respectivamente.

A percentagem de emergência e a velocidade média de emergência podem ser utilizadas como parâmetros para avaliar o vigor e a qualidade das sementes no campo (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Dessa forma, a utilização de água salobra pode afetar a uniformidade da emergência de sementes *Tagetes patula* L. Segundo Silva *et al.* (2017), quando o potencial osmótico da solução decresce em relação ao potencial osmótico das células do embrião, ocorre a redução da velocidade média de germinação associado ao excesso de sais no substrato.

O tempo médio de emergência é a média de tempo necessário para um conjunto de sementes emergir (BORGHETTI & FERREIRA, 2004). O menor tempo necessário para as plântulas emergirem foram verificados na combinação entre $1,30 \text{ g L}^{-1}$ do polímero e CEa $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ (3,10 dias). O TME apresentou valor intermediário no tratamento com CEa $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ combinado com $1,0 \text{ g L}^{-1}$ de hidrogel (3,97 dias), havendo aumento de 27,75% em relação a CEa $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ combinado com $1,0 \text{ g L}^{-1}$ de hidrogel. A maior média de tempo necessária para a emergência de plântulas de *Tagetes patula* L. foi verificado na ausência do hidrogel e irrigação com CEa 6 dS m^{-1} e $3,0 \text{ g L}^{-1}$ (Figura 11B). Os resultados indicam que a baixa dose de hidrogel ($1,0 \text{ g L}^{-1}$) influencia positivamente nos atributos fisiológicos das sementes, propiciando condições ambientais favoráveis para a emergência.

Figura 11: Velocidade média de emergência-VME (A) e tempo médio de emergência-TME (B) de cravo de defunto (*Tagetes patula* L.) em função da condutividade elétrica da água e da concentração de hidrogel no substrato



$$\hat{y} = 0.32611 - 0.01588 \text{ ECw} + 0.01358 \text{ H} - 0.00566 \text{ H}^2 \quad R^2 = 0.60^*$$

$$\hat{y} = 3.205 + 0.0786 \text{ ECw} - 0.221 \text{ H} - 0.0215 \text{ ECw}^2 + 0.0850 \text{ H}^2 \quad R^2 = 0.62^*$$

Fonte: autor (2022).

Ferraz *et al.* (2016) avaliaram a emergência de *Tagetes patula* L., *Petunia x hybrida* e *Torenia fournieri* submetidas a concentração de sais de 0, 25, 50, 75 e 100 mM (0,65, 2,15, 4,31, 6,32 e 8,0 dS m⁻¹, respectivamente), e verificaram que quando submetidas a irrigação com 0,65 dS m⁻¹ (0 mM) a espécie *Tagetes patula* L. necessitou de 2 dias para emergir, enquanto as espécies *Petunia x hybrida* e *Torenia fournieri* necessitaram de 5 dias, mostrando que as sementes de *Tagetes patula* L. são mais tolerantes à salinidade do que as outras espécies testadas, tendo em vista a redução de 26, 53,4 e 35% da percentagem de emergência com o aumento da salinidade nas *Tagetes patula* L., *Petunia x hybrida* e *Torenia fournieri*, respectivamente.

4.3.2 Variáveis biométricas e massa seca

As variáveis altura de plântulas (AP), comprimento de raiz (CR), massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST) mostraram efeito significativo para interação entre salinidade e hidrogel ($p < 0,01$). Para a variável número de folhas (NF) e comprimento de raiz (CR) houve efeito significativo isolado para salinidade e para hidrogel ($p < 0,01$).

Tabela 2: Resumo das análises de variância para altura de plântulas (AP), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) de plântulas de *Tagetes patula* L., submetidas a diferentes condutividades elétricas nas concentrações de hidrogel.

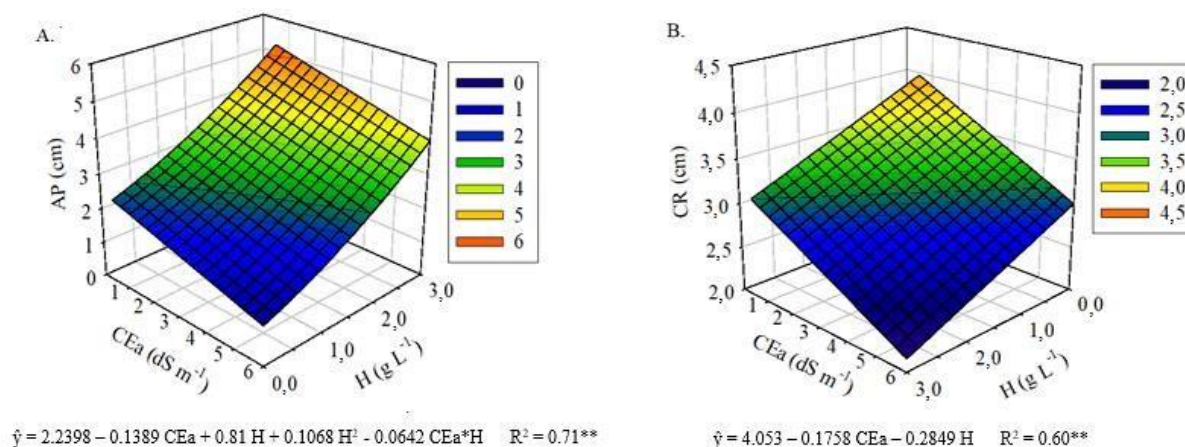
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médios				
		AP (cm)	NF	CR (cm)	MSF (g)	MST (g)
Bloco	4	0,77**	5,29**	11,63**	0,005**	9.10 ^{-3**}
Salinidade (S)	6	4,79**	4,37**	3,59**	0,008**	0,017**
Reg. Linear	1	27,89**	24,06**	15,57**	0,044**	0,09**
Reg. Quadrática	1	0,19 ^{ns}	6. 10 ^{-4ns}	1,66 ^{ns}	10 ^{-5ns}	2.10 ^{-4ns}
Reg. cubica	1	0,04 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,43 ^{ns}	8.10 ^{-4ns}	2.10 ^{-3ns}
Resíduo (S)	24	0,16	1,02	0,99	8.10 ⁻⁴	10 ⁻³
Hidrogel (H)	3	2,99**	11,98**	5,34**	0,02**	0,04**
Reg. Linear	1	7,31**	18,24**	14,19**	0,06**	0,084**
Reg. Quadrática	1	1,59**	14,15**	1,26 ^{ns}	0,02**	0,028**
Reg. cubica	1	0,08 ^{ns}	3,56**	0,57 ^{ns}	6.10 ^{-3**}	8.10 ^{-3**}
Interação (S x H)	18	0,25**	0,27 ^{ns}	0,95**	10 ^{-3**}	2.10 ^{-3*}
Resíduo (H)	84	0,069	0,283	0,374	7.10 ⁻⁴	10 ⁻³
CV% (S)	-	20,12	51,17	32,29	46,51	37,18
CV% (H)	-	13,1	26,88	19,82	44,33	39,01

(*) Significativo a 5% de probabilidade, (**) Significativo a 1% de probabilidade e (ns) significativo pelo teste F. Fonte: autor (2022).

Para a variável altura de plântulas (AP) verifica-se que nas CEa 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ na presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel houve uma redução da AP de 9,09, 21,22 e 33,36% respectivamente em relação a CEa 0,5 dS m⁻¹. Dessa forma, observa-se que a maior altura de plântulas foi obtida na presença de 3,0 g L⁻¹ do polímero com água de CEa 0,5 dS m⁻¹ (5,46 cm) (Figura 12A).

Comparando a altura de plântulas obtida na CEa 0,5 dS m⁻¹ com a dose de 0,0 e 3,0 g L⁻¹ de hidrogel obteve-se um incremento de 151,81% para a maior concentração. Enquanto, ao comparar a CEa 6,0 dS m⁻¹ com as doses de 0,0 e 3,0 g L⁻¹ do hidroretentor observe um incremento de 158,95% para a maior concentração. Assim, observa-se que mesmo na maior CEa (6,0 dS m⁻¹) o hidrogel apresentou incremento da altura em comparação aos tratamentos sem o polímero, indicando um possível efeito mitigador dos danos causados pela salinidade (Figura 12A). Esse resultado indica que a presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel no substrato foi a quantidade que melhor suavizou as forças de retenção de água causado pelo excesso de sais proporcionando menor gasto de energia para absorção de nutrientes em comparação aos demais tratamentos com polímero.

Figura 12: Altura da plântula-AP (A) e comprimento da raiz-CR (B) em mudas de cravo de defunto (*Tagetes patula* L.) em função da condutividade elétrica da água (CEa) e da concentração de hidrogel no substrato.



Fonte: autor (2022).

O máximo comprimento de raiz (CR) foi obtido na ausência de hidrogel (0 g L^{-1}) seguido da presença de 1 g L^{-1} do polímero (3,96 e 3,68 cm respectivamente) reduzindo o CR em apenas 11,08 e 11,94% em plântulas irrigadas com água de CEa $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. Verifica-se ainda que a presença de $3,0 \text{ g L}^{-1}$ do hidroretentor resultou em menor comprimento da raiz (Figura 12B). Embora a concentração de hidrogel $3,0 \text{ g L}^{-1}$ tenha favorecido o crescimento da parte aérea desfavoreceu o comprimento radicular. Isso pode ser justificado pela maior retenção de água no substrato neste tratamento, não havendo necessidade da planta de investir no comprimento do sistema radicular, particionando mais carbono para o crescimento da parte aérea.

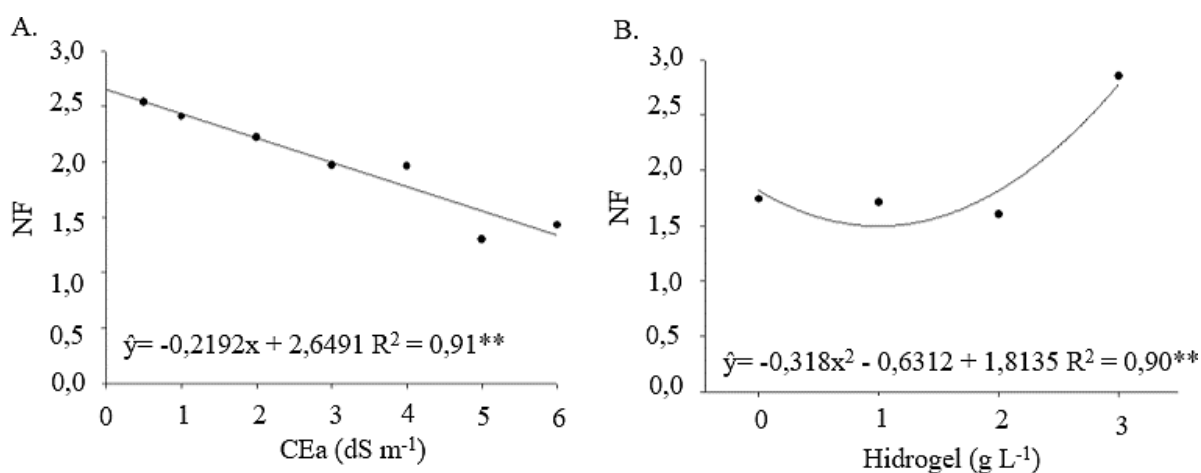
Segundo Marques *et al.*, (2013) e Embrapa (2019) o polímero hidroretentor se adere as partículas do substrato, mantendo-o úmido por mais tempo devido ao armazenamento de água em sua estrutura (hidratação), proporcionando melhores condições para a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Em condições de déficit hídrico a redução do crescimento ocorre devido ao maior gasto de energia para absorção de água e elementos nutricionais, podendo provocar limitação da expansão celular devido ao aumento da retenção de água pelo substrato (TAIZ *et al.*, 2017; AYERS & WESTCOT, 1999).

Oliveira *et al.* (2017) estudando os efeitos da aplicação de água salobra na irrigação de plantas ornamentais observou que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o crescimento das espécies *Catharanthus roseus*, *Allamanda cathartica*, *Ixora coccinea* e *Duranta erecta* devido ao efeito osmótico e acúmulo de íons potencialmente tóxicos nas

células, causando efeito direto no metabolismo das plantas quando o limite de acúmulo de sais nas células foi ultrapassado.

O número de folhas (NF) reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 13A). A condutividade elétrica da água $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ produziu o maior número de folhas (2,54 folhas), suportando bem a salinidade da água em até $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ (1,77 folhas), havendo redução de 30,21% (Figura 13A). Por outro lado, independente dos tratamentos com salinidade, a concentração $1,0 \text{ g L}^{-1}$ de hidrogel resultou em menor número de folhas totalmente expandidas (1,49 folhas). A maior concentração do hidrotentor ($3,0 \text{ g L}^{-1}$) manteve condições positivas para absorção de água e nutrientes pelas raízes e direcionamento para as folhas produzindo o maior NF (2,77 folhas), independente da salinidade (Figura 13B).

Figura 13: Número de folhas em mudas de cravo de defunto (*Tagetes patula* L.) em função da condutividade elétrica da água (A) e da concentração de hidrogel no substrato (B)



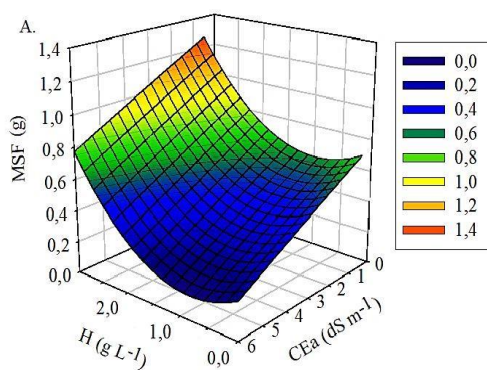
Fonte: autor (2022).

O resultado apresentado na figura 13 está de acordo com Yonezawa *et al.* (2017), que mostraram que mudas produzidas na presença de hidrogel necessitam ser irrigadas com uma quantidade de água adequada às condições de cultivo. Dessa forma, a maior disponibilidade hídrica ocasiona uma boa absorção de água pelas raízes que é direcionada para as folhas, possibilitando a ocorrência da turgescência e expansão celular. Segundo Dias *et al.* (2016), a redução do número de folhas em plantas submetidas ao estresse salino severo pode ser consequência da interferência negativa da salinidade, se observando como consequência redução da transpiração e na entrada de sais pelas raízes

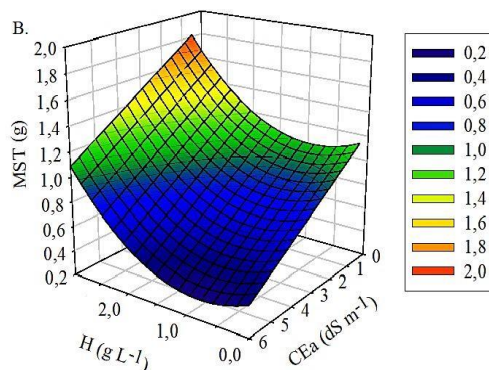
Para a variável massa seca folhas (MSF) verifica-se que nas CEa 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ na presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel houve uma redução da MSF de 19,97, 39,61 e 62,25% respectivamente em relação a CEa 0,5 dS m⁻¹. Dessa forma, observa-se que a maior massa seca de folhas foi obtida na presença de 3,0 g L⁻¹ do polímero com água de CEa 0,5 dS m⁻¹ (1,46 g) (Figura 14A).

Comparando a massa seca de folhas obtida na CEa 0,5 dS m⁻¹ com a dose de 0,0 e 3,0 g L⁻¹ de hidrogel verifica-se um incremento de 171,63% para a maior concentração. Enquanto, ao comparar a CEa 6,0 dS m⁻¹ com as doses de 0,0 e 3,0 g L⁻¹ do hidrotentor obteve-se um incremento de 32,07% para a maior concentração. Assim, observa-se que mesmo na maior CEa (6,0 dS m⁻¹) o hidrotentor apresentou incremento da massa seca de folhas em comparação aos tratamentos sem o polímero, indicando um possível efeito mitigador dos danos causados pela salinidade (Figura 14A). Verifica-se que o aumento da salinidade reduz a massa seca de folhas, porém a maior concentração de hidrogel (3,0 g L⁻¹) atenuou esse efeito, produzindo a maior massa seca de folhas em relação aos demais tratamentos com menor concentração do polímero, indicando forte associação do aumento do conteúdo de água com o uso do hidrogel, demonstrando que quanto maior a disponibilidade hídrica maior é o acúmulo de massa seca em decorrência da amenização do déficit hídrico causado pelo estresse osmótico. Segundo Fontes *et al.* (2008) o déficit hídrico afeta a fotossíntese e conseqüentemente o desenvolvimento das plantas, entretanto o efeito benéfico do hidrogel pode ser atribuído a amenização do déficit hídrico sofrido pelas mudas.

Figura 14: Massa seca de folhas (A) e massa seca total (B) de mudas de cravo de defunto (*Tagetes patula* L.) em função da condutividade elétrica da água (CEa) e da concentração de hidrogel no substrato.



$$\hat{y} = 0,5519 - 0,0220 \text{ CEa} - 0,0448 \text{ H} + 0,1261 \text{ H}^2 - 0,0481 \text{ CEa} * \text{H} \quad R^2 = 0,61^{**}$$



$$\hat{y} = 0,937 - 0,0386 \text{ CEa} - 0,006 \text{ H} + 0,1425 \text{ H}^2 - 0,0658 \text{ CEa} * \text{H} \quad R^2 = 0,60^{**}$$

Fonte: autor (2022).

Na massa seca total (MST) verifica-se que nas CEa 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ na presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel houve uma redução da MST de 16,99, 39,64 e 62,29% respectivamente em relação a CEa 0,5 dS m⁻¹. Dessa forma, observa-se que a utilização de 3,0 g L⁻¹ e irrigação com água de CEa 0,5 dS m⁻¹ (2,08 g) obteve a maior massa seca total (Figura 14B).

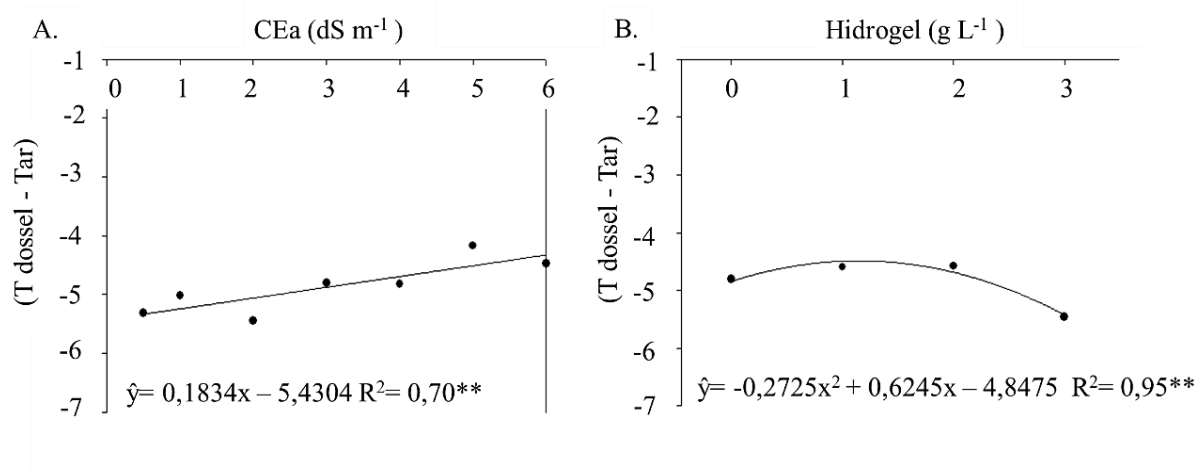
Comparando a massa seca total obtida na CEa 0,5 dS m⁻¹ com a dose de 0,0 e 3,0 g L⁻¹ de hidrogel obteve-se um incremento de 127,03% para a maior concentração. Enquanto, ao comparar a CEa 6,0 dS m⁻¹ com as doses de 0,0 e 3,0 g L⁻¹ do hidrotentor observa-se um incremento de 11,35% para a maior concentração. Assim, verifica-se que mesmo na maior CEa (6,0 dS m⁻¹) o hidrotentor apresentou incremento da massa seca de total em comparação aos tratamentos sem o polímero, indicando um possível efeito mitigador dos danos causados pela salinidade (Figura 14B). Entretanto, esse efeito benéfico decresce nos níveis elevados de salinidade, quando a limitação pelo estresse salino não é compensada pela manipulação de outro fator de produção (LACERDA *et al.*, 2016).

