

DOI: 10.7127/rbai.v1501197

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE PIMENTA SUBMETIDA AO ESTRESSE SALINO E SUBSTRATOS EM REGIÃO SEMIÁRIDA****GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF PEPPER SUBMITTED TO SALINE STRESS AND SUBSTRATES IN SEMI-ARID REGION****Julianna Catonio da Silva<sup>1\*</sup>**, **Thayse Valéria e Silva<sup>2</sup>**, **José Wanderson Silva dos Santos<sup>3</sup>**, **Jessé Marques da Silva Júnior Pavão<sup>4</sup>**, **José Clebson Barbosa Lúcio<sup>5</sup>**, **Paulo Torres Carneiro<sup>6</sup>**<sup>1</sup> Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, Rio Largo, AL, Brasil.<sup>2</sup> Mestra em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Campus Arapiraca, Brasil.<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, Rio Largo, AL, Brasil.<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor e pesquisador, Centro Universitário CESMAC, Maceió, AL, Brasil.<sup>5</sup> Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil.<sup>6</sup> Professor Doutor, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil.

**RESUMO:** A qualidade da água de irrigação é um fator ambiental que pode afetar o crescimento inicial da cultura da pimenta. Objetivou-se avaliar a germinação e o crescimento inicial de pimenta submetida a níveis de salinidade da água de irrigação e substratos (papel germitest e areia). Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Arapiraca. Os tratamentos foram representados a partir do esquema fatorial 5 x 2, usando-se três repetições de trinta sementes. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, relativos a cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,1 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, a 25 °C) e dois substratos: papel germitest e areia. O efeito da salinidade na germinação das sementes foi avaliado pela porcentagem de germinação (%G), tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG). As plântulas também foram analisadas quanto ao comprimento da parte aérea (CPA), raiz (CR) e biomassa seca total (BST), aos 14 dias após a semeadura. A maior %G (48,61%) foi obtida aplicando 3,19 dS m<sup>-1</sup>. O menor TMG (9,64 dias) foi obtido utilizando papel germitest, enquanto que a areia apresentou TMG superior 14,10%. O maior IVG (1,31) foi obtido utilizando areia no nível de 3,01 dS m<sup>-1</sup>. O máximo CPA (22,52 mm) foi obtido no nível de 2,96 dS m<sup>-1</sup>. O CR apresentou decréscimo a partir da condutividade de 2,56 dS m<sup>-1</sup>. As sementes de pimenta malagueta apresentam tolerância moderada ao estresse salino na fase de germinação.

**Palavras-chave:** *Capsicum frutescens*, estresse abiótico, material inerte, qualidade da água

**ABSTRACT:** The quality of the irrigation water is an environmental factor that can affect the initial growth of the pepper crop. The objective was to evaluate the germination and initial growth of pepper submitted to salinity levels of the irrigation water and substrates (germitest paper and sand). The experiments were conducted at the Laboratory of Plant Physiology of the Federal University of Alagoas, Campus of Arapiraca. The treatments were represented from the 5 x 2 factorial scheme, using three repetitions of thirty seeds. The experimental design was entirely randomized, relative to five levels of salinity of irrigation water (0.1 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 dS m<sup>-1</sup>, at 25 °C) and two substrates: germitest paper and sand. The effect of salinity on seed germination was evaluated by the percentage of germination (%G), mean germination time (TMG) and germination velocity index (IVG). Seedlings were also analyzed for aerial length (CPA), root (CR) and total dry biomass (BST) at 14 days after sowing. The highest %G (48.61%) was obtained by applying 3.19 dS m<sup>-1</sup>. The smallest TMG (9.64 days) was obtained using germitest paper, while the sand had a higher TMG of 14.10%. The highest IVG (1.31) was obtained using sand at the level of 3.01 dS m<sup>-1</sup>. The maximum CPA (22.52 mm) was obtained at the level of 2.96 dS m<sup>-1</sup>. The CR presented a decrease from the conductivity of 2.56 dS m<sup>-1</sup>. Malagueta pepper seeds present moderate tolerance to saline stress in the germination phase.

**Key words:** *Capsicum frutescens*, abiotic stress, inert material, water quality

## INTRODUÇÃO

Na região semiárida, a escassez de água é um evento que sempre existiu, sendo um dos tipos mais frequentes de fatalidade ambiental nesta região (SILVA et al., 2019). Caracterizada por baixa precipitação e alta evapotranspiração, é recorrente na região problemas com salinidade do solo, ocorrendo muitas vezes devido ao uso de água salinizada (DIAS et al., 2016; SÁ et al., 2017; SÁ et al., 2019).

Contudo, é reconhecido que a região semiárida dispõe de um potencial que pode ser melhor explorado para a produção de olerícolas, como a constância do calor, alta luminosidade e baixa umidade relativa do ar. Nesse sentido, uma das formas de se resolver o problema hídrico nessa região é a utilização de água salina.

A produção da pimenta (*Capsicum frutescens*) no Estado de Alagoas tem se tornado uma alternativa bastante rentável para os produtores locais, assim como tem gerado emprego com os tratamentos culturais e colheita. A produtividade média anual da pimenta malagueta varia de 6 a 10 t ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2007). No entanto, fatores ambientais como irregularidades no regime de chuvas e escassez de fontes hídricas de qualidade para irrigação, faz com que seja utilizada água com a presença de elevadas concentrações de sais, o que pode ser prejudicial à produtividade das culturas.

Segundo Sá et al. (2019) o limiar de tolerância a sais da pimenta malagueta na fase inicial de crescimento é de aproximadamente 2,71 dS m<sup>-1</sup>, concentrações maiores provocam inibição do crescimento vegetativo. A redução no crescimento das plantas está relacionada aos sintomas provocados pelo estresse salino que refletem mudanças morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, tais como, desestabilização da homeostase iônica e osmótica nas células, diminuição na taxa fotossintética, absorção ineficiente de nutrientes, indução da peroxidação lipídica por meio da superprodução de espécies reativas de oxigênio (ERO) nas células vegetais, inibição de sistemas enzimáticos e

interferência nos sistemas de sinalização reguladora do crescimento das plantas (XU et al., 2017; ALVES et al., 2018; BONIFÁCIO et al., 2018).

Além das plantas, as sementes também sofrem influência da salinidade apresentada pelos solos. Uma vez que, os sais interferem no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, o que provoca uma restrição na entrada de água pelo embrião (LOPES; MACEDO, 2008). A salinidade pode ainda interferir na germinação por outros fatores, como o gasto de energia de reserva da semente para absorver água e não dispor desse reservatório posteriormente para outros processos, induzindo dessa forma, mudanças nas atividades das enzimas catalase, polifenoloxidase e peroxidase (DEBOUBA et al., 2006).

Um dos métodos mais empregados para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é através da porcentagem de germinação (LIMA; TORRES, 2009). Pois, a diminuição do potencial germinativo e a redução do vigor de plântulas, quando submetidas a concentrações salinas, comparados à testemunha, constituem um indicativo de tolerância da espécie à salinidade (OLIVEIRA et al., 2008).

Dentre os fatores que afetam o processo de germinação em laboratórios de análise de sementes, o substrato é essencial, uma vez que, fornece para as sementes condições adequadas de água e oxigênio através de sua capacidade de retenção hídrica e aeração, respectivamente (PADILHA et al., 2018). Ainda, a escolha do substrato para a realização do teste de germinação deve levar em consideração, o tamanho da semente, sensibilidade à luz, necessidade hídrica da espécie e a facilidade para a avaliação e contagem das plântulas. Neste sentido, os substratos papel germitest e areia são indicados pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para ser utilizados no processo de germinação das sementes.

Os efeitos da salinidade nas plantas variam de acordo com a fase fenológica da cultura, intensidade e tempo que a mesma está

submetida a esse fator estressor, sendo a fase inicial de crescimento uma das mais sensíveis ao estresse na maioria das culturas agrícolas. Neste sentido, são poucas as informações sobre a cultura da pimenta, assim, objetivaram-se avaliar a germinação e o crescimento inicial de pimenta submetida a níveis de salinidade da água de irrigação e substratos (papel germitest e areia).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus Arapiraca, região Agreste de Alagoas (9° 48' 40,3" S, 36° 37' 19,7" W e altitude de 325 m).