A maior umidade no substrato causada pela presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel reduziu a necessidade das plântulas de investir em crescimento radicular isso fez com que houvesse a inibição da entrada de sais pelo sistema radicular resultando em menor fitotoxicidade causado pelos sais nos órgãos das plântulas resultando em plântulas com maior altura, maior número de folhas e maior acúmulo de fitomassa. Verificou-se também que a massa seca total apresentou comportamento semelhante a variável massa seca de folhas na concentração 3,0 g L⁻¹ pois essa variável contribuiu com maior quantidade de fitomassa apresentando comportamento similar. Navroski *et al.* (2016) avaliando a produção de massa seca total em mudas de *Eucalyptus dunnii* concluíram que o polímero conferiu maior capacidade de retenção e disponibilidade de água ao substrato, favorecendo o crescimento das plântulas.

4.3.3 Índice térmico das plântulas

A salinidade da água de irrigação e o hidrogel influenciaram de forma oposta o índice térmico das plântulas (Figura 15). O índice térmico para plântulas sob baixa salinidade (0,5 dS m⁻¹) foi de -5,33 °C. O Aumento da condutividade elétrica provocou aumento linear, com incremento de 0,18 °C a cada incremento unitário da salinidade. Mudas irrigadas com água de CEa 5,0 e 6,0 dS m⁻¹ apresentam índices térmicos superiores em 15,49 e 18,93%, respectivamente, em relação a CEa 0,5 dS m⁻¹ com valores de -4,51 e -4,33 °C, respectivamente (Figura 15A).

Figura 15: Índice térmico de mudas de *Tagetes patula* L. submetidas a diferentes condutividades elétricas da água (CEa) (A) e doses de hidrogel no substrato (B).



Fonte: autor (2022).

Em função da menor salinidade as mudas irrigadas com CEa 0,5 dS m⁻¹ absorveram e transpiraram mais água, aumentando o conforto térmico na superfície das mudas, enquanto em maiores salinidades a absorção de água foi reduzida pelo efeito osmótico. O aumento do índice térmico ΔT é um indicativo de déficit hídrico, em razão da quantidade de luz absorvida, emitida e refletida pelo dossel, influenciando no aumento da temperatura, deixando-a mais elevada do que a temperatura do ar (COSTA *et al.*, 2019; GARCÍA-TEJERO *et al.*, 2011).

De forma contrária, a máxima dose de hidrogel (3,0 g L⁻¹) resultou no menor índice térmico (-5,42 °C) (Figura 16B) em relação aos demais tratamentos com polímero havendo um aumento da magnitude do índice térmico de 11,94% em relação a ausência do hidroretentor (-4,84 °C). A maior umidade no substrato possibilitou as plântulas absorverem mais água e liberarem para a atmosfera através da transpiração reduzindo a temperatura das folhas. A água quando perdida por transpiração através da abertura dos estômatos, diminui a temperatura das folhas pela dissipação do calor, dessa forma a detecção de estresse hídrico através da termográfica infravermelha depende, em grande parte, da taxa de transpiração (SARAIVA *et al.*, 2014).

4.4 Conclusão

O aumento da salinidade reduziu a percentagem de germinação, promoveu morte de plântulas, independente da dose de hidrogel. A aplicação de 3 g de hidrogel por litro de substrato favoreceu a produção de folhas e reduziu o estresse térmico com o aumento da salinidade do substrato. O uso de hidrogel 3,0 g L⁻¹ promoveu o aumento na altura de plântulas, massa seca foliar e massa seca total em relação aos tratamentos sem polímero retentor de água, mesmo em níveis moderados (2,0 a 3,0 dS m⁻¹) e altos (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) de salinidade da água de irrigação, indicando possível efeito de mitigação dos danos causados pela salinidade.

CAPITULO 2: DESENVOLVIMENTO DE *Tagetes patula* L. SOB IRRIGAÇÃO SALOBRA E HIDROGEL

RESUMO

O objetivo desse capítulo foi comparar o desempenho da presença e ausência de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel como mitigador da salinidade no desenvolvimento de *Tagetes Patula* L. O delineamento utilizado foi bloco ao acaso em parcelas subdivididas, onde as parcelas corresponderam às condutividades elétricas da água de irrigação (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 dS m⁻¹) e as subparcelas correspondem a ausência e presença de 3,0 g hidrogel na composição do substrato, com cinco repetições, onde cada unidade experimental foi composta por 3 vasos, totalizando 70 unidades experimentais e 210 unidades observacionais. As avaliações de altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e número de flores foram realizadas aos 15 e 22 DAS (antes das irrigações salobras) e aos 37, 49 e 68 DAS (após as irrigações salobras). Na fase de desenvolvimento (49 DAS) foi realizada avaliação de trocas gasosas e o índice relativo de clorofila. Na fase de floração (68 DAS) foram realizadas a análise sensorial, análise de aceitação do produto no mercado, qualidade visual das plantas, área foliar, eficiência do uso da água, índice de qualidade de Dickson, grau de suculência das folhas, tolerância a salinidade e biomassa seca. Antes das aplicações de águas salobras não houve diferença estatística entre as variáveis analisadas. Após as aplicações de água salobras, o uso de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel (mudas e substrato) mostrou favorecer a aceitação do produto pelo mercado, aumentou a eficiência do uso da água e o índice de qualidade de Dickson em níveis moderados (2,0 a 3,0 dS m⁻¹) de salinidade favoreceu ainda a produção de flores e porcentagem de plantas vivas em níveis altos (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) em relação aos tratamentos sem o polímero. A espécie *Tagetes patula* L. foi classificada como moderadamente tolerante a salinidade (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) pelo método do índice Ornamental.

Palavras-chave: Salinidade, Hidrogel, *Tagetes patula* L.

CHAPTER 2: DEVELOPMENT OF *Tagetes patula* L. UNDER SALOBRA AND HYDROGEL IRRIGATION

ABSTRACT

The objective of this chapter was to compare the performance of the presence and absence of 3.0 g L⁻¹ of hydrogel as a salinity mitigator in the development of *Tagetes Patula* L. The design used was a randomized block in split plots, where the plots corresponded to the conductivities irrigation water (0.5; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0 dS m⁻¹) and the subplots correspond to the absence and presence of 3.0 g hydrogel in the substrate composition, with five replications, where each experimental unit was composed of 3 pots, totaling 70 experimental units and 210 observational units. The evaluations of plant height, stem diameter, number of leaves and number of flowers were performed at 15 and 22 DAS (before brackish irrigations) and at 37, 49 and 68 DAS (after brackish irrigations). In the development phase (49 DAS) gas exchange and the relative chlorophyll index were evaluated. In the flowering phase (68 DAS) sensory analysis, product acceptance analysis on the market, plant visual quality, leaf area, water use efficiency, Dickson quality index, degree of succulence of leaves, tolerance to salinity and dry biomass. Before the applications of brackish water, there was no statistical difference between the variables analyzed. After the applications of brackish water, the use of 3.0 g L⁻¹ of hydrogel (seedlings and substrate) was shown to favor the acceptance of the product by the market, increased the efficiency of water use and the Dickson quality index at moderate levels. (2.0 to 3.0 dS m⁻¹) of salinity also favored the production of flowers and percentage of live plants at high levels (4.0 to 6.0 dS m⁻¹) in relation to treatments without the polymer. The species *Tagetes patula* L. was classified as moderately tolerant to salinity (4.0 to 6.0 dS m⁻¹) by the Ornamental index method.

Key words: Salinidade, Hidrogel, *Tagetes patula* L.

5.1 Introdução

As plantas ornamentais são espécies botânicas cultivadas por sua aparência estética, quanto a floração, folhagem e porte, contribuindo para harmonia e sensação de bem-estar do ambiente (OLIVEIRA & BRAINER, 2007). A produção de plantas ornamentais tem apresentado expressivo crescimento no Brasil, sendo uma opção de investimento por muitos agricultores (JUNIOR ZANÃO *et al.*, 2014), entretanto essa produção é prejudicada devido a escassez de água.

A escassez de água de boa qualidade na região nordeste leva a necessidade do uso de água salobra presente nos poços da região para a irrigação de plantas ornamentais, entretanto essa água pode provocar problemas no crescimento e distúrbios na fisiologia das plantas devido

ao aumento do potencial osmótico do solo, em que quanto maior o acúmulo de sais no solo maior é o gasto de energia necessário para as plantas absorverem água e demais elementos vitais (nutrientes), além disso o excesso de Na^+ inibe a absorção de nutrientes levando ao desequilíbrio nutricional em virtude da alteração nos processos de absorção, assimilação e distribuição de nutrientes pela planta, onde a alta salinidade limita a produtividade e o desenvolvimento vegetativo levando a problemas econômicos (PEDROTTI *et al.*, 2015).

Por outro lado, nem todas as espécies respondem igualmente a salinidade, essa diferença se deve a capacidade de adaptação osmótica que algumas espécies possuem podendo absorver uma boa quantidade de água mesmo em condições salobras (AYERS & WESTCOT, 1999).

A espécie *Tagetes patula* L. conhecida como cravo de defunto, pertence a família das Asteráceas, tem elevada importância como planta ornamental além de possuir efeitos terapêuticos em problemas hepáticos, sendo ricas em flavonoides, carotenoides e pigmentos para a produção de corantes naturais (BOUERI, 2010). A escolha de mudas de boa qualidade geralmente ocorre pela altura, diâmetro do caule e outros (PEREIRA, *et al.*, 2013), assim a qualidade visual das plantas é realizada pelo teste de preferência e aceitação do produto no mercado (BOUERI *et al.*, 2010), tendo em vista que a qualidade da água interfere diretamente na tonalidade da cor das folhas e flores (PEREIRA *et al.*, 2013).

A escassez de água na região nordeste devido à baixa precipitação exige a utilização de técnicas e tecnologias que eleve a eficiência do uso da água e promova condições para a produção de mudas de qualidade, utilizando a água salobra presente na região. Dentre as tecnologias existentes, está presente os polímeros hidroabsorventes (hidrogel) que retém em sua estrutura, liberam diretamente nas raízes das plantas e mantém o substrato úmido por mais tempo, possibilitando a redução da frequência de irrigação através da redução das perdas de água por percolação (NAVROSKI, 2013). A manutenção da umidade na zona radicular das plantas, sob influência do hidrogel, pode favorecer a diluição dos sais e a absorção de água (LESSA *et al.*, 2019), podendo tornar o hidroretentor um possível mitigador do estresse salino. Assim, objetiva-se comparar o desempenho da presença e ausência de $3,0 \text{ g L}^{-1}$ de hidrogel como mitigador da salinidade no desenvolvimento de *Tagetes Patula* L.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, na mesma casa de vegetação vista no capítulo 1.

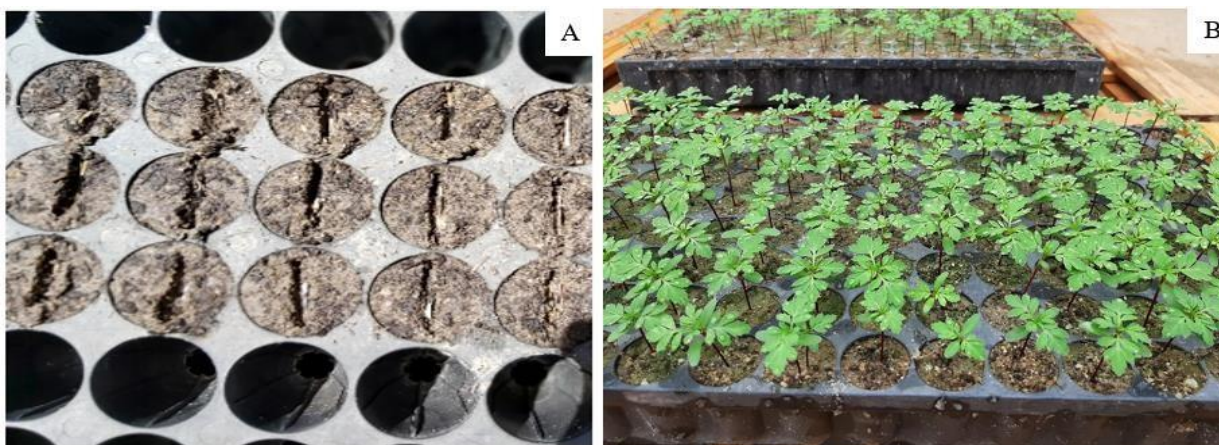
Os dados de temperatura, umidade e intensidade de luz foram obtidos com o uso de um data logger HOBOTM modelo Temp/ RH/ LUZ/ Ext) programado para fazer os registros a cada 30 min. A temperatura média do ar dentro da casa de vegetação foi de 29,19°C variando entre 37,12 °C e 24,36 °C (máx. e min.), a umidade relativa média foi de 74,99% variando entre 94,63% e 42,77% (máx. e min.) e o fotoperíodo analisado foi de 12h (05h 50 min a 17h 50 min) obtendo lux médio de 20.001,9 lux variando entre 31.026,5 e 19,7 lux (máx. e min.).

5.2.2 Produção de mudas

Para a produção de mudas foram utilizadas sementes de *Tagetes patula* L. adquirida na empresa Isla sementes, situada no Rio Grande do Sul. As sementes foram semeadas em 02 de dezembro de 2020, em quatro bandejas de 200 células com volume de 50 ml, a uma profundidade de 5 cm (Figura 16A). O substrato foi constituído da mistura da mistura de arisco e húmus de minhoca na proporção de 4:2 onde a condutividade elétrica do extrato de saturação foi de 1,66 dS m⁻¹ em seguida foi homogeneizado a 3,0 g de hidrogel (marca Polyter) por litro de substrato.

As mudas foram irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,5 dS m⁻¹ com turno de rega de dois dias durante um período de 15 dias após a semeadura (DAS), afim de manter a umidade adequada para a emergência e desenvolvimento inicial das mudas (Figura 16B).

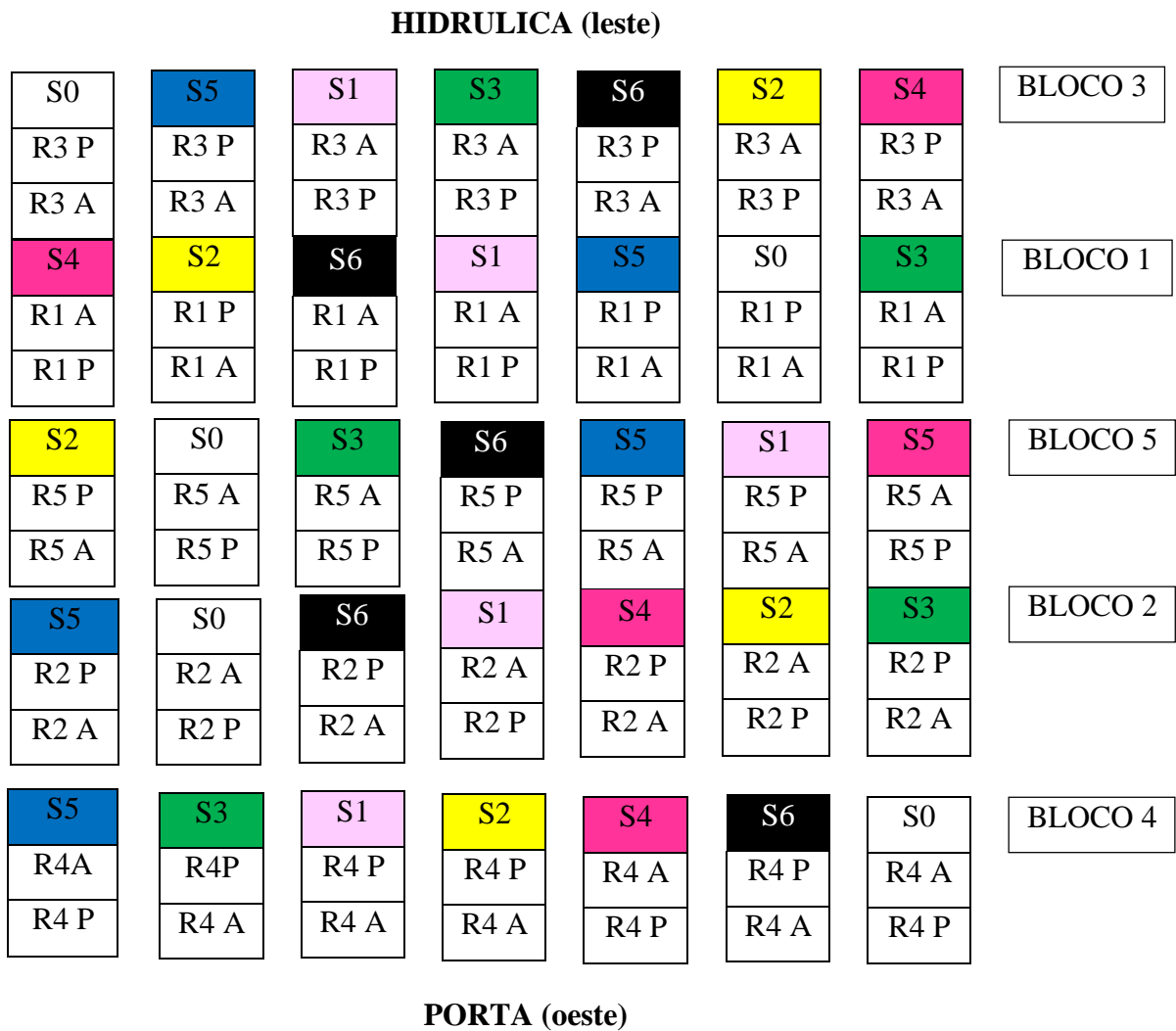
Figura 16: Semeadura (A) e desenvolvimento inicial de mudas de *Tagetes patula* L. (B).



5.2.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados em parcelas subdivididas com cinco repetições. As parcelas foram compostas por sete condutividades elétricas da água de irrigação (CEa) (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 dS m⁻¹) e as subparcelas corresponderam a ausência e presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel na composição do substrato. A unidade experimental foi constituída de três vasos, totalizando 70 unidades experimentais e 210 unidades observacionais, conforme croqui (Figura 17).

Figura 17: Croqui delineamento blocos em parcelas subdivididas



Legenda:

Condutividade elétrica da água (CEa)

S0	0,5 dS m ⁻¹	S3	3,0 dS m ⁻¹
S1	1,0 dS m ⁻¹	S4	4,0 dS m ⁻¹
S2	2,0 dS m ⁻¹	S5	5,0 dS m ⁻¹
		S6	6,0 dS m ⁻¹

Hidrogel

A	0 g L ⁻¹
P	3,0 g L ⁻¹

Fonte: autor (2022).

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação utilizadas foram obtidas pela diluição dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente a 7:2:1, obedecendo a relação entre CEa e a sua concentração ($\text{mmol}_e\text{L}^{-1} = \text{CE} \times 10$) conforme Rhoades (2000). A CEa 0,5 dS m⁻¹ foi obtido através da mistura da água de poço freático (CEa 0,8 dS m⁻¹) situada na área experimental e água armazenada da chuva (CEa 0,1 dS m⁻¹). A proporção de sais utilizada na água é uma representação aproximada dos cátions e ânions presentes nos poços do Nordeste do Brasil (MEDEIROS, 1992).

5.2.4 Instalação e Condução do Experimento

O transplântio das mudas mais vigorosas foi realizado pela manhã, para vasos de 700 ml, de dimensão 9 x 10 x 12 (Figura 18), em que foram selecionadas de acordo sua altura, diâmetro de caule e presença de um par de folhas totalmente expandida. Nos vasos, foram depositados uma camada leve de brita, tamanho zero ao fundo, para facilitar a drenagem da água e em seguida foram preenchidos com substrato contendo ausência e presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel, conforme o croqui.

As mudas foram irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹ por mais 7 dias após o transplântio (22 DAS) para que o estabelecimento das mudas não fosse prejudicado. Após esse período iniciou-se a aplicação dos tratamentos salobros.

Figura 18: Transplântio de mudas de *Tagetes patula* L. aos 15 dias após a semeadura.



Fonte: autor (2022).

As irrigações com água salobra foram realizadas de forma manual aos 22 DAS de acordo com o método princípio lisímetro drenagem, conforme a equação 5.

$$ITN = (VA - VD) / (1 - 0,15) \quad (5)$$

Onde:

VA - volume de água aplicado (ml)

VD - volume de água drenado (ml)

(1- 0,15) - fração de lixiviação

A irrigação foi realizada de acordo com o consumo hídrico das plantas, em que com a ajuda de um bécher graduado em ml, foi medido 300 ml de água e aplicado em cada lisímetro de drenagem acordo com os tratamentos, após a medição da lâmina de água drenada (Figura 19), foi realizada a diferença entre a quantidade de água aplicada e quantidade de água drenada, adicionado uma fração de lixiviação de 15% para evitar o acúmulo de sais na zona radicular das plantas (AYRES & WESTCOT, 1999), adotando-se um turno de rega de 3 dias.

Figura 19: Volume de água drenada e medido em bécher.



Fonte: autor (2022).

Devido a diferença de temperatura dentro da casa de vegetação causada pela posição do sol, os lisímetros foram colocados nos blocos 4, 5 e 3, correspondente ao início, meio e fim da casa de vegetação. Cada bloco continha 14 lisímetros de acordo com os tratamentos salobros, presença e ausência de hidrogel, totalizando 42 unidades. A média da ITN obtida para os blocos 4 e 5 deram origem a determinação da quantidade de água a ser aplicada no bloco 2, assim como a média da ITN obtida para os blocos 5 e 3 deram origem a determinação da quantidade de água a ser aplicada no bloco 1.

A cada irrigação foi utilizado uma planilha de Excel, em que foi inserido equação 1, assim obteve-se a lâmina de água a ser aplicado em cada tratamento (ITN). Ao final do experimento (68 DAS) foi contabilizado 11 irrigações e a lâmina de água total aplicada em cada tratamento salobro na presença e ausência de hidrogel (L) (Tabela 3).

Tabela 3: Lâmina de água salobra aplicado (litro) por tratamento aos 68 DAS.

	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	TOTAL
A	2,86	2,85	2,65	2,65	2,7	2,35	2,15	18,21
P	3,05	3,05	2,82	2,6	2,65	2,6	2,32	19,09

Fonte: autor (2022).

A adubação foi realizada após o início dos tratamentos salobros de acordo com a recomendação de Simões *et al.*, (2002), em que optou-se pela aplicação parcelada em fertirrigação do adubo próximo ao final da fase de desenvolvimento (46 DAS) e próximo ao início da fase de floração (53 DAS), com o intuito de nutrir de forma satisfatória a espécie para a obtenção da floração. Assim foi pesado em balança de precisão analítica 10 g do fertilizante

da marca ultra verde 10-10-10 (NPK), macerado e diluído a 10L de água (CEa $0,5 \text{ dS m}^{-1}$) (proporção 1 g: 1 L) (Figura 20A), sendo aplicado um volume de 50 ml da solução (CEa $1,73 \text{ dS m}^{-1}$) nos períodos citados, totalizando 100 ml de solução por planta (Figura 20B).

Figura 20: Solução nutritiva (A) e aplicação da solução por planta (B).



Fonte: autor (2022).

5.2.5 Determinação da condutividade elétrica do substrato e do hidrogel

A salinidade do substrato e do hidrogel foi determinada ao final do experimento. Dessa forma para determinar a salinidade do substrato foi pesado 100 g de substrato seco ao ar e adicionado 100 ml de água destilada (1:1 v/v) em um erlenmeyer. A solução foi agitada a cada 15 minutos durante uma hora por uma mesa agitadora (Figura 21A). Após 24h de repouso foi realizada a medição da condutividade elétrica do sobrenadante com um condutivímetro portátil (Figura 21B).

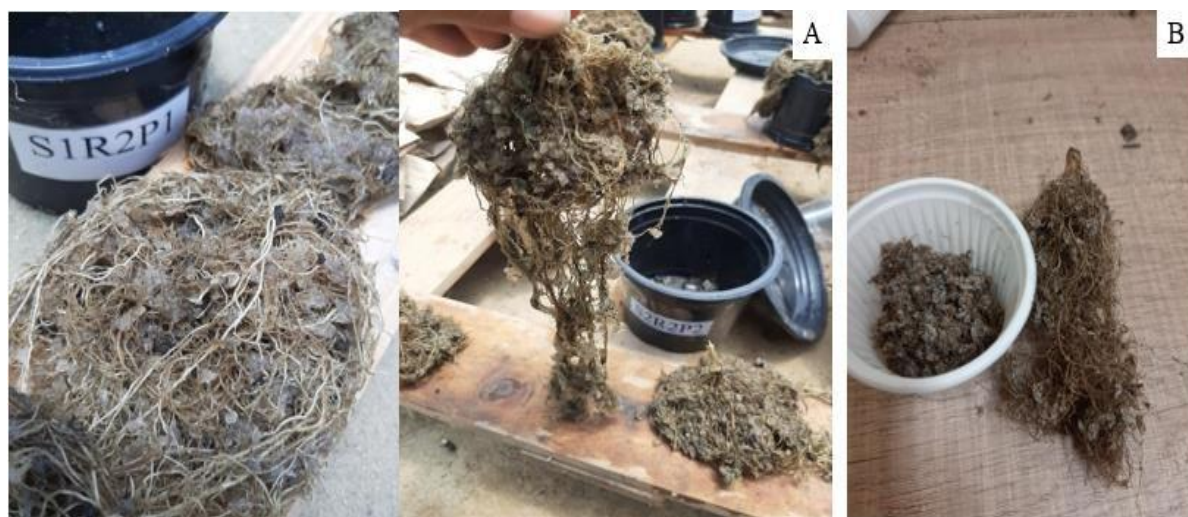
Figura 21: Solução na mesa agitadora (A) e medição da condutividade elétrica (B).



Fonte: autor (2022).

O hidrogel aderido as raízes (Figura 22A) dos tratamentos com presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel foi seco ao ar e em seguida retirados (Figura 22B).

Figura 22: Hidrogel aderido as raízes de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

O hidrogel seco foi pesado em balança de precisão analítica, em que 2 g do polímero foi adicionado 10 ml água destilada (1:5) ocorrendo a hidratação e expansão do polímero. O recipiente foi mantido em repouso por 24 horas e em seguida foi realizada a retirada da água do polímero com o auxílio de uma bomba a vácuo. A condutividade elétrica foi medida com um condutivímetro portátil (Figura 23).

Figura 23: Condutividade elétrica do hidrogel seco aderido as raízes.



Fonte: autor (2022).

5.2.6 Determinação das variáveis biométricas

A determinação das variáveis biométricas ocorreu de acordo com as fases fenológicas na espécie *Tagetes patula* L. (Figura 4)

Tabela 4. Fases de desenvolvimento.

Estádio	Semanas após sementeira (DAS)	Fases
I	1° a 3° (7 a 21 dias)	Inicial
II	4° a 7° (28 a 49 dias)	Desenvolvimento vegetativo
III	8° a 11° (56 a 77 dias)	Florescimento
IV	12° (84 dias)	Senescência

Fonte: BOUERI, 2010.

Assim as variáveis altura de plantas e diâmetro do caule foram medidas aos 15 e 22 DAS antes da aplicação dos tratamentos salobros. Após a aplicação dos tratamentos salobros,

aos 22, 37, 49 e 68 DAS (Figura 24) foram realizadas medições da altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas e número de flores (NFlor).

Figura 24: Mudanças de *Tagetes patula* L. aos 37 dias após a sementeira.



Fonte: autor (2022).

Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e número de flores (NFlor)

A altura das mudas foi medida com uma régua graduada em cm, desde o início do caule até a extremidade da haste principal.

O diâmetro de caule foi medido a ajuda um paquímetro digital, de precisão de 0,1 mm, a uma altura de 3 cm da superfície do substrato, com valor expresso em mm.

O número de folhas e flores foram contabilizadas manualmente.

Comprimento de raiz (CR)

O comprimento de raízes (CR) foi realizado aos 68 DAS com uma régua graduada em cm, do início do caule até a ponta da raiz principal na ausência e presença de hidrogel (Figura 25 A e B).

Figura 25: Raízes de *Tagetes patula* L. na ausência (A) e presença (B) de hidrogel no substrato.



Fonte: autor (2022).

5.2.7 Determinação das variáveis morfológicas, índice de qualidade de Dickson e eficiência do uso da água

Produção de biomassa

Aos 68 DAS as plantas foram particionadas em folhas, flores, caule e raízes, posteriormente ocorreu a pesagem de cada órgão de acordo com os tratamentos em balança de precisão. Em seguida foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 24 h até atingir massa constante,

sendo pesadas novamente em balança analítica (0,001 g) para determinação da massa seca de cada parte particionada, sendo os valores expressos em g.

Índice de qualidade de Dickson

A avaliação da qualidade das mudas foi realizada aos 68 DAS (Figura 17) de acordo com Dickson *et al.*, (1960) em que relaciona altura (H), diâmetro do caule (DC), massa seca das raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST), conforme equação 8.

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm) \cdot MSPA(g)}{DC(cm)} + MSR(g)} \quad (8)$$

Figura 26: Plantas de *Tagetes patula* L. na ausência e presença de hidrogel aos 68 DAS.



Fonte: autor (2022).

Número de plantas vivas

Ao final do experimento (68 DAS) foi contabilizado de forma manual do número de plantas vivas, sendo consideradas plantas vivas aquelas que apresentassem pelo menos uma folha verde (MARINHO, 2002).

Eficiência do uso da água

O cálculo de eficiência do uso da água (EUA) foi realizado de acordo com Loomis (1983) expresso em g L^{-1} , em que se utilizou a massa seca da parte aérea das plantas (MSPA) e a lâmina total de água aplicada em cada tratamento salobro contabilizado ao final do experimento (Figura 9).

$$\text{EUA} = \frac{\text{produtividade (MSPA)}}{\text{Lâmina aplicada (L)}} \quad (9)$$

5.2.8 Características morfológicas foliares e trocas gasosas

Ao final do experimento (68 DAS) todas as folhas foram destacadas do caule e submetidas a medição da área foliar pelo integrador de área (LI- 3100, Li- Cor, Inc. Lincoln, NE, USA) pertencente a estação agrometeorológica, sendo o valor expresso por $\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$, sendo verificada as seguintes variáveis.

Grau de suculência foliar

O grau de suculência foliar (GS) foi determinado pelo método proposto por Mantovanni (1999), de acordo com a equação 10.

$$GS = \frac{\text{MFF} - \text{MSF}}{\text{AF}} \quad (10)$$

Onde:

GS – Grau de Suculência ($\text{g H}_2\text{O m}^2$);

MFF – Massa fresca de folha (g);

MSF – Massa seca de folha (g);

AF – Área foliar (m^2).

Teor de água na parte aérea

O teor de água da parte aérea (TA, %) foi realizado de acordo com Barros *et al.*, (2010), equação 11.

$$TA = \frac{MFPA - MSPA}{MFPA} * 100 \quad (11)$$

Onde:

TA: teor de água da parte aérea (%)

MFPA: massa fresca da parte aérea (g)

MSPA: massa seca da parte aérea (g)

Trocas gasosas foliares

As medições de trocas gasosas foram realizadas ao final da fase desenvolvimento, aos 49 DAS com o auxílio de um analisador portátil de gases infravermelho (IRGA, mod. Li - 6400XT, Licor, USA) entre 08:00 e 10:00 hs da manhã em que foram mensuradas taxas de fotossíntese líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração intercelular de CO_2 em folhas e temperatura das folhas ($^{\circ}\text{C}$) completamente expandidas e em bom estado fitossanitário, localizada no terço médio das plantas e expostas a luz solar (Figura 27).

Figura 27: Medições de trocas gasosas utilizando o analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), mod. Li - 6400XT, Licor, USA



Fonte: autor (2022).

Índice relativo de clorofila

O índice relativo de clorofila foi realizado aos 49 DAS com a utilização do medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan), os resultados foram expressos em unidades do aparelho. As leituras foram realizadas entre as 08:00 e 10:00hs da manhã, no terço médio das plantas, três folhas por planta, em folhas completamente expandidas, em bom estado fitossanitário e expostas ao sol (Figura 28)

Figura 28: Medição do índice relativo de clorofila com o auxílio do medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan).



Fonte: autor (2022).

5.2.9 Análise sensorial e tolerância a salinidade

Análise sensorial

A avaliação estética da parte aérea foi realizada aos 60 DAS (38 DATS), onde foram escolhidas aleatoriamente uma planta por tratamento e submetidas a análise sensorial na cantina da Eng. de pesca, UFC, em que foram registrados a opinião de 100 pessoas não treinadas constituídas de alunos, professores e funcionários da UFC (Figura 29). A análise sensorial utilizou a escala hedônica estruturada em 9 pontos, variando de 9 a 1, de acordo com os critérios: gostei muitíssimo, gostei muito, gostei moderadamente, gostei ligeiramente, indiferente, desgostei ligeiramente, desgostei moderadamente, desgostei muito e desgostei muitíssimo, em ordem decrescente respectivamente, de acordo com Urenã *et al.*, (1999). Em que a categoria de

indiferença “nem gostei, nem desgostei” (valor 5) dividi a escala em duas regiões, de aceitação (valores entre 6 e 9) e rejeição (valores entre 1 e 4) tendo em vista que o aspecto estético de plantas ornamentais é subjetivo e pessoal. Ao final de cada avaliação foi realizado o método afetivo (teste de preferência) em que se fez a seguinte pergunta aos julgadores: “Em sua opinião como consumidor quais das plantas você compraria?”. Cada amostra teve sua identificação substituída por uma codificação com três número aleatórios para não influenciar a opinião dos julgadores.

Em plantas ornamentais os melhores resultados obtidos em análises biométricas (altura, número de folhas e flores) nem sempre mostram as características estéticas preferidas pelos consumidores sendo necessário a análise de qualidade sensorial (KOELLN, 2012).

Tabela 29: Análise sensorial realizada na cantina na eng. de pesca, Campus do Pici.



Fonte: autor (2022).

A identificação das amostras foi substituída por uma codificação com três número aleatórios, conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Tratamentos e códigos recebidos pelas plantas.

Espécie	Tratamento	Código	Tratamento	Código
<i>Tagetes patula</i> L.	So A	100	So P	101
	S1 A	206	S1 P	204
	S2 A	315	S2 P	311
	S3 A	402	S3 P	401
	S4 A	512	S4 P	505
	S5 A	626	S5 P	623
	S6 A	704	S6 P	702

Fonte: autor (2022).

Classificação de tolerância a salinidade

Para classificar a espécie *Tagetes patula* L. quanto a sua tolerância a salinidade foi utilizado o método proposto por Maas e Hoffman (1977), Fageria (1985) e método do índice ornamental (Índice Orn) de Oliveira *et al.*, (2018).

1. Método proposto por Maas e Hoffman (1977)

Devido a importância de conhecer a tolerância da espécie a salinidade foi utilizado os métodos propostos por Maas e Hoffman (1977) que considera a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) para classificar a tolerância da espécie com base nos valores de salinidade limiar (SL).

Tabela 6: Classificação de tolerância relativa para a salinidade da água de irrigação.

Tolerância Relativa	Salinidade Limiar
Sensível	<0,9
Moderadamente sensível	0,9 a 2,0
Moderadamente tolerante	2,0 a 4,0
Tolerante	4,0 a 7,0

Fonte: Mass e Hoffman (1987)

2. Método proposto por Fageria (1985)

A tolerância a salinidade pela metodologia de Fageria (1985) foi realizado através do cálculo de redução da produção nos diferentes tratamentos conforme equação 12, usando como referência o tratamento testemunha (0,5 dS m⁻¹) para os demais.

$$RP = \frac{[(PSTS - PCTS)]}{PSTS} \quad (12)$$

Onde:

RP- Redução de produção;

PSTS- Valor obtido no tratamento irrigado com água não salobra e com aplicação da água diretamente no solo, sem molhar as olhas;

PCTS- Valor obtido no tratamento irrigado com água salobra e com aplicação da água diretamente no solo, sem molhar as olhas;

A classificação da espécie quanto a redução da massa seca foi realizada de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7: Classificação de tolerância a salinidade com base na redução da produção.

Redução da produção de massa seca (%)	Classificação
0 a 20	Tolerante
20,1 a 40	Moderadamente tolerante
40,1 a 60	Moderadamente sensível
>60	Sensível

Fonte: Fageria (1985)

3. Método do índice ornamental (Oliveira *et al.*, 2018)

O índice ornamental (índice Orn) de Oliveira *et al.*, (2018) considerada as reduções cumulativas de massa seca da parte aérea e aparência geral das plantas, adotando-se uma redução de 25%, em que o menor nível de salinidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) foi utilizado como referência para os demais tratamentos para obter resultados em termos relativos de acordo com a tabela 8.

Tabela 8: Classificação de tolerância a salinidade pelo método do índice ornamental.

Critério de salinidade	Classificação
0 a 2 dS m^{-1}	Sensível
2 a 4 dS m^{-1}	Moderadamente sensível
4 a 6 dS m^{-1}	Moderadamente tolerante
$>6 \text{ dS m}^{-1}$	Tolerante

Fonte: Oliveira *et al.*, (2018)

5.2.10 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade quando significativas foram submetidas ao teste de regressão para fatores quantitativos e foram submetidos ao teste de Tukey em fatores qualitativos. A avaliação da análise sensorial foi utilizada pelo delineamento inteiramente casualizado com 100 repetições e submetidas ao teste de Tukey, as médias das notas atribuídas e o teste de preferência foram analisados de forma descritiva. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2010) e os gráficos foram realizados no software SigmaPlot 11.0.

5.3. Resultados e Discussão

5.3.1 Determinação da condutividade elétrica do substrato e do hidrogel

A Tabela 9 mostra a análise variância para a condutividade elétrica do extrato de saturação ($CE_{1:1}$) em que houve efeito isolado para salinidade ($p > 0,01$) e para o hidrogel ($p > 0,01$).

Tabela 9: Análise de variância para a condutividade elétrica do extrato de saturação ($CE_{1:1}$) do cultivo de *Tagetes patula* L. sob diferentes condutividades elétricas e hidrogel.

Fonte de variância	G.L.	Quadrado Médio
		$CE_{1:1}$
bloco	4	0,26ns
Salinidade (S)	6	2049**
Reg. Linear	1	578,69**
Reg. Quadrática	1	6,66**
Reg. Cubica	1	2,7ns
Resíduo (a)	24	0,20
Hidrogel (H)	1	5,20**
S x H	6	0,16ns
Resíduo (b)		0,20
Total	69	
CV (a)	14,43	
CV (b)	14,25	

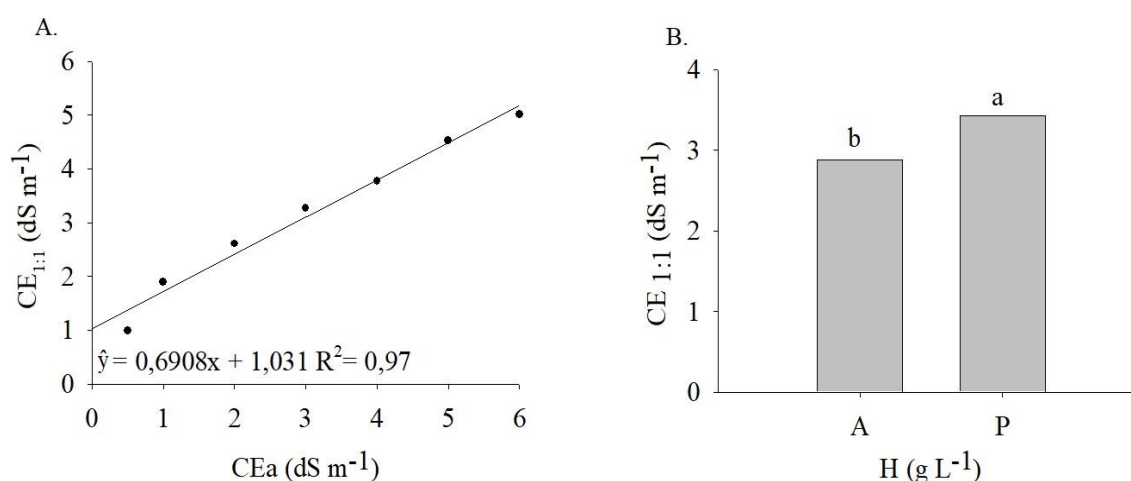
Hidrogel	Médias
A	2,88 b
P	3,43 a

ns- não significativo; * e** - significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. Fonte: autor (2022).

A salinidade presente no substrato pode afetar o crescimento das plantas devido ao efeito osmótico, toxicidade dos íons e desbalanço nutricional (TAIZ *et al.*, 2017). Segundo Navroski *et al.* (2015) valores de condutividade elétrica acima de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ é considerado excessivo para a maioria das espécies devido a ocorrência de toxicidade.