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, usando um esquema fatorial 5x2 constituído de 5 níveis de salinidade da água de irrigação (0,1; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) combinados com dois tipos de substratos (papel germitest e areia) com três repetições, totalizando 30 parcelas, sendo cada unidade experimental formada por 30 sementes de pimenta malagueta produzidas pelo fabricante FELTRIN®. Estes níveis de salinidade da água de irrigação foram utilizados de acordo a literatura pertinente (MEDEIROS et al., 2003).

Os tratamentos salinos consistiram na multiplicação do fator 640 para obter a quantidade de cloreto de sódio (NaCl) (mg L<sup>-1</sup>) necessário para cada nível salino, conforme (RICHARDS, 1954). Entretanto, para o cálculo, foi considerado a concentração de sais já existente na água do abastecimento local, fornecida a partir de laudos técnicos emitidos pela Companhia de Abastecimento de Água da cidade de Arapiraca (0,14 dSm<sup>-1</sup>).

No preparo do substrato com papel germitest (S1), as folhas de papel foram previamente hidratadas com 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). Já para o preparo do substrato areia (S2), foi realizado inicialmente a padronização do tamanho das partículas, através de uma peneira com malha de 0,8 mm e esterilização em autoclave a 120

°C durante 60 minutos, em cada unidade experimental foi utilizado 100 g de areia e a hidratação foi realizada com 50% de sua capacidade de retenção de água.

As sementes foram semeadas em placas de Petri de 100 mm com papel germitest ou areia e acondicionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D, com fotoperíodo de 12 horas de luz e temperatura constante de 25 °C. As aplicações de água com os respectivos níveis salinos, foram realizadas diariamente, aplicando um volume médio de 2,0 mL por unidade experimental. Aos 14 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas as seguintes variáveis:

a) Porcentagem de germinação (G%) – obtida através da contagem final das sementes germinadas em relação ao número inicial de sementes, calculada pela fórmula proposta por (LABOURIAU; VALADARES, 1976) aos 14 dias após da semeadura (DAS), considerando-se como germinadas as sementes que proporcionarão plântulas com potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, apresentando sistema radicular, parte aérea e coleótilo (BRASIL, 2009).

b) Índice de velocidade de germinação (IVG) – avaliado simultaneamente à determinação da porcentagem de germinação, sendo este calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação (MAGUIRE, 1962).

c) Tempo médio de germinação (TMG) – determinado por meio de contagens diárias das sementes germinadas até o final da avaliação e calculado através da fórmula proposta por (LABOURIAU, 1983), sendo os resultados expressos em dias.

d) Comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) das plântulas – realizado a partir da medição de uma amostra de cinco plântulas obtendo-se o somatório, que foi dividido pelo número de plântulas. O comprimento da parte aérea foi medido da base do colo ao ápice do meristema apical da plântula e o comprimento da raiz foi da medição da base do colo à extremidade da raiz

da plântula, realizadas com o auxílio de um paquímetro digital, cujos dados obtidos foram expressos em mm.

e) Biomassa seca total (BST) – obtida a partir de uma amostra de cinco plântulas da parcela, estas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até massa constante. Após este período as amostras foram pesadas em balança analítica (0,0001 g). A biomassa obtida para cada tratamento foi dividida pelo número de plântulas e os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup>.

Devido ao baixo percentual de germinação das sementes, realizou-se o teste de tetrazólio com as sementes que não germinaram. O preparo da solução foi feito de acordo com (BRASIL, 2009). Para a coloração, as sementes foram colocadas para embeber em solução tetrazólio em copos descartáveis de 250 mL cobertos com papel alumínio em temperatura de 30 °C pelo período de 24 horas. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente mantidas submersas para evitar dessecação, facilitando o corte e análise. Para análise das sementes, foram realizados cortes longitudinais através do eixo embrionário e acordo com a coloração foram classificadas como viáveis e inviáveis.

Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2014). A quantificação do efeito da salinidade sobre as variáveis analisadas foi realizada através da análise de variância, cujo efeito dos tratamentos foi determinado por meio da análise de regressão linear e polinomial

quadrática. Também foram comparadas as médias do efeito dos substratos pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) da interação entre os fatores (níveis de salinidade x substratos) para as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e biomassa seca total (BST). A porcentagem de germinação (%G) apresentou efeito significativo para ambos os fatores (níveis de salinidade e substratos) de forma isolada, enquanto o tempo médio de germinação (TMG) apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) para os tipos de substratos (Tabela 1). Sabendo-se que a germinação de sementes é dependente de condições favoráveis de luz, temperatura, disponibilidade e qualidade da água, as características físico químicas do substrato se apresentam como fatores importantes para a germinação e estabelecimento de plântulas, uma vez que irão proporcionar maior qualidade do sistema radicular e conseqüentemente melhor qualidade das mudas. Neste sentido, Alves et al. (2017) trabalhando com pimenta chapéu de bispo em diferentes substratos e salinidade observou que o substrato vermiculita foi o que proporcionou mudas com maior vigor quando comparado com a fibra de coco. A porosidade do substrato é um fator importante neste aspecto (SILVA et al., 2011).

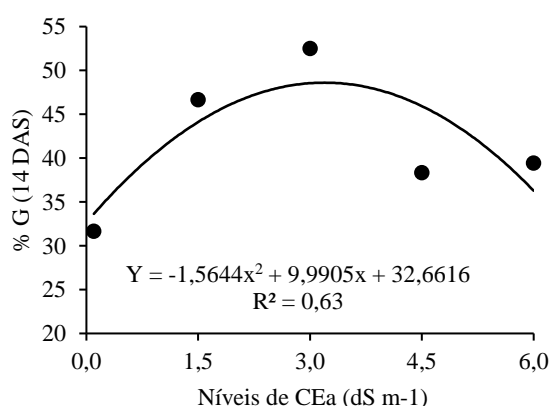
**Tabela 1.** Resumo de análise de variância para porcentagem de germinação (% G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e biomassa seca total (BST) aos 14 dias após a semeadura (DAS) em função da salinidade da água e dois substratos.

Causa da Variação	GL	Quadrados médios					
		% G	IVG	TMG	CPA	CR	BST
Níveis de salinidade (N)	4	356,26 **	0,05 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>	77,10 **	90,10 **	2,56 **
Tipo de substrato (S)	1	961,33 **	1,22 **	14,02 **	18,44 <sup>NS</sup>	249,40 **	0,48 *
Interação (N x S)	4	70,56 <sup>NS</sup>	0,20 **	1,34 <sup>NS</sup>	120,65 **	127,99 **	1,29 **
Resíduo	20	29,2	0,02	0,65	4,51	0,57	0,08
CV (%)		13,4	11,7	7,4	11,5	8,2	14,1

e \*\* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; <sup>NS</sup> Não significativo.

A água com níveis salino de até 3,19 dS m<sup>-1</sup> incrementou a porcentagem de germinação (%G), chegando a incremento de 48,61%. Os níveis mais elevados (4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>) apresentaram porcentagem de germinação equiparável ao tratamento controle (0,1 dS m<sup>-1</sup>) (Figura 1), ou seja, os níveis salinos estudados não afetaram negativamente a germinação das sementes de pimenta malagueta.

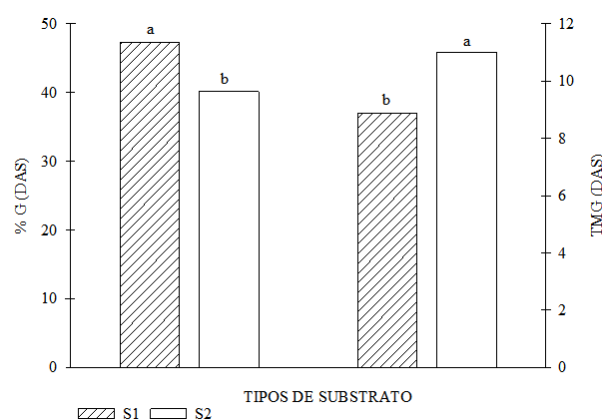
Segundo Nascimento (2005) as sementes de pimenta apresentam baixa germinação devido a dormência fisiológica que está principalmente relacionada a impermeabilidade. Desta forma, sabendo-se que por meio da absorção de água pelas sementes resulta a reidratação dos tecidos e partir daí desencadeia todo processo metabólico para a retomada do crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000) e que altas concentrações de sais na água além de promoveram potenciais hídricos muitos negativos, que podem dificultar o processo de embebição das sementes, quando embebida, podem desencadear a geração de espécies reativas de oxigênio (ERO), o que pode explicar a ação positiva dos níveis salinos até 3,19 dS m<sup>-1</sup> na germinação das sementes de pimenta, uma vez que ERO como o Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) dependendo das concentrações, desempenha importante papel nos mecanismos de quebra de dormência de sementes (CERNÝ et al. 2018).