A figura 30A mostra que a condutividade elétrica do extrato de saturação ($CE_{1:1}$) aumentou linearmente $0,69 \text{ dS m}^{-1}$ a cada incremento da salinidade. Nas CEa $2,0$; $4,0$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ a $CE_{1:1}$ foi de $2,61$, $3,77$ e $5,01 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente, aumentando $163,63$, $280,80$ e $406,06\%$ respectivamente em relação a $CE_{1:1}$ obtida na CEa $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ($0,99 \text{ dS m}^{-1}$). Em irrigações realizadas com água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ obteve a $CE_{1:1}$ de $3,27 \text{ dS m}^{-1}$ ficando abaixo do limite que afeta o desenvolvimento da maioria das plantas. Observa-se que esse limite é ultrapassado a partir da CEa $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 30A). Esse resultado indica que irrigações com água a partir de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ acumula sais no substrato o suficiente para causar alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas independente do hidrogel.

Figura 30: Condutividade elétrica do substrato em diferentes salinidades (A) e na presença e ausência de hidrogel (B).



Fonte: autor (2022).

Por outro lado, a Figura 30B mostra a $CE_{1:1}$ na presença do polímero ($3,43 \text{ dS m}^{-1}$), aumentou 19,09% em relação a ausência do hidrotentor ($2,88 \text{ dS m}^{-1}$) independente da salinidade. Segundo Chen *et al.* (2016) o conhecimento sobre a composição do polímero é importante devido a adição de cargas em sua estrutura para aumentar a absorção de água pelo polímero, por exemplo em hidrogéis a base de acrilato de sódio e potássio, ocorre a liberação dos íons Na^+ e K^+ para o solo, tornando-se disponível para as plantas.

Segundo Navroski *et al.*, (2015) o aumento da condutividade elétrica no substrato na presença de hidrogel é devido possivelmente a retenção de água e conseqüentemente de nutrientes, ocasionado o acúmulo de sais no substrato devido a redução da lixiviação, sendo um fator limitante para o desenvolvimento das plantas. Mendonça *et al.* (2013) obteve um aumento gradual da salinidade do solo com o incremento da dose de hidrogel, embora não tenha utilizado irrigação com água salobra.

A Tabela 10 mostra a análise de variância para a condutividade elétrica do hidrogel (CEh) havendo efeito isolado para salinidade ($p > 0,01$).

Tabela 10: Análise de variância para a condutividade elétrica do hidrogel (CEh) no cultivo de *Tagetes patula* L. sob diferentes condutividades elétricas.

Fonte de variância	G.L.	Quadrado Médio
		CEh 1:5
Salinidade (S)	6	1,42**
Reg. Linear	1	7,81**
Reg. Quadrática	1	0,01ns
Reg. Cubica	1	0,03ns
Resíduo	28	0,20
Total	34	-
CV	21,59	

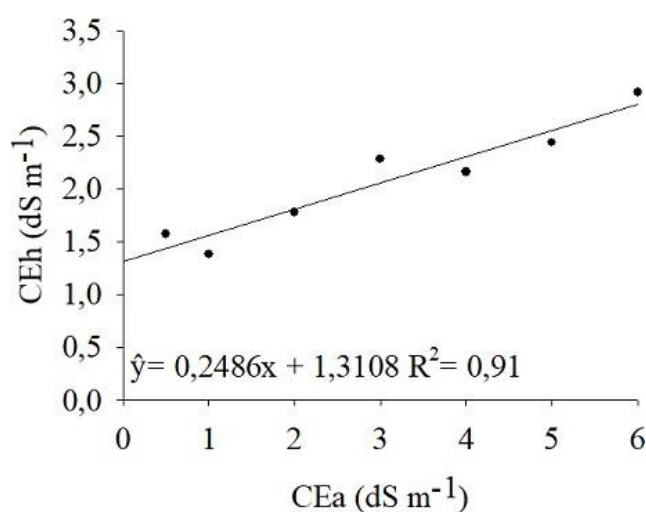
ns- não significativo; * e** - significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F

A condutividade elétrica da água armazenada dentro do hidrogel (CEh) aumentou linearmente $0,24 \text{ dS m}^{-1}$ a cada incremento da salinidade. Verifica-se ainda que as CEa 0,5 e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ deram origem as CEh 1,57 e $2,91 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente (Figura 31). Observa-se que mesmo na máxima CEa ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) não houve acúmulo de sais suficiente no hidrogel para afetar o desenvolvimento das plantas de acordo com Navroski *et al.* (2015). Entretanto, não é

possível afirmar que o aumento da condutividade elétrica do hidrogel com o incremento da salinidade foi devido ao acúmulo de sais na estrutura do polímero ou pela degradação mais intensa do hidrogel devido ao contato com a salinidade da água, ocasionando a liberação dos sais.

O hidrogel ao entrar em contato com a água, as cadeias poliméricas intumescem por meio do aprisionamento do líquido em sua estrutura, expandindo o volume, nesse momento ocorre um fenômeno osmótico que direciona o líquido para o interior do hidrogel até atingir um equilíbrio (KHAN *et al.*, 2009, CHANG e ZHANG, 2011). Segundo (Chen *et al.*, 2016; Nascimento, 2020) a liberação de cargas pela degradação do polímero acontece em diferentes hidrogéis, entretanto é necessário que ao longo do tempo haja baixa disponibilidade hídrica e utilização de água com salinidade acima de $0,003 \text{ dS m}^{-1}$ para que ocorra condições favoráveis para a degradação do hidrogel.

Figura 31: Condutividade elétrica da água dentro do hidrogel em diferentes salinidades.



5.3.2 Variáveis biométricas no tempo

Observa-se na Tabela 11 que as variáveis diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) foram influenciadas de forma isolada pela salinidade e pelo hidrogel ($p > 0,01$). As variáveis altura de plantas (AP) ($p > 0,01$), número de folhas ($p > 0,01$), número de flores (NFlor) ($p > 0,01$) sofreram influência da interação salinidade x época de avaliação.

Tabela 11: Análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e número de flores (NFLOR) de *Tagetes patula* L. submetidas a diferentes condutividades elétricas e concentrações de hidrogel.

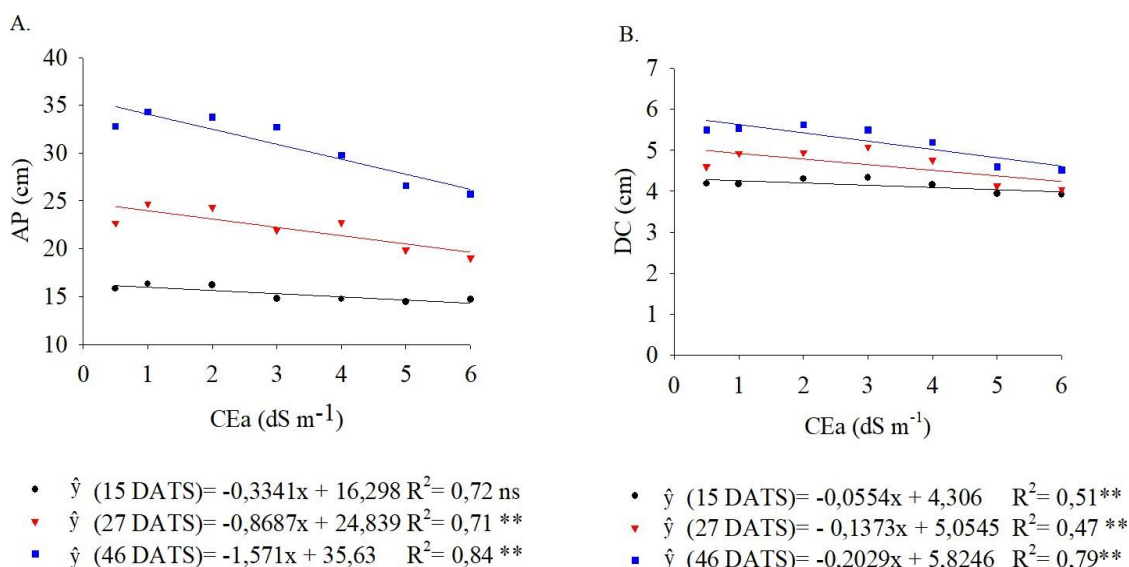
Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		AP (cm)	DC (cm)	NF	NFLOR
Bloco	4	8,79ns	0,62ns	327,55*	1,39ns
Salinidade (S)	6	127,48**	3,40**	1068,36**	2,75**
Reg. Linear	1	646,64**	13,08**	5929,53**	2,97*
Reg. Quadrática	1	51,39**	5,30**	275,92ns	9,79*
Reg. Cubica	1	46,89**	1,12ns	0,14ns	0,96ns
Resíduo (a)	24	7,25	0,30	113,60	0,59
Hidrogel (H)	1	39,72ns	3,58**	3134,57**	9,78**
S x H	6	12,78ns	0,33ns	172,74ns	0,58ns
Resíduo (b)	6	12,78	0,33	172,74	0,58
Época (E)	2	4239,54**	19,84**	77971,25**	575,41**
S x E	12	22,63**	0,33**	143,52ns	2,28**
H x E	2	25,65*	0,04ns	368,77**	11,61**
S x H x E	12	4,01ns	0,06ns	88,36ns	0,52ns
Resíduo (c)	134	7,85	0,06	91,0	0,54
Total	209	-	-	-	-
CV (a)		11,84	11,83	15,10	36,92
CV (b)		15,72	12,33	18,61	36,75
CV (c)		12,32	5,63	13,51	35,46
Hidrogel				Médias	
P		22,31 a	4,78 a	74,46 a	2,30 a
A		23,18 a	4,53 b	66,74 b	1,86 b
Época					
Época(22-37DAS)		15,27 c	4,14 c	41,03 c	0,16 c
Época(37-49DAS)		22,17 b	4,63 b	63,98 b	0,71 b
Época(49-68DAS)		30,80 a	5,20 a	106,79 a	5,38 a

GL- grau de liberdade; A- Ausência de hidrogel; P- Presença de hidrogel; ns- não significativo; * e** -significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. Fonte: autor (2022).

A altura de plantas (AP) e o diâmetro do caule (DC) foram influenciadas negativamente pela salinidade com o tempo de exposição aos sais (Figura 20A e B).

A altura de plantas reduziu linearmente 0,33, 0,86 e 1,57 cm a cada incremento da salinidade aos 15, 27 e 46 DATS (37, 49 e 68 DAS) respectivamente. Verifica-se que aos 46 DATS (68 DAS) a AP aumentou 115,99, 107,84, 96,12 e 83,31% ao serem irrigadas com água de CEa 0,5; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ respectivamente, em relação a AP obtida aos 15 DATS nas mesmas salinidades (Figura 32A). Esse resultado mostra que a salinidade afeta o desenvolvimento das plantas com o incremento da salinidade. Segundo (TAIZ *et al.*, 2017) o excesso de sais na zona radicular promove o efeito deletério no crescimento das plantas devido ao aumento da força de retenção de água no solo, resultando na redução da área foliar e taxa de transpiração culminado na redução da altura das plantas

Figura 32: Interação entre salinidade x épocas de avaliação na altura de plantas (A) e diâmetro do caule (B) de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

O diâmetro do caule (DC) reduziu linearmente 0,05, 0,13 e 0,20 cm a cada incremento da salinidade aos 15, 27 e 46 DATS (37, 49 e 68 DAS) respectivamente. Aos 46 DATS (68 DAS) as plantas irrigadas com água de CEa 0,5; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ aumentaram o diâmetro do caule em 33,77, 29,16, 22,73 e 15,94% em relação ao início das aplicações salobras (15 DATS) nas mesmas salinidades (Figura 32B). Observa-se que a salinidade afeta o

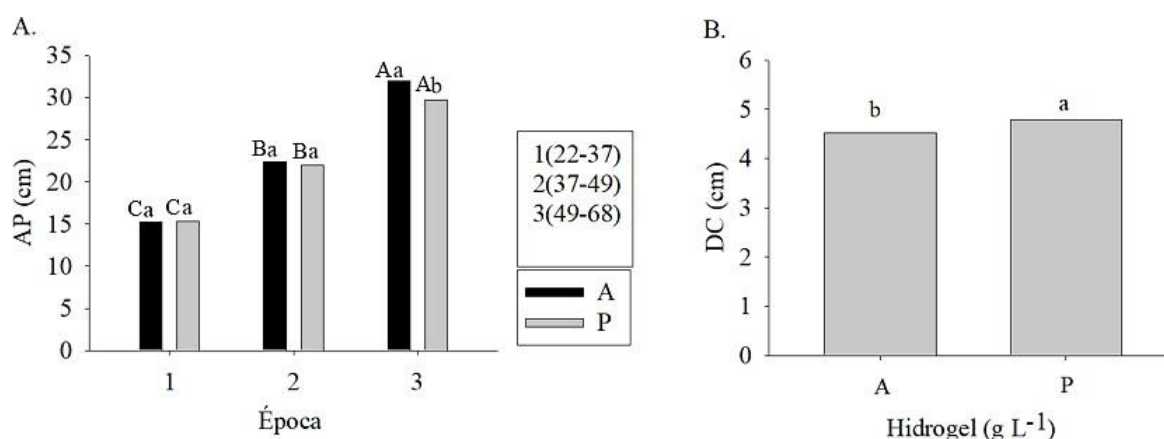
desenvolvimento do diâmetro do caule, entretanto mesmo na maior CEa ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) as plantas apresentaram incremento do DC com o tempo.

Segundo Nobre *et al.* (2014) quanto maior o nível salino e o tempo de exposição ao estresse salobro, menor é a capacidade de retenção e absorção de água afetando diretamente as atividades metabólicas e conseqüentemente o crescimento das plantas (NOBRE *et al.*, 2014). Estudos indicam que a sensibilidade e a tolerância da espécie a salinidade dependem das condições climáticas da região, método de irrigação, estágio de desenvolvimento da planta ao qual se aplica a irrigação salobra, entre outros (DIAS *et al.*, 2016). Assim a redução do desenvolvimento das plantas pode ser atribuída a prejuízos fisiológicos causado pelo acúmulo de sais nos tecidos das plantas e aumento do potencial osmótico do solo resultando em efeitos similares ao estresse hídrico (OLIVEIRA, 2016).

Respostas similares foram obtidos por Ribeiro *et al.* (2015), em que a variedade de girassol 122/ V-2000 foi afetada significativamente pelo nível de salinidade da água ao longo do ciclo de cultivo, em que após a aplicação dos tratamentos salobros ($0,6$; $1,5$; $2,5$; $3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) a menor salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) obteve altura de plantas com 158 cm e a maior salinidade ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) obteve plantas com 113 cm , evidenciado que com a adição de NaCl as plantas reduzem seu crescimento para se manterem vivas. Nobre *et al.* (2010) afirma que a salinidade afeta linear e negativamente a altura de plantas, diâmetro do caule, fitomassa seca da parte aérea, início do florescimento, diâmetro do capitulo interno e externo do girassol cv. Embrapa 122/ V-2000 a partir de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$.

A figura 33A mostra que a variável altura de plantas sofreu influência também da interação hidrogel x época de avaliação, onde a maior AP média foi obtida aos 68 DAS, obteve-se ainda diferença entre as médias de AP na presença e ausência do polímero, com redução de $7,57\%$ na presença do hidroretentor ($29,68 \text{ cm}$) em comparação a ausência do polímero ($31,92 \text{ cm}$). É possível que a umidade proporcionada pela presença de $3,0 \text{ g L}^{-1}$ hidrogel favoreça o desenvolvimento de outros órgãos em detrimento da altura.

Figura 33: Interação entre hidrogel x épocas de avaliação na altura de plantas (A) e efeito isolado do hidrogel no diâmetro do caule (B) de *Tagetes patula* L.



*Letras minúsculas comparam médias para presença e ausência de hidrogel; letras maiúsculas comparam médias no tempo. Fonte: autor (2022).

O diâmetro do caule apresentou efeito isolado para o hidrogel, em que as médias do DC aumentaram 5,73% na presença do polímero independente da salinidade e do tempo de exposição a irrigação salobra (Figura 33B). Acredita-se que a presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel na composição do substrato tenha favorecido a umidade e absorção de água pelas plantas, aumento do número de folhas ocasionando a manutenção da produção de clorofila pelas folhas resultando em maior capacidade fotossintética e translocação de fotoassimilados para o caule.

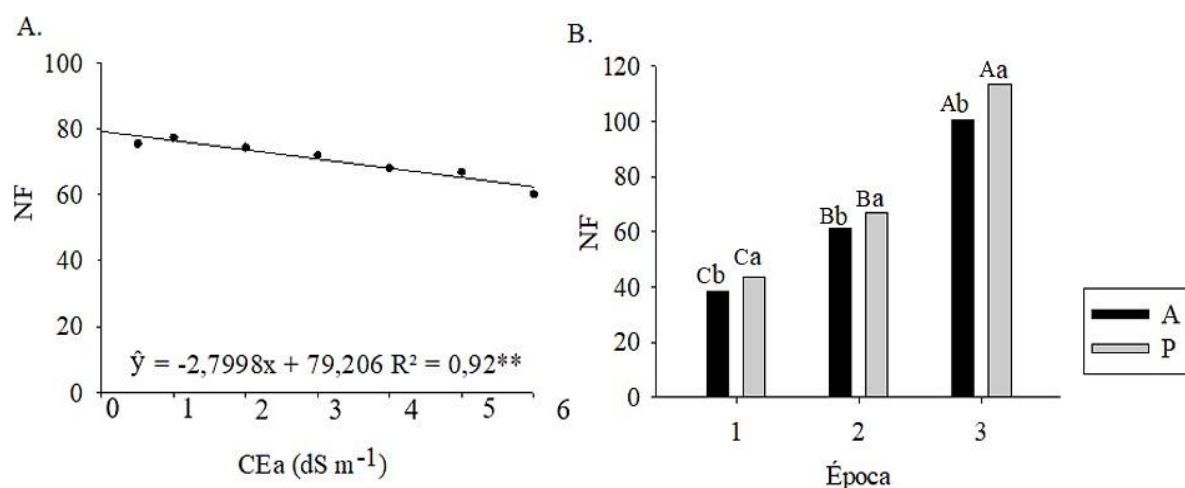
Esse resultado diverge de Nascimento Neto, (2017) que ao produzir mudas de mamoeiro sob diferentes salinidades e dosagens de hidrogel sob abrigo de telado, obteve a maior altura de mudas (16,5 cm) utilizando a dosagem 1,2 g dm⁻³ do polímero, havendo um aumento da AP de 15% na presença do polímero em relação a ausência, obteve ainda uma redução de até 65% da AP ao elevar a condutividade elétrica da água de 0,3 para 5,0 dS m⁻¹.

Por outro lado, converge como Navroski, (2013) que ao avaliar a utilização de hidrogel na produção de mudas *Eucalyptus dunnii* verificou-se a redução da altura de plantas na presença do polímero e atribuiu esse resultado a um possível acúmulo do excesso de água no solo em decorrência da alta retenção pelo polímero. Segundo Nascimento *et al.* (2021) a eficiência do hidrogel está ligada a influência da disponibilidade de água, presença de sais na água e no solo, forma de aplicação e resistência do solo a expansão do produto.

Sousa, (2019) mostra que ao submeter girassol ornamental a irrigação com água salobra na presença e ausência de 2 g de hidrogel/ vaso, verificou não haver efeito significativo entre salinidade e hidrogel em nenhuma das variáveis analisadas, entretanto o polímero isoladamente influenciou o aumento da altura de plantas em 11%, o diâmetro de caule aumentou 10% e o número de folhas aumentou em 8%.

A figura 34A mostra que a variável número de folhas (NF) reduziu linearmente 2,79 unidades a cada incremento da salinidade. Nas CEa 2,0, 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ a NF reduziu 1,49, 9,83 e 20,34% (74,37, 68,08 e 60,14 unidades) em relação a CEa 0,5 dS m⁻¹ (75,50 unidades) (Figura 32A). A figura 34B mostra a influencia da interação hidrogel x época de avaliação na variável número de folhas independente da salinidade havendo um aumento médio do NF de 12,47, 8,73 e 12,98% (43,44, 66,65 e 113,30 unidades respectivamente) aos 15, 27 e 46 DATS (37, 49 e 68 DAS) respectivamente na presença do hidrogel em relação a ausência (38,62, 61,31 e 100,28 unidades respectivamente). Observa-se que embora o incremento da salinidade tenha reduzido a produção de folhas, a presença 3,0 g L⁻¹ do hidrogel suavizou as forças de retenção da água causado pela presença de sais (efeito osmótico) favorecendo a absorção de água e translocação para a parte aérea independente da salinidade.

Figura 34: Efeito isolado da salinidade (A) e interação entre hidrogel x épocas de avaliação no número de folhas (B).



*Letras minúsculas comparam médias para presença e ausência de hidrogel; letras maiúsculas comparam médias no tempo. Fonte: autor (2022).

A redução do número de folhas com o aumento da salinidade é uma estratégia adaptativa das plantas para reduzir a transpiração e manter a absorção de água, tendo em vista as alterações morfológicas e fisiológicas causadas pelos sais (DUARTE, 2012). Por outro lado, segundo (VICENTE *et al.*, 2015) a absorção de água pelo hidrogel reduz a percolação da água para as camadas mais profundas, impedindo a perda de água para o ambiente, mantendo a umidade próximo as raízes (VICENTE *et al.*, 2015) disponibilizando água para os processos de crescimento anatômicos, fisiológicos e bioquímicos das plantas (DUARTE, 2012).

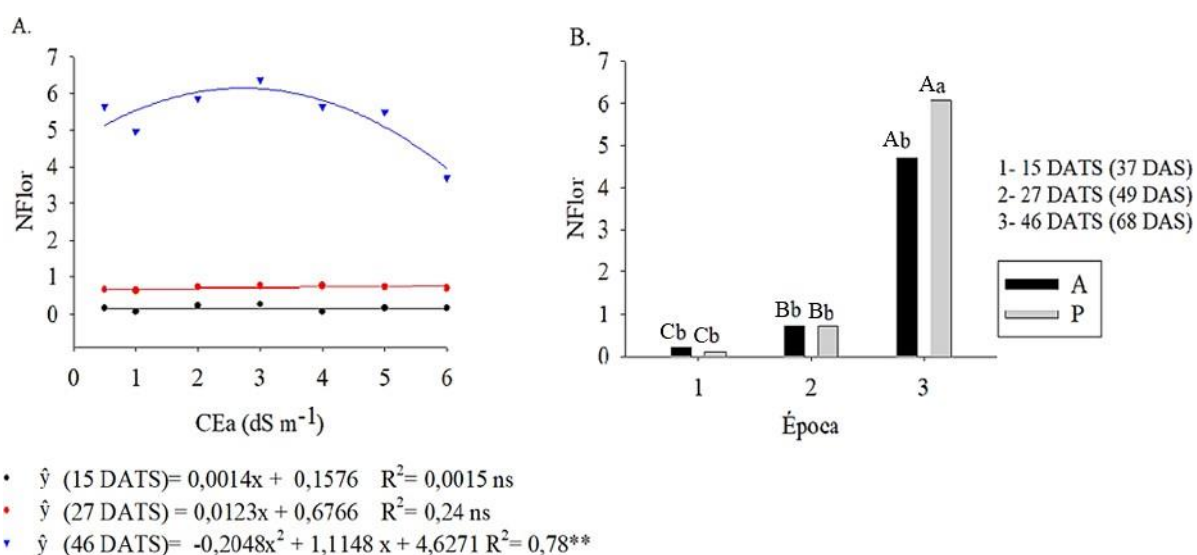
Esse resultado combina com Barros *et al.*, (2010), analisando a influência da salinidade no crescimento de genótipos de helicônias obteve que o acúmulo de salinidade no substrato ao longo do experimento reduziu a altura das plantas devido a redução da produção de folhas, sendo considerado um mecanismo de adaptação a salinidade (ajustamento osmótico). Dutra *et al.*, (2012) verificaram o maior número de folhas e área foliar em plantas de girassol submetidas a maiores quantidades de água de boa qualidade.

Segundo Navroski, (2013) a altura está relacionada com o número de folhas, capacidade fotossintética e área de transpiração, enquanto o diâmetro do caule está relacionado com o vigor das plantas, embora não esteja totalmente bem definidos, esses são os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das mudas.

A variável número de flores (NFlor) apresentou efeito significativo para a interação salinidade x época de avaliação apenas aos 46 DATS (68 DAS), ajustando-se de forma quadrática a regressão. Assim, o máximo NFlor foi obtido na CEa 2,72 dS m⁻¹ (6,14 flores) (Figura 35A). Esse resultado indica a salinidade que origina a máxima produção de flores de *Tagetes patula* L. no período de floração (BOUERI, 2010).

Nessa pesquisa foi verificado o início da floração ainda na fase de desenvolvimento, aos 37 dias após a semeadura (15 DATS), indicando que a espécie apresentou um rápido desenvolvimento fenológico, completando seu ciclo de vida antes que o déficit hídrico e os efeitos da salinidade se tornasse severo o suficiente para causar danos (OLIVEIRA *et al.*, 2017a). Acredita-se que a redução do número de flores com o incremento da salinidade ocorreu devido a redução do comprimento radicular que resultou na menor entrada de água e nutrientes e conseqüentemente menor desenvolvimento da área foliar, reduzindo a produção de fotoassimilados (produto da fotossíntese) e translocação para a produção de flores.

Figura 35: Interação entre salinidade x épocas de avaliação (A) e interação entre hidrogel x época de avaliação (B) no número de flores de *Tagetes patula* L.



*Letras minúsculas comparam médias para presença e ausência de hidrogel; letras maiúsculas comparam médias no tempo. Fonte: autor (2022).

O número de flores foi influenciado ainda pela interação hidrogel x época de avaliação em que não houve diferença estatística da quantidade de flores produzidas aos 15 e 27 DATS (37 e 49 DAS), sendo registrada a maior média da produção de flores na fase de floração aos 68 DAS (46 DATS), onde a média do NFflores aumentou 29,21% na presença do polímero (6,06 flores) em relação a ausência do hidrotentor (4,69 flores) assim a produção de flores foi maior aos 68 DAS (Figura 35B). Esse resultado indica que na presença do hidrogel independente da salinidade, as raízes das plantas podem ter penetrado os grânulos hidratados de hidrogel, absorvendo água e nutrientes diretamente dos polímeros. É possível ainda que o hidrogel tenha atuado como intermediário entre o substrato e as plantas, facilitando a absorção de água e nutrientes por mais tempo pelas raízes sendo estes então translocados para os drenos, reduzindo os efeitos negativos do potencial osmótico.

Segundo (PONTES, 2008) a água, os nutrientes absorvidos pelas raízes e os produtos da fotossíntese percorrem toda a planta alocando-se em locais de maior demanda, entretanto a salinidade pode causar estresse osmótico e fitotoxicidade iônica específica, diminuindo a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas, provocando distúrbios nas atividades metabólicas geral e limitação da produção agrícola (HARTER *et al.*, 2014)

Sita, (2002) obteve resultado contrário ao obtido nessa pesquisa. O autor observou uma redução do número de flores de crisantemo com o aumento das doses hidrogel homogeneizado ao substrato (0, 1, 2, 3 e 4 g kg⁻¹), supondo que isso ocorreu devido a absorção

de nutrientes pelo polímero que causou desbalanço nutricional na planta principalmente entre a relação K/Ca e K/Mg prejudicando a produção de flores.

Bezerra, (2019) que ao submeter mudas de *Tagetes patula* L. a tratamentos salobros somente, aos 7 DAS até aos 56 DAS (47 dias após tratamentos salobros) em casa de vegetação, observou que o máximo número de flores foi obtido em CEa 1,2 dS m⁻¹ reduzindo a partir de 3,0 dS m⁻¹ em resposta quadrática. NEVES *et al.* (2018) obteve aumento da produção de flores de *Catharanthus roseus* em irrigação com CEa 2,5 dS m⁻¹.

5.3.3 Variáveis de biomassa, índice de qualidade de Dickson e eficiência do uso da água

A ANOVA representada pela Tabela 12 mostra que a variável comprimento de raiz (CR) ($p > 0,01$) obteve efeito isolado apenas para salinidade e as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) ($p > 0,05$), massa seca de raiz (MSR) ($p > 0,05$), massa seca total (MST) ($p > 0,01$), índice de qualidade de Dickson (IQD) ($p > 0,01$) e eficiência do uso da água (EUA) ($p > 0,01$) foram significativos a interação entre salinidade x hidrogel.

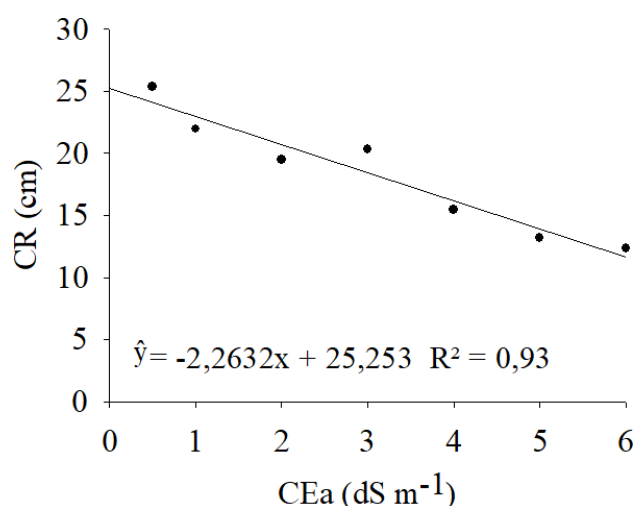
Tabela 12: Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD) e eficiência do uso da água (EUA) de *Tagetes patula* L. submetida a diferentes salinidades e hidrogel.

FV	GL	CR	Quadrados Médios					
			MSPA	MSR	MST	IQD	EUA	NPV
Bloco	4	32,13ns	2,95**	3,37*	11,88**	0,34**	0,39**	0,12ns
Salin.(S)	6	205,35**	10,90**	23,12*	62,56**	1,77**	0,53**	0,14n
Reg. Linear		1144,51**	58,31**	123,35**	351,29**	9,58**	1,56**	-
Reg. Quadr.		6,608ns	2,77*	3,08*	11,70**	0,58**	0,30ns	-
Reg. Cubico		2,051ns	0,88ns	6,37**	12,01**	0,40*	0,46*	-
Residuo (s)	24	16,71	0,65	0,77	1,69	0,07	0,08	0,08
Hidro (H)	1	1,12ns	9,08**	22,90*	60,85**	2,85**	0,38**	0,22ns
S X H	6	25,63ns	0,98*	4,18*	7,55**	0,35**	0,13*	0,66ns
Residuo(h)	28	13,73	0,35	1,18	1,47	0,07	0,05	0,12
Total	69	-	-	-	-	-	-	-
CV(s)	-	22,08	13,10	29,86	14,27	34,68	12,25	10,18
CV (h)	-	20,02	9,60	36,96	13,31	24,45	9,74	11,96
Hidrogel			Médias					
P		18,64 a	6,55 a	3,51 a	10,06 a	1,32 a	2,38 a	2,97 a
A		18,38 a	5,83 b	2,36 b	8,20 b	0,91 b	2,23 b	2,85 a

Gl- grau de liberdade; A- Ausência de hidrogel; P- Presença de hidrogel; ns- não significativo; * e** - significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey. Fonte: autor (2022).

O comprimento de raiz (CR) obteve efeito isolado apenas para salinidade, reduzindo linearmente 2,26 cm unitários a cada incremento da salinidade (Figura 36). Nas CEa 2,0, 4,0 e 6,0 dS m^{-1} o comprimento de raiz reduziu 23,07, 39,05 e 51,28% respectivamente em relação a CEa 0,5 dS m^{-1} (25,35 cm). Verifica-se que plantas mais altas obteve o maior comprimento de raiz devido a maior disponibilidade de água. Segundo Marques *et al.* (2013) a determinação do sistema radicular é um parâmetro fundamental para avaliação de plantas sob estresse hídrico pois o maior sistema radicular, pode proporcionar melhores condições de suprimento de água.

Figura 36: Efeito isolado da salinidade no comprimento de raiz de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

Esse resultado combina com Lima *et al.* (2015), ao submeter plântulas de albizia a diferentes concentrações salobras observaram maior comprimento de raiz em plântulas que desenvolveram maior parte aérea. Pontes, (2008) observou que no início da floração do feijoeiro os fotoassimilados deixam de ser translocados para as raízes sendo translocados para as flores e frutos onde a atividade metabólica é mais intensiva com alta demanda de fotoassimilados.

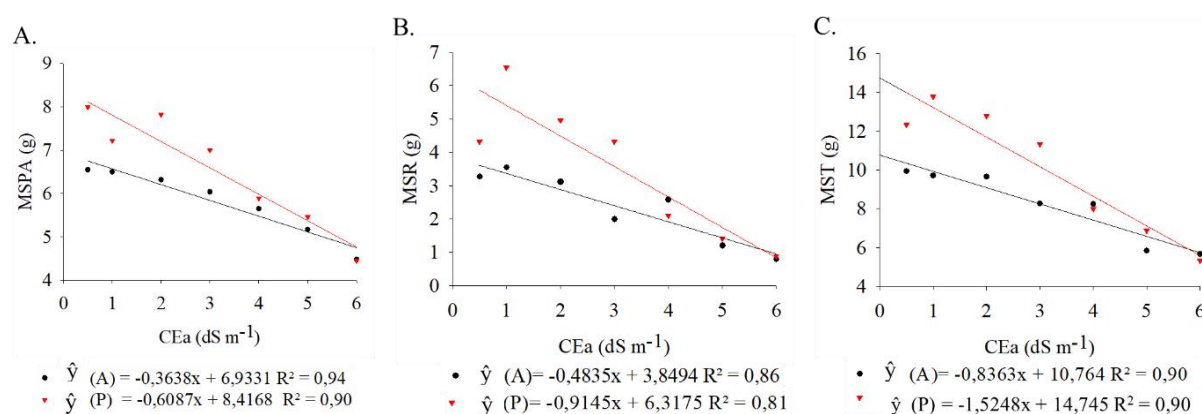
O desenvolvimento das raízes também é prejudicado pela insuficiente produção de fotoassimilados, pois nem sempre a produção é suficiente para abastecer todos os órgãos, tendo em vista a necessidade de partição para beneficiar a produção de flores (TAIZ *et al.*, 2017;

PONTES, 2008). Assim a densidade e comprimento das raízes aumenta até o início da floração decrescendo com a diminuição da eficiência de absorção de água (OLIVEIRA *et al.*, 2017a).

As variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) mostraram comportamento semelhante, reduzindo linearmente com o aumento da salinidade. A MSPA, MSR e MST reduziram 0,36, 0,48 e 0,83 g unitárias, respectivamente a cada incremento da salinidade na ausência de hidrogel, entretanto na presença do polímero, a redução foi de 0,60, 0,91 e 1,52 g unitárias, respectivamente a cada incremento da salinidade (Figura 37A, B e C).

Observa-se ainda em plantas submetidas a irrigação com água de CEa 0,5, 2,0 e 5,0 dS m⁻¹ obteve aumento da MSPA de 21,98, 23,73 e 5,60% e redução de 0,66% na CEa 6,0 dS m⁻¹ na presença de hidrogel em relação a ausência do polímero nas mesmas salinidades. Por outro lado, a variável MSR mostra um aumento de 32,01, 58,97, 17,35 e 10% nas CEa 0,5, 2,0, 5,0 e 6,0 dS m⁻¹ respectivamente na presença de hidrogel em relação a ausência do polímero nas mesmas salinidades e a variável MST obteve um aumento de 35,15, 28,64, 8,18% nas CEa 0,5, 2,0, 5,0 e redução de 2,16% na CEa 6,0 dS m⁻¹ respectivamente na presença de hidrogel em relação a ausência do hidroretor nas mesmas salinidades.

Figura 37: Interação entre salinidade x hidrogel na massa seca da parte aérea (A), massa seca de raiz (B) e massa seca total (C) de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

Isso demonstra que a irrigação com água salobra implica em acúmulo de sais no substrato, resultando em maior potencial osmótico e maior gasto de energia das mudas para a absorção de água e nutrientes e conseqüentemente redução da massa seca da parte aérea, comprimento e acúmulo de massa seca nas raízes devido ao maior contato e efeito tóxico dos sais (OLIVEIRA *et al.*, 2017a). A presença de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel na composição do substrato,

indica forte associação do polímero com a redução da força necessária para as plantas absorverem água e nutrientes favorecendo a manutenção de solutos e turgescência celular das raízes, acumulando biomassa radicular em detrimento da altura resultando em acúmulo de massa seca total proporcional ao ajuste morfológico realizado pelas plantas, aumentando a resistência da espécie a salinidade e aumento da qualidade de mudas.

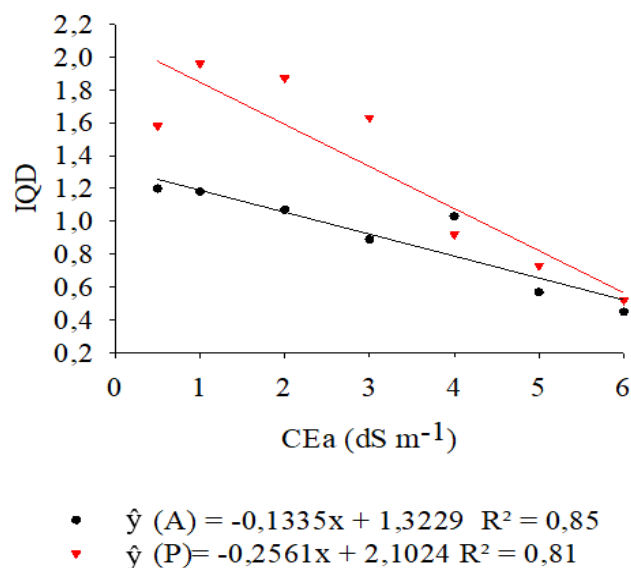
Segundo Azevedo *et al.* (2002) a presença de hidrogel no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz a lixiviação dos nutrientes por percolação, melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas. Segundo Santos *et al.* (2015) o decréscimo de fitomassa pode ser atribuída também ao maior gasto energético na utilização de algumas alternativas como ajuste osmótico, compartimentalização de açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo, assim parte da energia que deveria ser utilizada para o desenvolvimento das plantas são destinadas aos mecanismos adaptativos em condições salobras.

Esse resultado diverge de Cruz *et al.* (2006) avaliando a salinidade sobre o crescimento em plântulas de maracujazeiro- amarelo obteve massa seca de folhas, raízes e caule semelhante a massa seca total com redução de 20% para MSR, 22% para MSF e 28% para MSC+ peciolo, indicando que a imposição do estresse salobro não ocasionou competição pela distribuição de assimilados entre raiz e parte aérea.

Para Navroski, (2015) a massa seca de raízes mostra boa resposta ao uso do hidrogel, apresentando expressiva importância no desenvolvimento das plantas pois apresentam um bom enraizamento e maior capacidade de crescimento e potencial de desenvolvimento no campo. Navroski *et al.* (2016) avaliando a produção de massa seca total em mudas de *Eucalyptus dunni* concluíram que o polímero conferiu maior capacidade de retenção e disponibilidade de água ao substrato todavia pode ocorrer perdas na aeração do substrato devido ao preenchimento dos poros com água por mais tempo.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) apresentou comportamento linear em função da salinidade, obtendo-se redução de 0,13 e 0,25 na ausência e presença de hidrogel, respectivamente (Figura 38).

Figura 38: Interação entre salinidade x hidrogel no índice de qualidade de Dickson de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

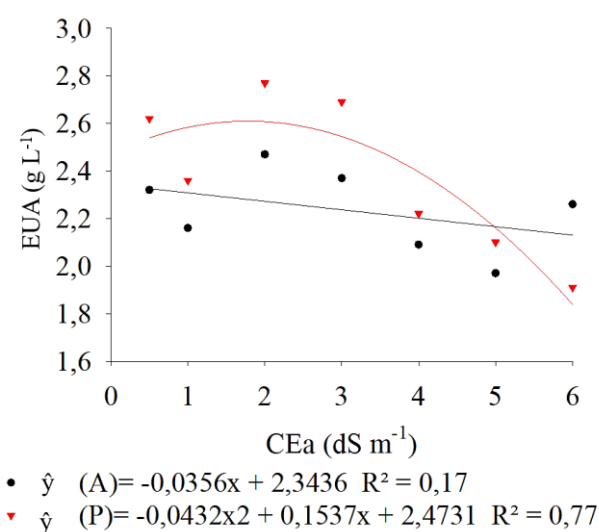
Quanto maior o IQD maior o diâmetro e maior a massa seca da parte aérea, indicando o melhor grau de qualidade das mudas (NOVROSKI, 2016). A espécie *Tagetes patula* L. manteve a maior qualidade de mudas especialmente até a CEa 3,0 dS m⁻¹ na presença de hidrogel, havendo um aumento de 83,14% em comparação a ausência do polímero nessa salinidade (3,0 dS m⁻¹). Entretanto, tanto na presença quanto na ausência do hidrorretentor as mudas tiveram IQD superior ao valor mínimo 0,20 recomendado por Hunt (1990), as mudas mantiveram qualidade superior as demais na presença de hidrogel mesmo em altos níveis de salinidade.