**Figura 1.** Porcentagem de germinação (%G) de pimenta malagueta em função de níveis de salinidade da água de irrigação.

No entanto, de maneira geral, os efeitos da salinidade reduzem o percentual de germinação das culturas, como observado por Pedó et al. (2014) em pimenta doce comprida e dedo de moça em relação ao percentual de sementes de tomateiro rasteiro “Rio Grande” e “Chapéu de Bispo”. Assim como por Sá et al. (2019), onde o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu o percentual de germinação de três espécies de pimenta; *Capsicum annuum* (“Doce Comprida”); *Capsicum frutescens* (“Malagueta”) e *Capsicum chinense* (“De Bico”). Porém, estudos mostram que em algumas culturas o percentual de germinação só é afetado em altos níveis de CE (16-20 dS m<sup>-1</sup>) como observado em cultivares de trigo (BAGWASI et al., 2020).

Quando comparada a porcentagem de germinação nos diferentes substratos, observou-se que o percentual foi maior no substrato papel germitest (S1) com 47,31 %, (Figura 2). O aumento da concentração de sais no substrato reduz o potencial hídrico, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, o que comumente influencia a capacidade germinativa e o desenvolvimento inicial das plântulas (REBOUÇAS et al., 1989).

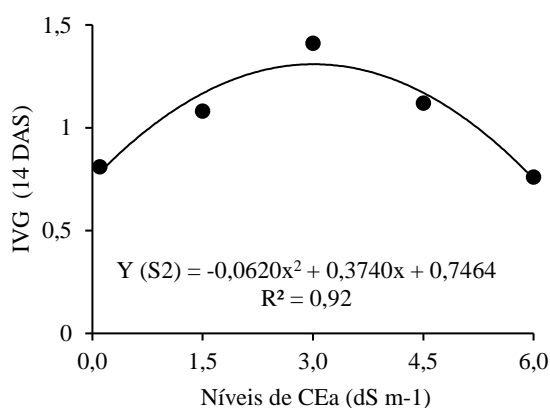


**Figura 2.** Porcentagem de germinação (% G) e tempo médio de germinação (TMG) da pimenta malagueta em função de dois tipos de substratos, papel germitest (S1) e areia (S2). Letras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a  $P < 0,05$ .

A salinidade da água não interferiu no tempo médio de germinação (TMG) das sementes de pimenta malagueta. No entanto,

os tipos de substratos promoveram diferenças nesta variável, onde no substrato papel germitest (S1) o tempo de germinação foi de 9,64 dias (Figura 2) e no substrato areia houve um aumento de 14,10% do TMG em relação ao papel germitest. Isto pode ser explicado pelas características do substrato areia, uma vez que nesse substrato a semente ficou submersa, fator que pode ter reduzido por exemplo a incidência de luz.

Seguindo o mesmo padrão apresentado no %G, O índice de velocidade de germinação (IVG) ajustou-se ao modelo quadrático de regressão para a interação da salinidade com o substrato areia (S2), cujo maior índice verificado foi de 1,31, o qual ocorreu no nível de CEa de 3,01 dS m<sup>-1</sup> (Figura 3). Ficando evidente que as sementes de pimenta malagueta são moderadamente mais tolerantes a níveis de CEa do que outras espécies de pimentas, como observado por Sá et al. (2019).