Navroski *et al.* (2015) analisando o índice de qualidade de mudas de eucalipto mantida em substrato com 0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 g L⁻¹ de hidrogel, obteve máximo índice de qualidade de mudas na dosagem de hidrogel 4,6 g L⁻¹ reduzindo a partir desse nível. Obteve ainda que em qualquer dose de hidrogel o IQD foi maior em comparação a ausência do hidrorretentor, entretanto as irrigações não foram realizadas com água salobra.

Almeida, (2017), ao submeter mudas de maracujazeiro a salinidade da água de irrigação de 0,6 a 12 dS m⁻¹, obteve uma redução do IQD com o aumento da salinidade, entretanto na CEa 6,0 dS m⁻¹ a redução do IQD foi quase imperceptível, evidenciando que a qualidade das mudas de maracujazeiro não foram afetadas pelas CEa 6,0 dS m⁻¹ sendo classificada como tolerante a salinidade. Navroski *et al.* (2016) constatou que a utilização de 4 g dm⁻³ de hidrogel natural melhorou a qualidade de mudas de *Eucalyptus dunni* e Medeiros *et al.* (2016) obteve que o incremento da salinidade reduz a qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo.

O aumento da eficiência do uso da água (EUA) é uma das maneiras mais promissoras, economicas e sustentaveis para aumentar a produtividade agrícola, caracterizada pelo acúmulo de massa seca da parte aérea e pela quantidade de água evapotranspirada por planta (CASTRO, 2016). Verifica-se que a máxima EUA em plantas de *Tagetes patula* L. foi obtido na presença de hidrogel combinado com água de CEa 1,77 dS m⁻¹ (2,60 g L⁻¹), a partir de 4,0 dS m⁻¹ houve a intensificação da redução da EUA com o incremento da salinidade.

Figura 39: Interação entre salinidade x hidrogel na eficiência do uso de água de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

Comparando a EUA nas CEa 5,0 e 6,0 dS m⁻¹ na presença e ausência do polímero, verificamos o aumento da EUA de 6,59% na CEa 5,0 dS m⁻¹ e redução de 15,48% na CEa 6,0 dS m⁻¹ na presença de hidrogel em relação a ausência (Figura 39). Esse resultado mostra que na presença de 3,0 g L⁻¹, o polímero amenizou o efeito osmótico causado pela salinidade nas plantas irrigadas com CEa até 5,0 dS m⁻¹, entretanto na máxima salinidade (6,0 dS m⁻¹) as plantas necessitaram ajustar mais intensamente sua morfologia, reduzindo sua altura para manter a turgidez celular das folhas a baixos potenciais hídricos, por outro lado, a disponibilidade de água causada pelo hidrogel favoreceu a produção folhas mas com menor área foliar para reduzir as perdas de água por transpiração resultando em plantas com menor MSPA embora tenha sido aplicada uma maior lâmina de água, resultando na redução da eficiência do uso da água na máxima salinidade (6,0 dS m⁻¹) em relação a ausência do polímero.

Nobre *et al.* (2014) ao submeter por 120 DAS mudas de mamoneira cv BRS Energia a irrigação salobra, obteve uma redução de 10,59% da eficiência do uso da água por aumento

unitário de salinidade, ou seja, redução de $0,12 \text{ g L}^{-1}$ (EUA) em plantas submetidas a CEa $4,4 \text{ dS m}^{-1}$ em comparação a testemunha ($0,4 \text{ dS m}^{-1}$). Sanches, (2013) fazendo um estudo sobre a aplicação do hidrogel (hidratado por cova ou irrigação; dosagem 0, 0,85, 1,50, 2,20, 2,90 e $3,60 \text{ g planta}^{-1}$ no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis* até 30 dias após o plantio, obteve que a utilização de $3,6 \text{ g planta}^{-1}$ do polímero reduziu em 4 irrigações a necessidade da reposição de água em relação ao tratamento controle em que foram necessárias 7 irrigações.

Segundo (TAIZ *et al.*, 2018), os sais em contato direto com as raízes reduziram o comprimento radicular e a absorção de água e nutrientes, havendo a necessidade de adaptações foliares para impedir perdas de água por transpiração

A Tabela 13 mostra a porcentagem de plantas vivas ao final do experimento, havendo 100% de plantas vivas até a CEa $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ na ausência de hidrogel e até $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ na presença de $3,0 \text{ g L}^{-1}$ do polímero.

Tabela 13: Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento em diferentes salinidades e hidrogel.

Plantas vivas ao final do experimento (%)						
Ausência de hidrogel						
Condutividades elétricas da água						
0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
93,33	100	100	100	100	86,66	86,66
Presença de hidrogel						
Condutividades elétricas da água						
0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
100	100	100	100	100	100	93,33

Fonte: autor (2022).

A espécie *Tagetes patula* L. mostrou ser bem adaptada ao cultivo com irrigação de diferentes condutividades elétricas da água na presença e ausência do hidrogel, enquanto na ausência do polímero a porcentagem de sobrevivência das plantas foi de 86,66 e 86,66% nas CEa 5,0 e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente e na presença do hidrogel a porcentagem de sobrevivência foi de 100 e 93,33% nas CEa 5,0 e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente.

Esse resultando indica que na presença de $3,0 \text{ g L}^{-1}$ do polímero, a planta manteve maior consumo de água, mesmo nas maiores condutividade elétrica da água (Tabela 1),

adaptando-se melhor morfológicamente, aumentando a tolerância da espécie a salinidade até a CEa 5,0 dS m⁻¹ resultando em 100% do número de plantas vivas aos 46 DATS (68 DAS), entretanto na ausência do polímero, a tolerância a salinidade foi reduzida mantendo 100% do número de plantas vivas até 4,0 dS m⁻¹.

Oliveira, (2017a) ao contabilizar o número de plantas vivas das espécies *C. roseus*, *A. catártica*, *I. coccínea* e *D. erecta* aos 60 dias após tratamentos salobros obteve que apenas a espécie *I. coccínea* obteve 100% de sobrevivência mesmo sendo irrigada com água de CEa 12,0 dS m⁻¹.

5.3.4 Variáveis foliares e trocas gasosas

A análise de variância mostra efeito significativo isolado apenas para salinidade na variável grau de suculência (GS) (p> 0,01) e índice relativo de clorofila (IRC) (p> 0,01). A interação entre salinidade x hidrogel mostrou efeito significativo para as variáveis área foliar (AF) (p> 0,01), área foliar específica (AFE) (p> 0,01) e razão área foliar (RAF) (Tabela 14).

Tabela 14: Análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão área foliar (RAF), grau de suculência (GS), teor de água da parte aérea (TA) e índice relativo de clorofila (IRC) em *Tagetes patula* L. submetidas a diferentes condutividades elétricas e concentrações de hidrogel.

FV	GL	Quadrados Médios					
		AF	AFE	RAF	GS	TA	IRC
Bloco	4	10815,15ns	4627,69**	488,87**	0,0001ns	11,88ns	22,59*
Salin.(S)	6	91802,21**	3966,67*	198,14ns	0,0002**	16,03ns	19,92*
Reg. Linear	1	445030,70**	12560,56**	-	0,001**	-	0,87ns
Reg. Quadratica	1	59820,11**	9985,75**	-	0,0002ns	-	75,35**
Reg. Cubica	1	13663,69ns	386,94ns	-	0,0002ns	-	0,04 ns
Residuo (s)	24	9018,58	1590,16	116,38	0,000	10,26	-
Hidrogel (H)	1	21319,05**	758,76ns	1039,47**	0,000ns	1,75ns	0,09**
S X H	6	29590,37**	2876,06**	324,60**	0,0001ns	6,87ns	21,34ns
Residuo(h)	28	3372,13	720,30	50,47	0,0001	12,14	18,09
Total	69	-	-	-	-	-	-
CV(s)	-	20,97	24,08	20,93	27,56	3,95	6,56
CV (h)	-	12,82	16,20	13,78	35,11	4,30	9,90
Hidrogel							

P	470,39 a	162,33 a	47,70 b	0,03 a	81,22 a	42,93 a
A	435,49 b	168,92 a	55,40 a	0,02 a	80,90 a	43,0 a

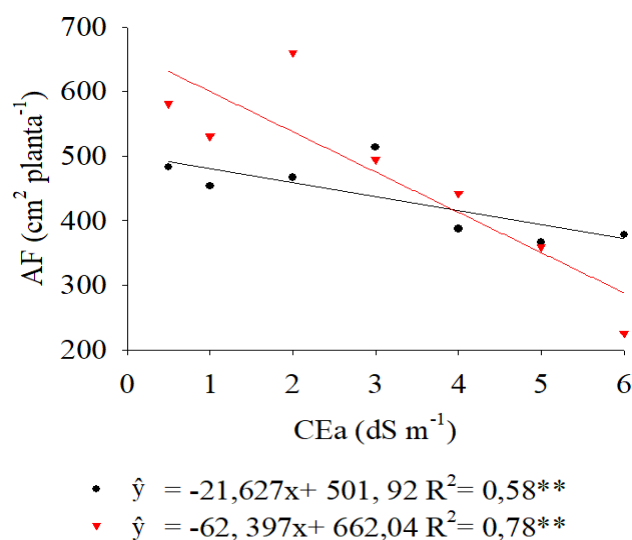
Gl- grau de liberdade; A- Ausência de hidrogel; P- Presença de hidrogel; ns- não significativo; * e** - significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey.

Fonte: autor (2022).

Na ausência do hidrogel a área foliar (AF) reduziu linearmente $21,62 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ a cada incremento da salinidade e na presença do polímero a AF reduziu $62,39 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ a cada incremento da salinidade. Na condutividade elétrica da água $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ a AF foi 11,32% maior na presença de hidrogel em relação a ausência do polímero na mesma salinidade ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) ($396,86 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$). Com o incremento da salinidade a AF reduziu 6,89 e 71,12% na CEa $5,0$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente na presença do polímero em relação a ausência nas mesmas salinidades (Figura 40).

Esse resultado indica que a partir de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ o efeito benéfico do polímero desaparece devido ao maior acúmulo de sais no substrato e conseqüentemente o aumento do efeito osmótico, sendo necessário a redução da área foliar como estratégia para reduzir as perdas de água por transpiração (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Dessa forma a redução da área foliar causado pela salinidade pode ser um benefício para produtores que utilizam reguladores de crescimento para obter plantas menores (RADEMACHER, 2015).

Figura 40: Interação entre salinidade x hidrogel na área foliar de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

O hidrogel reduz as perdas de nutrientes por lixiviação (NAVROSKI, 2015), embora absorva uma menor quantidade de água em altas salinidades e conseqüentemente eleve as perdas de água por percolação e as perdas de sais por lixiviação, esse resultado foi registrado por (LOURENÇO, 2016), verificando ainda que o polímero ocasiona o aumento das concentrações de sais próximo a zona radicular, sendo necessário o gasto de mais energia para absorção de água sendo necessária a redução da área foliar como mecanismo adaptativo as condições salobras.

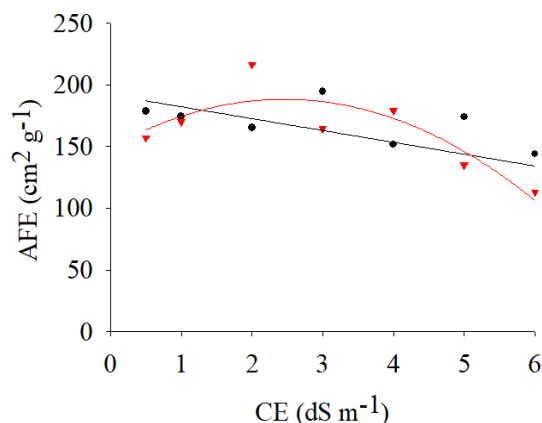
Barbosa, (2013) afirma que as variáveis de crescimento são mais afetadas pelo efeito osmótico quando comparados ao iônico, sendo constatado decréscimos da taxa de crescimento da área foliar de acordo com o tempo de exposição a salinidade, visto que isso seja o resultado de desequilíbrios fisiológicos que reduzem a expansão celular e conseqüentemente a redução da área foliar.

Sá *et al.* (2013) observaram que reduções da área foliar é uma resposta do vegetal ao ambiente salobro, especificamente ao mecanismo de absorção de CO₂ e liberação de água por transpiração, objetivando realizar o ajustamento osmótico, mecanismo adaptativo que auxilia a manutenção do turgor das células em déficit hídrico pois a perda desse equilíbrio resulta em perdas da turgescência, desidratação celular e morte das células (SHRIVASTAVA & KUMAR, 2015).

Na ausência de hidrogel a área foliar específica (AFE) não apresentou diferença estatística com o incremento da salinidade. Por outro lado, a regressão obteve melhor ajuste quadrático para a presença de hidrogel obtendo a máxima AFE na CEa 2,45 dS m⁻¹ (188,34 cm² g⁻¹). Verificou-se também a redução de 22,21 e 21,43% da AFE nas CEa 5,0 e 6,0 dS m⁻¹ respectivamente, na presença do polímero em relação a ausência do hidroretentor nas mesmas salinidades (5,0 e 6,0 dS m⁻¹) (Figura 41).

Esse resultado mostra que até 4,0 dS m⁻¹ na presença do hidrogel a espécie *Tagetes patula* L. manteve uma moderada tolerância ao estresse salobro ao manter a maior área foliar destinada para a fotossíntese até a CEa 4,0 dS m⁻¹. Oposto a esse resultado verifica-se que na ausência do hidroretentor em que a área foliar reduziu proporcionalmente a massa de folhas com o incremento da salinidade, não havendo mudança da área foliar destinada para a fotossíntese independente da salinidade mostrando tolerância ao estresse salobro.

Figura 41: Interação entre salinidade x hidrogel na área foliar específica de *Tagetes patula* L.



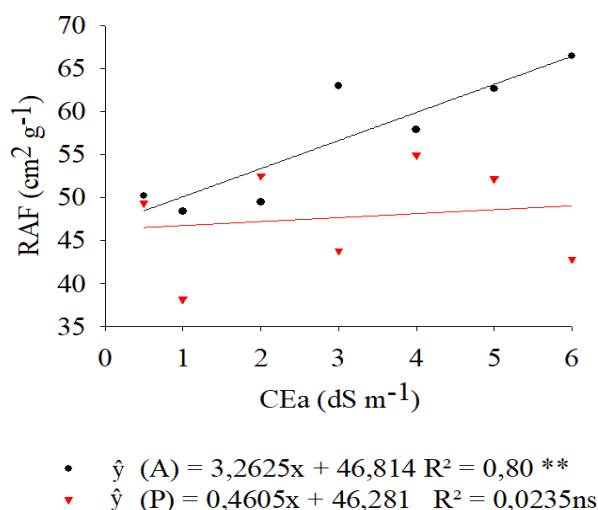
- $\hat{y} (A) = -4,5146x + 182,78$ $R^2 = 0,29$ ns
- ▼ $\hat{y} (P) = -6,5336x^2 + 32,08x + 148,97$ $R^2 = 0,75^{**}$

Fonte: autor (2022).

A manutenção da maior área foliar destinada a fotossíntese e as maiores taxas fotossintéticas por unidade de área foliar são indicadores importantes de tolerância ao estresse salino (MUNNS & TESTER, 2008). Segundo Ferreira *et al.* (2001) a síntese e a translocação de hormônios para as raízes e parte aérea é afetada pelos íons cloreto e sódio, resultando na diminuição da área foliar disponível para a fotossíntese pois são indispensáveis para as funções metabólicas celulares podendo afetar a biomassa.

Na presença de hidrogel a razão área foliar (RAF) não apresentou diferença estatística com o incremento da salinidade. Entretanto na ausência do polímero houve um acréscimo de $3,26 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ a cada incremento da salinidade (Figura 42). A linearidade constante da razão área foliar na presença do hidrogel é considerado um efeito positivo, indicando que a espécie reduziu a área foliar resultando na redução da transpiração e entrada de sais pelas raízes, obtendo acúmulo de biomassa proporcional ao ajuste morfológico realizado pela planta como mecanismo de defesa a salinidade.

Figura 42: Interação entre salinidade x hidrogel na razão área foliar de *Tagetes patula* L.



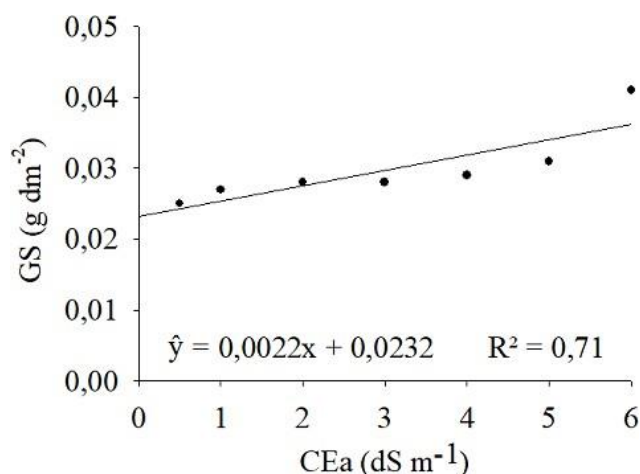
Fonte: autor (2022).

Assim, o hidrogel mostrou ser uma tecnologia estratégica que aumenta a resistência das plantas ao estresse salobro através da redução da massa seca total e área foliar de forma proporcional com o incremento da salinidade, mantendo o acúmulo de biomassa com média constante. É importante avaliar elementos que favoreçam a utilização de água salobra na agricultura, possibilitando obter estratégias, que a longo prazo contribuíssem para bons níveis de produtividade (NEVES *et al.*, 2010).

Oposto a esse resultado, verificou-se que na ausência do polímero hidroabsorvente, a espécie reduziu a massa seca total devido ao efeito osmótico e fitotoxicidade dos sais, resultando na redução do acúmulo de fotoassimilados devido a degradação da enzima clorofilase e consequentemente redução do acúmulo de biomassa nos diferentes órgãos das plantas. Segundo Azevedo Neto & Tabosa, (2000) o aumento da RAF em condições salobras resulta em menores valores de biomassa seca, pois a redução da biomassa dos tecidos está relacionada à demanda de água e o transporte de íons Cl^- e ou Na^+ para a parte aérea.

O grau de suculência (GS) das folhas de *Tagetes patula* L. aumentou $0,0022 \text{ g dm}^{-2}$ com o incremento da salinidade (Figura 43). Nas CEa 2,0, 4,0 e 6,0 dS m^{-1} (0,028, 0,029 e $0,041 \text{ g dm}^{-2}$) o grau de suculência aumentou 12, 16 e 64% em comparação a CEa 0,5 dS m^{-1} ($0,025 \text{ g dm}^{-2}$). Isso mostra que a espécie conseguiu manter o turgor e hidratação das células em altas salinidades, possivelmente devido à realização do ajustamento osmótico que permite manter a turgidez celular a baixos potenciais hídricos (OLIVEIRA *et al.*, 2017a).

Figura 43: Efeito isolado do grau de suculência em folhas de *Tagetes patula* L.



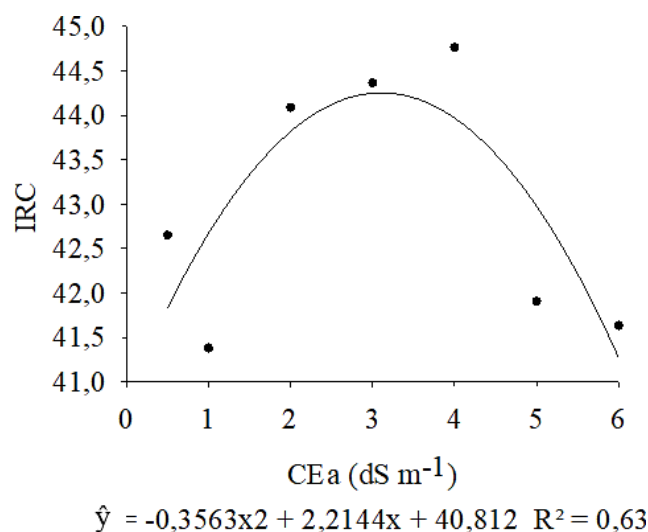
Fonte: autor (2022).

Segundo Bouger & Gluzezak, (2006) algumas plantas possuem tecidos especializados em armazenar água como o parênquima aquífero, sendo influenciado fortemente pela disponibilidade de água no solo, podendo ocorrer variações dependendo das condições ambientais como precipitação e salinidade ao longo do tempo. A tolerância ao estresse hídrico tem sido associada a manutenção da água dentro da planta ocorrendo o ajuste da transpiração resfriando a superfície foliar (VIDAL, 2019), pois o que caracteriza o grau de suculência das folhas é o conteúdo de água presente nas células (BOEGER & GLUZEZAK, 2006).

Campelo *et al.* (2018) pesquisando as características foliares em espécies lenhosas em função da disponibilidade de água no solo obteve que as espécies mantiveram a suculência foliar em estresse hídrico sendo interpretado como uma estratégia para manter a hidratação da folha por meio do armazenamento de água protegendo as plantas do murchamento.

O índice relativo de clorofila (IRC) foi influenciado somente pela salinidade, obtendo a máxima produção de clorofila (44,25 unid. spad) na CEa 3,10 dS m⁻¹ (Figura 44). Esse resultado mostra a máxima salinidade que a espécie *Tagetes patula* L. tolera, pois a seca causada pelo estresse hídrico e salino reduz a produção de clorofila (LI *et al.*, 2006). Assim a redução do índice spad com o incremento da salinidade é um indicativo da sensibilidade da planta a salinidade e conseqüentemente ao deficit hídrico (GRACILIANO *et al.*, 2011; MAGALHÃES *et al.*, 2013). É possível que a maior produção de flores obtida próximo a máxima produção de clorofila, tenha sido devido a maior produção de fotoassimilados e translocação para os drenos.

Figura 44: Efeito isolado da salinidade no índice relativo de clorofila de *Tagetes patula* L.



Fonte: autor (2022).

O nitrogênio presente nos cloroplastos é constituinte da molécula de clorofila, sendo relacionado com a fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividades das raízes, absorção iônica de outros nutrientes além de crescimento, diferenciação celular e genética sendo os processos fisiológicos mais importantes que ocorrem nas plantas (PES & ARENHARDT, 2015).

A menor quantidade de clorofila em plantas produzidas sob cenário salobro é devido ao aumento da enzima clorofilase responsável pela degradação da clorofila (TAIZ *et al.*, 2017) comprometendo a obtenção de compostos orgânicos e conseqüentemente a distribuição para as raízes, tecidos de crescimento e órgãos de armazenamento, ocasionando a redução do crescimento e desenvolvimento das plantas (PES & ARENHARDT, 2015). Em casos moderados de deficit hídrico, as primeiras respostas das plantas são o retardo ou a interrupção da divisão e expansão celular reduzindo o crescimento das folhas e caules antes do estresse hídrico, quando severo causa o fechamento estomático e diminuição da fotossíntese (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Viana *et al.* (2008) analisando o índice relativo de clorofila em folhas de quiabo, demonstraram de forma geral que as leituras de clorofila estão relacionadas com o teor de nitrogênio presente na folha, sendo um indicador do nível deste nutriente na cultura. Paixão *et al.* (2014) avaliando diferentes genótipos de girassol, obteve um aumento dos teores de pigmentos nas variedades mais resistentes a seca após um período de cinco a dez dias de deficiência hídrica.

O resultado da ANOVA apresentado na tabela 15 mostra que as trocas gasosas foliares e a temperatura das folhas não foram influenciadas significativamente pela salinidade e nem pela presença e ausência de hidrogel (Tabela 15).

Tabela 15: Resumo da análise de variância referentes a trocas gasosas: taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E) e concentração intercelular de CO₂ (Ci) e índice relativo de clorofila (IRC) em *Tagetes patula* L. submetidas a diferentes condutividades elétricas e concentrações de hidrogel.

FV	GL	Quadrado Médio				
		Gs	A	E	Ci	TF °C
Bloco	4	0,09**	45,25**	15,84**	4101,65**	12,55**
Salinidade (S)	6	0,04ns	13,43ns	5,42ns	607,39ns	0,433ns
Resíduo (s)	24	0,02	10,30	2,81	420,70	0,488
Hidrogel (H)	1	0,001ns	0,67ns	0,21ns	3,06ns	0,02ns
S X H	6	0,01ns	4,05ns	1,06ns	201,02ns	0,13ns
Resíduo (h)	28	0,007	6,78	1,05	233,90	0,12
Total	69	-	-	-	-	-
CV(s)	-	42,37	24,74	27,80	6,63	2,21
CV (h)	-	24,18	20,08	17,02	4,94	1,12
Médias						
P		0,34 a	12,87 a	5,97 a	309,68 a	31,57 a
A		0,35 a	13,07 a	6,08 a	309,28 a	31,61 a

GL- grau de liberdade; A- Ausência de hidrogel; P- Presença de hidrogel; ns- não significativo; * e** - significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey. Fonte: autor (2022).

Os fatores ambientais como quantidade de água, temperatura, intensidade de luz, concentração intracelular de dióxido de carbono (CO₂) controlam o movimento de abertura e fechamento dos estômatos. Esses sinais são percebidos pelas células-guarda que resulta na abertura estomática, entrada de CO₂ e realização da fotossíntese (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Assim, obteve-se que plantas cultivadas nos blocos 1 e 3 independente dos tratamentos, tiveram maior temperatura foliar sendo estatisticamente iguais (32,61 e 32,31 °C respectivamente) e apresentando em média 3,27 °C acima da média da temperatura do ambiente na casa de vegetação (29,19 °C). Dessa forma, plantas cultivadas nesses blocos mantiveram

maior condutância estomática (abertura dos estômatos) respondendo melhor as condições ambientais, promovendo o maior fluxo de entrada do CO₂ necessário para a realização da fotossíntese e maior fluxo de perda de água por transpiração. Segundo Mathur *et al.* (2014), a capacidade das plantas manterem a absorção de CO₂ e conseqüentemente a taxa fotossintética sob elevadas temperaturas é uma possível estratégia de termotolerância.

Verifica-se que independente dos tratamentos com salinidade e hidrogel as plantas mantiveram a turgescência das células-guarda, ocasionando a abertura estomática e a capacidade de manter a perda de água para atmosfera mesmo em baixos níveis de potencial hídrico, aumentando a sua resistência a seca. É possível que isso tenha acontecido devido à realização do ajustamento osmótico pois o acúmulo de solutos solúveis nas células, mantém o movimento de água pelas folhas, favorecendo a turgescência celular (OLIVEIRA *et al.*, 2017), o que justifica o igual teor de água da parte aérea independente da salinidade e do hidrogel.

Ferreira *et al.* (2014) avaliando a eficiência do hidrogel na mitigação do déficit hídrico de tangerina cultivar ‘Clemenules’ (*C. reticulata*) e satsuma ‘Okitsu’ (*C. unshiu*) e do híbrido ‘Ortanique’ (*C. sinensis* x *C. reticulata*) todas enxertadas sobre *Poncirus trifoliata*, submetidas a irrigação convencional, irrigação com estresse hídrico e com 2L de hidrogel hidratado/vaso, fatorial triplo obteve que aos 15 dias após a suspensão das irrigações as mudas da cultivar ‘Ortanique’ mantiveram o status hídrico e as trocas gasosas independente da aplicação do hidrogel. As cultivares ‘Okitsu’, ‘Clemenules’, ‘Navelina’ e ‘Lanelate’ mostram sensibilidade as variações hídricas apresentando redução considerável das trocas gasosas, entretanto o hidrogel promoveu recuperação e manutenção do status hídrico das mudas.

Segundo Castro, (2019) a manutenção do potencial hídrico e turgor das células, mesmo em déficit hídrico mantém os processos de alongamento celular, abertura parcial dos estômatos, assimilação de CO₂ necessário para a realização da fotossíntese, convertendo CO₂ da atmosfera em carbono orgânico, embora vários estudos relatem a baixa correlação entre a fotossíntese e os ganhos de biomassa (CASTRO, 2016). A abertura estomática permite a perda de água por transpiração resfriando a superfície das folhas (VIDAL, 2019).

5.3.5 Análise sensorial e tolerância a salinidade

A análise sensorial foi realizada aos 60 DAS, onde a maioria dos entrevistados eram do sexo masculino (65%) e faixa etária de 18 a 35 anos (66%), demonstrando boa aceitação afetiva de flores em plantas irrigadas com CEa de até 3,0 dS m⁻¹ na ausência e presença de hidrogel, obtendo-se a maioria das notas acima de 7,0. Em relação a aparência das folhas,

plantas irrigadas com CEa de até 4,0 dS m⁻¹ na ausência de hidrogel e até 3,0 dS m⁻¹ na presença do hidroretentor, respectivamente receberam nota acima de 7,0 (Tabela 16). Isso indica que qualquer alteração na aparência das folhas e flores quanto a cor e tamanho pode reduzir a aceitação pelos consumidores.

Esse resultado diverge de Bezerra *et al.* (2020), ao submeter a espécie *Tagetes patula* L. a diferentes salinidades, observou que a espécie tolera bem a salinidade em CEa de até 2,5 dS m⁻¹.

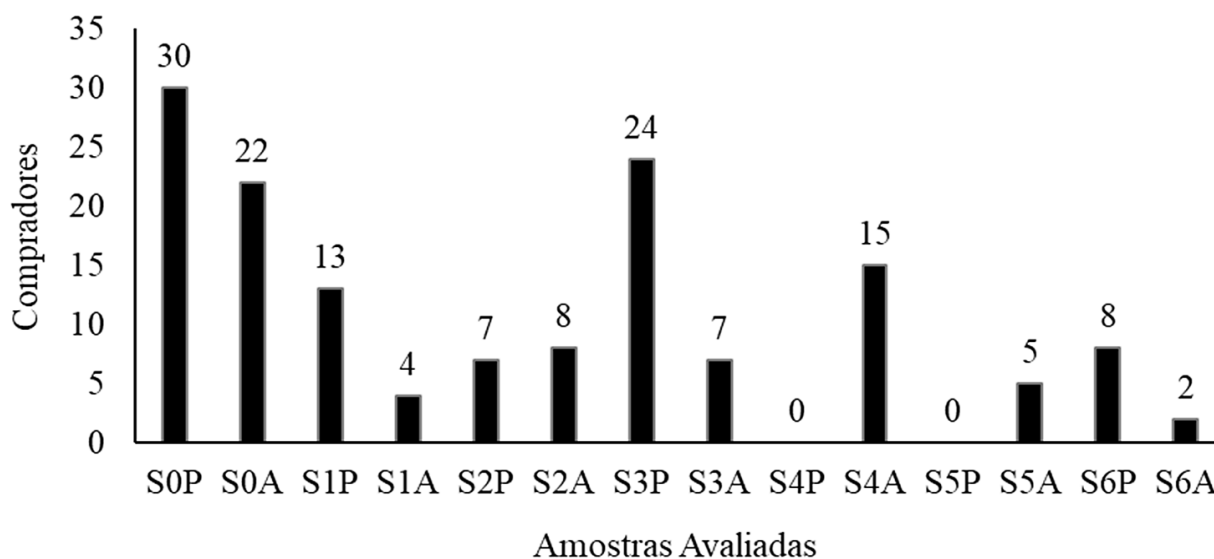
Tabela 16: Resultado da análise sensorial de qualidade visual de *Tagetes patula* L. irrigada com diferentes salinidades na presença e ausência de hidrogel no substrato.

Tratamento	FLORES			FOLHAS		
	Cor	Tamanho	Aparência	Cor	Tamanho	Aparência
S0A	8,0	8,17	7,95	7,52	7,35	7,32
S1A	5,97	5,56	5,57	7,39	7,27	7,20
S2A	7,29	7,35	7,17	7,08	6,93	6,60
S3A	7,34	7,40	7,36	7,24	7,35	7,13
S4A	6,54	7,36	6,55	7,47	7,51	7,41
S5A	7,08	6,98	6,98	6,95	6,74	6,63
S6A	6,05	5,79	5,79	6,60	6,51	6,44
S0P	8,06	8,02	7,87	7,73	7,72	7,76
S1P	7,27	7,40	7,23	7,19	7,23	7,16
S2P	7,13	6,96	6,97	7,34	6,97	7,33
S3P	7,36	7,18	7,26	7,28	7,26	7,45
S4P	5,83	7,26	5,37	6,92	5,37	6,75
S5P	5,86	5,40	5,40	6,0	5,40	6,01
S6P	7,18	6,77	6,77	6,66	6,77	6,72

Fonte: autor (2022).

O teste de preferência é considerado uma das etapas mais importantes do teste sensorial (DUTCOSKY, 1996) pois indica a aceitação do produto no mercado (PAULUS *et al.*, 2012). Assim a espécie obteve 145 intenções de compra sendo 20,68% (30 votos de preferência) para o cravo de defunto cultivada na presença de hidrogel e 15,17% (22 votos de preferência) cultivada na ausência do polímero e irrigadas com água de CEa 0,5 dS m⁻¹. As plantas irrigadas com CEa 3,0 dS m⁻¹ tiveram 16,55% das intenções de compra (24 votos de preferência) na presença do polímero e 4,82% das intenções de compra (7 votos de preferência) na ausência do polímero. Em maiores condutividades elétricas (5,0 e 6,0 dS m⁻¹) esse percentual ficou abaixo de 5,0% (Figura 45). Esse resultado mostra claramente que a aparência das flores e folhas quanto a cor e tamanho são atributos valorizados pelos consumidores de plantas ornamentais. É possível que a aceitação da espécie irrigada com CEa 3,0 dS m⁻¹ na presença de hidrogel tenha sido devido ao grande número de flores produzidas nessa condutividade elétrica de água sendo esse período correspondente a floração.

Figura 45: Intenções de compra de *Tagetes patula* L. pelos julgadores.



Fonte: autor (2022).

A Tabela 17 apresenta valores referentes a redução relativa para as variáveis índice de qualidade de Dickson, massa seca da parte área, área foliar, número de flores e aparência geral sendo estas as variáveis que sofreram influência dos fatores salinidade e hidrogel. A classificação de tolerância a salinidade foram realizadas de acordo com Mass e Hoffman (1977), Fageria (1985) e pelo método do índice ornamental (índice ORN).

Tabela 17: Tolerância a salinidade de *Tagetes patula* L. pelas diferentes salinidades e hidrogelaos 68 DAS.

Método adaptado de Mass e Hoffman (1977)						
Variáveis	Ausência de hidrogel			Presença de hidrogel		
	Decliv.	SL	classificação	Decliv.	SL	Classificação
<i>IQD</i>	11,06	0,93	MS	16,16	2,02	MS
<i>MSPA</i>	5,29	0,74	S	7,62	0,70	S
<i>AF</i>	4,48	0,88	S	10,79	1,30	MS
<i>NFLOR</i>	Sam	2,57	MT	sam	2,79	MT
<i>AGplanta</i>	1,68	2,93	MT	5,09	1,46	MS

Método adaptado de Fageria (1985)						
Variáveis	Reduções relativas (%) CEa (dS m ⁻¹)					
	Ausência de hidrogel					
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
<i>IQD</i>	1,35 ^T	10,38 ^T	25,91 ^{MT}	13,69 ^T	52,05 ^{MS}	62,01 ^{MS}
<i>MSPA</i>	7,17 ^T	1,59 ^T	5,58 ^T	14,83 ^T	30,25 ^{MT}	26,77 ^{MT}
<i>AF</i>	6,01 ^T	3,23 ^T	-6,37 ^T	19,86 ^T	24,13 ^{MT}	21,65 ^{MT}
<i>Nflor</i>	18,75 ^T	17,5 ^T	5,0 ^T	3,75 ^T	11,25 ^T	37,5 ^{MT}
<i>AG planta</i>	6,38 ^T	6,88 ^T	7,24 ^T	6,98 ^T	6,80 ^T	6,11 ^T
Variáveis	Presença de hidrogel					
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
	<i>IQD</i>	23,89 ^T	18,04 ^T	2,56 ^T	42,11 ^{MS}	53,51 ^{MS}
<i>MSPA</i>	9,61 ^T	2,16 ^T	12,36 ^T	26,22 ^{MT}	31,69 ^{MT}	44,32 ^{MS}
<i>AF</i>	8,58 ^T	13,56 ^T	14,90 ^T	23,95 ^{MT}	38,16 ^{MT}	61,20 ^S
<i>Nflor</i>	5,61 ^T	23,59 ^T	20,22 ^T	3,37 ^T	5,61 ^T	31,46 ^{MT}
<i>AG planta</i>	7,19 ^T	7,15 ^T	7,35 ^T	6,06 ^T	5,70 ^T	6,74 ^T

Índice Orn - Oliveira et al., (2018)		
	Ausência de hidrogel	Presença de hidrogel
<i>MSPA +AG</i>	MT	MT
<i>MSPA+ NFlor</i>	MS	MT

S – Sensível; MS – Moderadamente sensível; MT – Moderadamente tolerante; T – Tolerante; SL- Salinidade limiar. Fonte: autor (2022).

De acordo com o método adaptado de Mass e Hoffman (1977) houve diferença quanto a classificação da salinidade limiar (SL) da espécie *Tagetes patula* L. de acordo com as variáveis analisadas na presença e ausência de hidrogel. Observa-se que embora as variáveis índice de qualidade de Dickson, área foliar e número de flor tenham sido classificados como moderadamente sensível (MS), moderadamente sensível (MS) e moderadamente tolerante (MT) respectivamente na presença e ausência de 3,0 g L⁻¹ do polímero, a massa seca da parte aérea foi classificada como sensível (S) na presença e ausência de hidrogel e a aparência geral da planta foi classificada como moderadamente tolerante (MT) e moderadamente sensível (MS) na ausência e presença de hidrogel respectivamente. Assim o método adaptado de Mass e Hoffman (1977) não conseguiu definir de forma clara, a classificação de tolerância a salinidade tendo em vista a falta de sincronia da salinidade limiar entre as variáveis analisadas sendo necessário a utilização de outros métodos.

O método proposto por Fageria (1985) mostrou que a espécie *Tagetes patula* L. obteve reduções de menos que 20% do índice de qualidade de Dickson, massa seca da parte aérea, área foliar, número de flores e aparência geral da planta na ausência de hidrogel até a CEa 4,0 dS m⁻¹. Por outro lado, quando submetido a níveis maiores de salinidades a espécie continuou sendo tolerante até 6,0 dS m⁻¹ para a variável aparência geral de plantas. Na presença do hidrogel a espécie *Tagetes patula* L. obteve reduções menores que 20% para o índice de qualidade de Dickson, a massa da parte aérea, área foliar, número de flores e aparência geral da planta na ausência de hidrogel até a CEa 3,0 dS m⁻¹. Quando submetido a níveis maiores de salinidade a espécie continuou sendo tolerante a salinidade até 6,0 dS m⁻¹ para a variável aparência geral de plantas.

Neves *et al.* (2018) classificou a espécie ornamental *Catharantus roseus* como tolerante a salinidade para biomassa seca da parte aérea e de flores aos níveis de 2,5 e 7,5 dS m⁻¹ respectivamente pelo método adaptado de Fageria (1985).

O método do índice ornamental proposto por Oliveira *et al.* (2018) mostra que a espécie *Tagetes patula* L. é moderadamente tolerante a salinidade (MT) na presença e ausência de hidrogel quanto a massa seca da parte aérea (MSPA) e aparência geral (AG). Por outro lado, analisando a MSPA e número de flores (NFlor) observa-se que na ausência do polímero a espécie é moderadamente sensível (MS) e na presença do hidrotentor é moderadamente tolerante (MT). Esse resultado é coerente ao observado na análise sensorial, em que as plantas foram aceitas quanto a aparência geral mesmo nas maiores salinidades na presença e ausência do hidrogel devido a resistência das plantas em alterar a aparência geral e foi coerente com os resultados obtidos anteriormente quanto a MSPA e NFlor.

Esse resultado combina com o obtido por Bezerra, (2020) em que classificou a espécie *Tagetes patula* L. como moderadamente sensível a salinidade pelo método do índice Orn, tendo em vista o não uso de hidrogel em sua pesquisa. Segundo Oliveira *et al.* (2017) plantas que apresentam um maior grau de tolerância a salinidade tem uma grande habilidade em controlar o transporte de sais em pontos estratégicos.