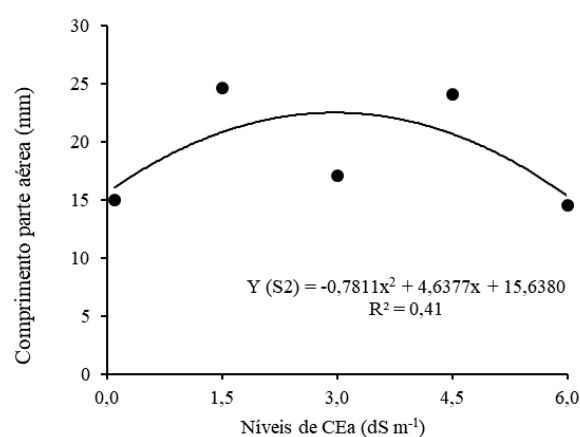


**Figura 3.** Índice de velocidade de germinação (IVG) da pimenta malagueta em função de níveis de salinidade da água e dois substratos, papel germitest (S1) e areia (S2).

Como explicado anteriormente, os níveis moderados de salinidade podem ter acelerado as reações metabólicas de quebra de dormência por meio da geração de ERO, uma vez que, devido a restrição osmótica causada pelo estresse salino, as sementes possivelmente intensificam a sua atividade metabólica a fim de promover a homeostase osmótica e absorver satisfatoriamente a água, para promover (A) ergência mais rápida e assegurar a sua sobrevivência (SÁ et al.,

2019). No entanto, o aumento da concentração de sal na água de irrigação, acima de 3,01 dS m<sup>-1</sup>, pode ter desencadeado maior toxicidade e ou maior dificuldade de absorção da água pelas sementes, o que reduziu diretamente o vigor das sementes. Esses efeitos no potencial fisiológico das sementes e mudas que emergem sob alta salinidade, causando uma redução no vigor das sementes, assim como morte de plântulas, ocorre devido à redução do potencial osmótico causado pelo aumento do conteúdo de NaCl no substrato, além da toxicidade causada por esses íons, o que diminui a viabilidade das sementes e conseqüentemente a germinação (SYVERTSEN; GARCIA-SANCHEZ, 2014; TAIZ et al., 2017).

O maior comprimento da parte aérea das plântulas foi de 22,52 mm obtido com a CEa de 2,96 dS m<sup>-1</sup>. Este resultado está de acordo com o limiar de salinidade apresentado para esta espécie de pimenta que é de 2,71 dS m<sup>-1</sup> (SÁ et al., 2019). Porém, para o substrato papel germitest não houve ajuste de nenhum modelo de regressão, a média para este tratamento foi de 17,61 mm. Comparando o tratamento controle (0,1 dS m<sup>-1</sup>) com o maior nível salino (6,0 dS m<sup>-1</sup>), verifica-se que os valores de CPA foram semelhantes para o substrato areia, com reduções de 3,65% (Figura 4).



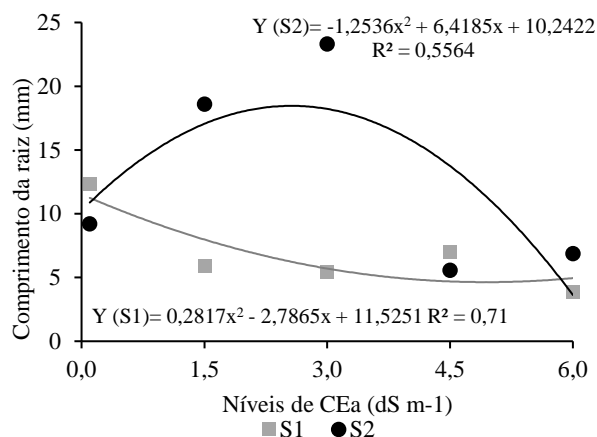
**Figura 4.** Comprimento da parte aérea (CPA) da pimenta malagueta em função de níveis de salinidade da água.

Da mesma forma que a parte aérea, o sistema radicular também apresentou

concordância com o limiar de salinidade da cultura, onde o comprimento da raiz (CR) apresentou decréscimo a partir da condutividade de  $2,56 \text{ dS m}^{-1}$ . O maior nível salino provocou reduções de 33,96% no comprimento da raiz. O substrato papel germitest (S1) combinado com uma condutividade de  $4,94 \text{ dSm}^{-1}$ , proporcionou o menor comprimento de raiz (4,64 mm), (Figura 5), a partir desse nível salino, houve uma elevada redução do comprimento da raiz.

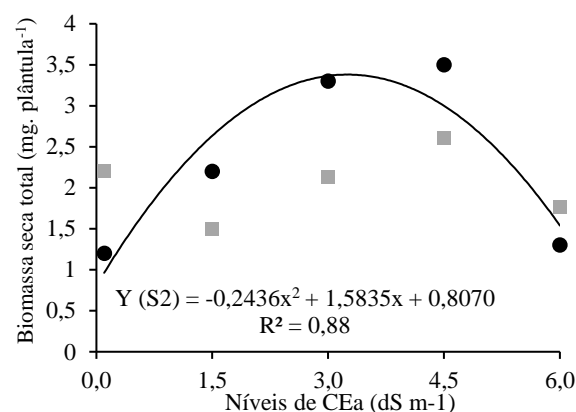
Esses resultados são explicados devido o aumento excessivo da salinidade do substrato causado pela irrigação com água salina, que afeta diretamente as respostas fisiológicas das sementes, bem como conduz a perturbações hormonais e homeostase celular em plantas jovens, reduzindo assim a emergência e o crescimento inicial.

Além disso o excesso de sal no solo e na água pode causar efeitos deletérios às plantas, como inibição da fotossíntese, redução da transpiração foliar, desequilíbrio iônico e aumento na produção de espécies reativas de oxigênio, gerando estresse oxidativo e consequentemente redução do crescimento (ALVES et al., 2018; BRUNING e ROZEMA. 2013). Pedó et al. (2014) em estudos com *Capsicum sp.*, também averiguaram reduções no comprimento da raiz do genótipo de pimenta doce comprida e dedo de moça, quando submetidas a condições de salinidade.



**Figura 5.** Comprimento da raiz (CR) da pimenta malagueta em função de níveis de salinidade da água e dois substratos: germitest (S1) e areia (S2).

Os níveis de salinidade da água combinados com o substrato areia (S2) também afetou a biomassa seca total (BST) das plântulas, sendo verificado ajustes de regressão quadrático. Observou-se que, os valores de massa seca para o maior nível ( $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi semelhante ao tratamento controle ( $0,1 \text{ dS m}^{-1}$ ) sugerindo que a pimenta malagueta pode apresentar maior tolerância à salinidade na fase de desenvolvimento inicial das plântulas. A maior produção de biomassa seca foi de  $3,38 \text{ mg plântula}^{-1}$ , obtida no nível de CEa de  $3,25 \text{ dS m}^{-1}$ . Para o substrato papel germitest, nenhum modelo de regressão se adequou aos valores observados, a média para este tratamento foi de  $2,03 \text{ mg plântula}^{-1}$  (Figura 6). Alguns trabalhos mostram que a salinidade limita o crescimento de várias culturas (PITANN et al. 2011, SEHRAWAT et al. 2015, KHAN et al. 2016) uma vez que ela afeta a eficiência do aparato fotossintético e consequentemente prejudica a síntese de biomassa por meio dos fotoassimilados (TAUFIQ et al. 2018).



**Figura 6.** Biomassa seca total (BST) de plântulas de pimenta malagueta em função de níveis de salinidade da água e dois substratos, papel germitest (S1) e areia (S2).

Ao final do experimento (14 DAS), as sementes que não germinaram foram submetidas ao teste de tetrazólio. O resultado obtido dos tratamentos variou entre 37,04 a 92,86% de viabilidade germinativa.

Observou-se que, o nível 3 ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), apresentou menor quantidade de sementes não

germinadas, quando utilizado o papel germitest (S1), sendo a maior porcentagem

referente ao número de sementes vivas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teste de tetrazólio para as sementes de pimenta malagueta submetidas a diferentes níveis de salinidade da água em diferentes substratos. S1:S2.