5.4 Conclusão

O uso de 3,0 g L⁻¹ de hidrogel (mudas e substrato) favorece a aceitação do produto pelo mercado, aumenta a eficiência do uso da água e o índice de qualidade de Dickson em níveis moderados (2,0 a 3,0 dS m⁻¹) de salinidade favoreceu ainda a produção de flores e a porcentagem de plantas vivas em níveis altos (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) em relação aos tratamentos sem o polímero. A espécie *Tagetes patula* L. foi classificada como moderadamente tolerante a salinidade (4,0 a 6,0 dS m⁻¹) pelo método do índice Ornamental na presença e ausência de hidrogel.

6. CONCLUSÃO GERAL

A manutenção da umidade proporcionada pelo hidrogel não ocasiona a diluição dos sais no substrato entretanto a penetração das raízes no polímero mitiga o efeito osmótico causado pela salinidade aumentando a resistência de *Tagetes patula* L. ao estresse salobro.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. P. N. **Tecnologias de produção de mudas de romãzeiras (*Punica granatum* L.)**. 2017. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2017.
- ARAGÃO, F.T.A. **Uso de hidrogel no cultivo da alface submetidas a déficit hídrico**. 2018. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed, Estudos FAO. **Irrigação e Drenagem 29 (Revisado)**. Campina Grande: UFPB. 1999. 153p.
- AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II Análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.159-164, 2000.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de Hidrogel na Agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro- Ambientais**, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.
- BARBOSA, R. C. A. **Tolerância à salinidade de genótipos de citros recomendados como porta enxertos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- BARROS, H. M. M.; GHEYI, H. R.; LOGES, V.; SANTOS, M. S. SOARES, F. A. L. Influência da salinidade da água no crescimento de seis genótipo de helicônias. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.16, n.2, p. 139-145, 2010.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BEZERRA, F. M. S.; LACERDA, C. F.; RUPPENTHAL, V.; Cavalcante, E. S.; Oliveira, A. C. Salt Tolerance during the seedling production stage of *Catharanthus roseus*, *Tagetes patula* and *Celosia argentea*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 3, p.1-9, 2020.
- BEZERRA, F. M. S. **Produção de mudas de três espécies ornamentais sob irrigação com águas salinas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- BOEGER, M. R. T. & GLUZEZAK, R. M. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, v. 61, n. 1-2, p. 73-82, 2006.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Germinação: do básico ao aplicado. In: Borghetti, F.; Ferreira, A. G. **Interpretação de resultados de germinação**: Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 13, p. 209-222.

BOUERI, M. A.; MARTINEZ, R. A.; LUNARDI, D. M. C. Avaliação de parâmetros de crescimento na cultura Tagetes patula em ambiente protegido e a campo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.16, n.2, p. 153-159, 2010.

CHANG, C., ZHANG, L. Cellulose-based hydrogels: Present status and application prospects. **Carbohydrate Polymers**, v.84, n.1, p. 40-53, 2011.

CHEN, X.; MAO, X.; LU, Q.; LION, Z. Characteristics and mechanisms of acrylate polymer damage to maize seedlings. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 129, p. 228–234, 2016.

CAMPELO, D.H.; de LACERDA, C. F.; SOUSA, J. A.; BEZERRA, A. M. E.; ARAÚJO, J. D. M.; NEVES, A. L.R.; SOUSA, C. H. C. Características morfofisiológicas foliares e estado nutricional de seis espécies lenhosas em função da disponibilidade de água no solo, **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 924-936, 2018.

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; FLOWERS, T. J. The response of ornamental plants to saline irrigation water. In: García Garizábal, I.; Abrahao, R. (eds). "Irrigation: Types, Sources and Problems/Book 2". **Intech, Rijeka**, Croatia, p. 131–158, 2012.

CASTRO, J. N. **Resistência ao déficit hídrico e á temperatura supraótima em cultivares de soja**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Ciências Agrárias, Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2016.

COSTA, E. E. N. G.; CAVALCANTE, R. E. R.; COSTA, E. M. F. S.; MOREIRA, A. N.; CARVALHO, J. F. Atrativo do cravo de defunto na população de pragas e inimigos naturais na cultura do alface. In: Jasper, M. **Coletânea nacional sobre entomologia**, Atena editora, Ponta Grossa- PR. 2019. cap. 11, p. 121-131.

COSTA, J. M.; EGIPTO, R.; SÁNCHEZ-VIROSTA, A.; Lopes, C. M.; Chaves, M. M. Canopy and soil thermal patterns to support water and heat stress management in vineyards. **Agricultural Water Management**, v. 216, p. 484-496, 2019.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro- amarelo. **Revista Bragantia**, v.65, n.2, p. 275-284, 2006.

DIAS, N. S; BLANCO, F. F.; de SOUZA, E. R.; SOUZA NETO, J. F. S. F. O. N; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Gheyil, H. R.; Dias, N. da S. Lacerda, C. F de. Gomes Filho. (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016. cap. 11, p. 151-162.

DIVINCULA, J. S.; ALEMAN, C. C.; SOUZA JUNIOR, E. P.; VIEIRA, J. H.; MORAIS, J. E. F.; RIBEIRO, S. O.; CECON, P. R.; SANTOS, M. A. L. Manejo sustentável de irrigação utilizando hidrogel no cultivo de calêndula officinalis L. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 4, p.19175-19188, 2020.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Editora Champagnat, 123 p. 1996.

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

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, v. 88, p. 237-243, 1985.
 FERNÁNDEZ, J. Plant-based methods for irrigation scheduling of woody crops. **Horticulturae**, v. 3, n. 2, p. 35, 2017.

FERRAZ, M. V.; FRANCO, C. F.; BATISTA, G. S.; PIVETTA, K. F. L. Salinity on the germination of seed and index of germination speed of three ornamental species. **Ornamental Horticulture**, v. 22, p. 196-201, 2016.

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**, Goiânia, v.44, n.2, p. 158- 165, 2014.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p.79-88, 2001.

FONTE, R. V.; SANTOS, M. P.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D. M.; BACARIN, M. A. Alterações fotossintéticas e de crescimento em plantas de mamoeiro em resposta a diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.14, n.3-4, p.182-187, 2008.

GRACIANO, E. S. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, D. R. M.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 794–800, 2011.

GONZÁLES-FERNÁNDEZ, J. J; GALEA, Z.; ÁLVAREZ, J. M.; HORMAZA, J. I.; LÓPEZ, R. Evaluation of composition and performance of composts derived from guacamole production residues. **Journal of Environmental Management**. Sevilla, v.147, p. 132-139, 2015.

GARCÍA- TEJERO, I. F.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; MURIEL-FERNÁNDEZ, J. L.; JIMÉNEZ-BOCANEGRA, J. A. Linking canopy temperature and trunk diameter fluctuations with other physiological water status tools for water stress management in citrus orchards. **Functional Journal of Plant Biology**. v. 38, p.106-117, 2011.

HARTER, L. S. H; HARTER, F. S.; DEUNER, C.; M, G. E.; VILLELA, F. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de morango. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p. 80-85, 2014.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: ROSE, R.; CAMPBELL, S. J.; LANDIS, T. D. Target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report RM-200. 1990,

Roseburg: Proceedings. Collins: United States Department of Agriculture, **Forest Service**, 1990. p. 218-222.

KHAN, F.; TARE, R. S.; OREFFO, R., BRADLEY, M. Versatile biocompatible polymer hydrogels: scaffolds for cell growth. **Angewandte Chemie International Edition**, v.48, n.5, p. 978-982, 2009.

KOELLN, F. T. S. **Produção de gérberras de vaso em resposta a adubos orgânicos líquidos obtidos de compostos de resíduos agroindustriais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.

LACERDA, C. F.; FERREIRA, J. F. S.; LIU, X.; SUAREZ, D. L. Evapotranspiration as a criterion to estimate nitrogen requirement of maize under salt stress. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.202, p.192-202, 2016.

LACERDA, C. F.; OLIVEIRA, E. V.; NEVES, A. L. R.; GHEYI, H. R.; BEZERRA, M. A.; COSTA, C. A. G. Morphophysiological responses and mechanisms of salt tolerance in four ornamental perennial species under tropical climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.24, n.10, p.656-663, 2020.

LESSA, C. I. N.; OLIVEIRA, A. C. N.; MAGALHÃES, C. L.; SOUSA, J. T. M.; SOUSA, G. G. Estresse salino, cobertura morta e turno de rega na cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, p. 3637-3645, 2019.

LIMA, A. F. L.; CAMPOS, M. C. C.; de BRITO FILHO, E. G.; SOMÕES, E. L.; de CUNHA, J. M.; OLIVEIRA, F. P.; dos SANTOS, L. A. C. Diferentes substratos na formação de mudas de biribazeiro (*Rollinia musoca* [Jacq.] Bail) em Humaitá, AM. **Scientia Plena**, v.16, n.7, p.1-8, 2020.

LIMA, M. F. P.; PORTO, M. A. F.; TORRES, S. B.; de FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, W. N.; Emergência e crescimento inicial de plântulas de *albizia* submetidas à irrigação com água salina, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.106-112, 2015.

LI, R.; BAUM, M.; GRANDO, S.; GUO, P. Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of Drought Tolerance in Barley. **Agricultural Sciences in China**, v. 5, n. 8, p. 751-757, 2006.

LOOMIS, R. S. Crop manipulations for efficient use of water: An overview. In: Taylor, H. M.; Jordan, W. R.; Sinclair, T. R. Limitations to efficient water use in crop production. (ed). American Society of Agronomy, Crop Society of America, **Soil Science Society of America**, p.345-374, 1983.

LOURENÇO, D. V. **Impactos da salinidade no hidrogel utilizado como melhorador de solo no semiárido**, 2016. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 2016.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. H. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division of ASCE**, v.103, p.115-134, 1977.

MAGALHÃES, A. S. G.; ALMEIDA NETO, M. P.; BEZERRA, M. N.; FEITOSA, J. P. A. Superabsorbent hydrogel composite with minerals aimed at water sustainability. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 24, n. 2, p. 304– 313, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, 1962.

MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.1, p.9-14, 1999.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.1, p.1-7, jan, 2013.

MARINHO, F. J. L. **Germinação, crescimento, e desenvolvimento do coqueiro Anão Verde sob estresse salino**. 2002. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002.

MATHUR, S.; AGRAWAL, D.; JAJOO, A. Photosynthesis: Response to high temperature stress. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v.137, p.116-126, 2014.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MEDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; do NASCIMENTO, J. A. M.; BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, S. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 779-795, 2016.

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; PERES, J. G.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Revista Water Resources and Irrigation Management**. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, PB. v.2, n.2, p.87-92, 2013.

MARINHO, F. J. L. **Germinação, crescimento, e desenvolvimento do coqueiro Anão Verde sob estresse salino**. 2002. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002.

MONTEIRO NETO, J. L. P.; ARAÚJO, W. F.; CHAGAS, E. A.; SIQUEIRA, R. H. S.; OLIVEIRA, G. A.; ABANTO-RODRIGUEZ, C. Hydrogels in Brazilian Agriculture. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 4, p. 347-360, 2017.

MOURA, P. S.; LOURENCO, D. V.; SILVA, B. A.; MAGALHAES, R. B.; COSTA, M. C.G. Dinâmica do hidrogel no solo em resposta à salinidade. XXXV Encontro de iniciação científica. **Encontros Universitários da UFC**, 2016.

MUNHOZ, V. M. **Avaliação farmacognóstica e otimização da extração de flavonoides de flores de *Tagetes patula* através de planejamento de misturas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Reviews of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.

NASCIMENTO, C. D. V. do. **Hydrogels for application in soils under abiotic stresses of drylands**. 2020. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

NASCIMENTO, I. R. S. do; RODRIGUES, E. N. da. S.; SANTOS, F. A. dos; SOARES, F. J. S.; PEREIRA, W. E.; ARAÚJO, J. R. E. S.; CARTAXO, P. H. de A.; SILVA, G. R.; BULHÕES, L. E. L.; SANTOS, J. P. de. O. Lâminas de irrigação e hidrogel nas taxas de crescimento e produção de tomateiro. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 24, n. 2, 2021.

NASCIMENTO NETO, E. C. **Morfofisiologia de mamoeiro sob frequência de irrigação com água salina, em substratos com hidrogel**. 2017. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

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

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. O. Redução da adubação e melhoraria das características do substrato com o uso do hidrogel na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1155-1165, 2016a.

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; REINIGER, L. R. S.; SCHAFER, C. S. F. G.; PEREIRA, M. O. Crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden com utilização de polímero natural e substrato de cultivo. **Revista árvore**, v.40, n.4, p.627-637, 2016.

NAVROSKI, M. C. **Hidrogel como condicionador de substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de.; OLIVEIRA, A. C. de. SOUSA, C. H. C.; OLIVEIRA, F. I. F.; RIBEIRO, M. da. S. de. S. Quantitative and qualitative responses of *Catharanthus roseus* to salinity and biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 22-26, 2018.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; TEIXEIRA, A. S.; COSTA, C. A. G.; GHEYI, H. R. Monitoring soil coverage and yield of cowpea furrow irrigated with saline water. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p.59-66, 2010.

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

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. L.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 148- 158, 2014.

NOGUEIRA, N. W.; de FREITAS, R. M. O.; LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B. Estresse salino na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de jurema-branca. **Avanços da Ciência Florestal**, v.1, p. 1081-1087, 2020.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. C. P. Floricultura: caracterização e mercado. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, 2007.

OLIVEIRA, A. K. M.; ANDRADE; PEREZ, S. C. J. G. Crescimento inicial de Tabebuia áurea sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Teste de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v.2, p. 1-21, 2009.

OLIVEIRA, E. V.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, D. R.; OLIVEIRA, F. I. F.; VIANA, T. V. A. A new method to evaluate salt tolerance of ornamental plants. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**. v.30, p.173-180, 2018.

OLIVEIRA, E.V. **Classificação da tolerância a salinidade em plantas ornamentais utilizando- se diferentes metodologias**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F.; de LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; OLIVEIRA, D. R. Saline water irrigation managements on growth of ornamental plants. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.21, n.11, p.739-745, 2017.

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. **African Journal onf Agricultural Res.**, v. 11, n. 26, p. 2310-2315, 2016.

OLIVEIRA, H. P.; RIBEIRO, T. B.; MACHADO, A. S.; SILVA, L. O.; OLIVEIRA JUNIOR, A. R. Respostas fisiológicas de forrageiras ao déficit hídrico e baixas temperaturas. **Nutri-Time**, v.14, n.5, p. 1-7, 2017a.

PAIXÃO, C. L.; de JESUS, D. S.; AZEVEDO NETO, A. D.; Caracterização fisiológica e bioquímica de genótipos de girassol com tolerância diferenciada ao estresse hídrico. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19, p. 2011, 2014.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidropônica sob água salinas, **Revista Horticultura Brasileira**, v. 30, n.1, p. 18-25, 2012.

REBOUÇAS, M.A.; FAÇANHA, J.G.V.; FERREIRA, L.G.R.; PRISCO, J.T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.79-85, 1989.

PELEGRIN, A. J.; NARDINO, M.; FERRARI, M.; CARVALHO, I. R.; SZARESKI, V. J.; BELLE, R.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q. Polímeros hidroretentores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n.1, 2017.

PEREIRA, L. R. MARCILIO, G. S. MOTA, F. M. SANT´ANA, B. T.; DARDENGO, M. C. J. D. Qualidade de mudas do café conilon vitória produzida em viveiros do sul capixaba. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.9, n17, p 2213, 2013.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia vegetal**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, 2015. p.81.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; Santos, P. B. dos. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista eletrônica em Gestão**, Educação e Tecnologia Ambiental, v.19, n.2, p. 1308- 1324, 2015.

PONTES, T. Q. **Translocação de solutos orgânicos**, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

RADEMACHER.W. Reguladores de crescimento de plantas: origens e usos na produção vegetal. **J. Plant Growth Regul**, v.34, p.845–872.2015.

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

RIBEIRO, P. H. P.; SILVA, S.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, C. S.; CHAVES, L. H. G. Crescimento e componentes de produção do girassol em função da irrigação com água salina e adubação nitrogenada. **REVENG - Engenharia na agricultura**, v. 23, n. 1, p. 48-56, 2015.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. b Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1047-1054, 2013.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 22, n. 2, p.123-131, 2015.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.187-194, 2012.

SANTOS, D. B.; COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; BATISTA, R. O. Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro. **Magistra**, v. 27, n. 1, p. 44 – 53, 2015.

- SANCHES, L. V. C. **Aplicação de polímero hidroretentor no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis***. 2013. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013.
- SANTOS JUNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; FRANCILINO, A. Z.; PEREZ-MARIN, A. L. Crescimento de girassóis ornamentais sob estresse salino em hidroponia de baixo custo, **Irriga**, v.21, n.3, p.591-604, 2016.
- SANTOS, J. S. C.; GRZEBIELUCKAS, C.; SOCOLOSKI, A.; FRANÇA, R. C. Produção de plantas tropicais: uma análise econômica na agricultura familiar em Mato Grosso. **XXIV Congresso Brasileiro de Custos**. Florianópolis, SC. 2017.
- SARAIVA, G. F. R.; ANDRADE, R. S.; SOUZA, G. M. Termografia por infravermelho como ferramenta de diagnóstico precoce de estresse hídrico severo da soja. **Agrarian Academy**, v.1, p. 158, 2014.
- SILVA, B. M. S; CESARIO, F. Germinação de sementes e emergência de plântulas de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - FABACEAE). **Biota Amazônia**, v. 4, p. 9-14, 2014.
- SILVA, R. C. B.; SANTANA, G. S.; LEITE, R. L.; NETO, M. R. B.; COELHO, F. J. S.; Monteiro, G. S. Emergência de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) sobre estresse salino. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, p. 80-87, 2017.
- SILVA, T. R. G.; COSTA, M. L. A.; FARIAS, L. R. A.; dos SANTOS, M. A.; ROCHAS, J. J. L.; SILVA, J. V. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021.
- SIMÕES, F. C.; PAIVA, P. D. O.; NERI, G. J. O.; PAIVA, R. **Noções básicas de jardinagem**. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 5-41. (Boletim de extensão).
- SITA, R. C. M. **Influência das formas de adubação nitrogenada e potássica na ação de polímero hidroretentor sobre o crescimento de crisântemo *Dedranthema grandiflorum* Varietade “virginal”**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; MIRANDA, R. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes a salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza- CE, 2016. p. 504. il. Cap. 17.
- SOUSA, F. J. B. **Desenvolvimento do girassol ornamental (*Helianthus annuus* cultivar Anão de jardim) em substrato com hidrogel irrigado com água salina**. 2019. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- SUN, Y.; NIU, G.; PEREZ, C.; PEMBERTON, H. B.; ALTLAND, J. Responses of Marigold cultivars to saline water irrigation. **American Society for Horticultural Science**, v. 28, p. 166-17, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.

UREÑA, M. P.; D'ÁRRIGO, M. H; GIRÓN, O. M. **Evaluación sensorial de los alimentos**. Lima-Peru: Universidade Nacional Agrária La Molina, 1999. 197p.

VICENTE, M. R.; MENDES, A. A.; SAILVA, N. F.; OLIVEIRA, F. R.; MOTTA JÚNIOR, M. G.; LIMA, V. O. B. Uso de gel hidroretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 5, p. 344-349, 2015.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; MASCARENHAS, M. H. T.; GONÇALVES, L. D.; LARA, J. F. R.; ANDRADE, C. L. T. de.; PURCINO, H. M. A. Índice de clorofila na folha como indicador na nutrição nitrogenada no quiabeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n.2, p. 106-110, 2008.

VIDAL, R. G. **Mecanismo de tolerância ao déficit hídrico e à alta temperatura em cultivares de soja**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019.

JUNIOR ZANÃO, L. A.; ALVAREZ V. V. H.; CARVALHO-ZANÃO, M. P.; FONTES, R. L. F.; GROSSI, J. A. S. Produção de rosas influenciada pela aplicação de doses de silício no substrato. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.6, n.37, p. 1611-1619, 2013.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**. v.5, p.183-195, 2011.

WETTSTEIN, S.; MUIR, K.; SCHARFY, D.; STUCKI, M. The environmental mitigation potential of photovoltaic-powered irrigation in the production of South African maize. **Sustainability**, v. 9, n. 10, p. 1772, 2017.

YONEZAWA, U. G.; de MOURA, M. R.; AOUADA, F. A. Estado da arte: um estudo sobre polímeros biodegradáveis na germinação e desenvolvimento de plantas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 69-78, 2017.