Níveis Salinos	Substratos	Não germinadas	Viáveis %	Inviáveis %
N1 (0,1 dS m <sup>-1</sup> )	S1	59	66,10	33,90
	S2	65	70,77	29,23
N2 (1,5 dS m <sup>-1</sup> )	S1	42	92,86	7,14
	S2	54	72,22	27,78
N3 (3,0 dS m <sup>-1</sup> )	S1	38	84,21	15,79
	S2	48	87,50	12,50
N4 (4,5 dS m <sup>-1</sup> )	S1	54	37,04	62,96
	S2	57	84,21	15,79
N5 (6,0 dS m <sup>-1</sup> )	S1	45	88,89	11,11
	S2	64	73,44	26,56

Por meio do teste de tetrazólio foi possível observar que, do número de sementes que não germinaram, a maior porcentagem foi de sementes vivas, exceto para o tratamento com nível salino (4,5 dS m<sup>-1</sup>) no substrato papel germitest (S1). O que evidencia que não houve danos nas sementes devido a efeitos dos sais. Além disso, os resultados obtidos nas concentrações moderadas de sais, corroboram as evidências de que níveis moderados de salinidade da água proporcionou efeitos de quebra de dormência dessas sementes.

Os resultados obtidos na presente pesquisa constituem informações importantes, tendo em vista que, a utilização da água de irrigação de qualidade inferior é uma demanda crescente devido a escassez de fontes hídricas de qualidade. Desta forma essas informações sobre a cultura da pimenta malagueta se fazem muito importante, principalmente para produção de mudas.

## CONCLUSÕES

As sementes de pimenta malagueta apresentaram tolerância moderada ao estresse salino na fase de germinação (Porcentagem, índice de velocidade e tempo médio de germinação).

As plântulas apresentaram tolerância moderada a salinidade da água de irrigação, no entanto o crescimento da parte aérea mostrou-se mais sensível.

O substrato papel germitest apresentou os melhores resultados. No entanto, o substrato areia proporcionou melhor crescimento do sistema radicular das plântulas de pimenta malagueta sob estresse salino.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A. S.; S. T. SANTOS, T.; NETA, H. M. M.; J. P. B. M. COSTA, J. P. B. M.; J. M. A. P. SANTOS, J. M. A. P.; F. A. OLIVEIRA, F. A. Interação entre substrato e bioestimulante em mudas de pimenta produzidas com solução nutritiva salina. **Iv inovagri international meeting**, 2017.
- ALVES, R.C.; MEDEIROS, A.S.; NICOLAU, M.C.M.; PIZOLATO NETO, A.; OLIVEIRA, F.A.; LIMA, L.W.; TEZOTO, T.; GRATÃO, P.L. The partial root-zone saline irrigation system and antioxidant responses in tomato plants. **Plant Physiol. Biochem.** 127: 366-379, 2018.
- AYERS, A. D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. **Agronomy Journal**, v.44, n.2. p. 82-84, 1952.
- BAGWASI, G.; AGENBAG, G.; & SWANEPOEL, P. (2020). Effect of salinity on the germination of wheat and barley in South Africa. **Crop, Forage & Turfgrass Management**. 2020.



- BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; SOUSA, A. S.; GOMES, E. M.; SILVA, E. M.; SOUSA, L. P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 971-980, 2018.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- BRUNING B.; ROZEMA J. Symbiotic nitrogen fixation in legumes: Perspectives for saline agriculture. **Environmental and Experimental Botany**, 92: 134-143, 2013.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. 5. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2012. 590p.
- CERNÝ, M.; HABÁNOVÁ, H.; BERKA, M.; LUKLOVÁ, M.; BRZOBOHATÝ, B. Hydrogen Peroxide: Its Role in Plant Biology and Crosstalk with Signalling Networks. A review, **Int. J. Mol. Sci.** 19: 1-30, 2018.
- DEBOUBA, M.; GOUIA, H.; SUZUKI, A.; GHORBEL, M. H. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato "*Lycopersicon esculentum*" seedlings. **Journal of Plant Physiology**, v. 163, n. 12, p. 1247-1258, 2006.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2014.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 1991. 70 p.
- KHAN, M.S.A.; KARIM, M.A.; HAQUE, M.M.; ISLAM, M.M.; KARIM, A.J.M.S.; MIAN, M.A.K. Influence of salt and water stress on growth and yield of soybean genotypes. **Trop. Agric. Sci.** 39: 167-180, 2016.
- LACERDA, C. F.; MORAIS, M. M. M.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.258-263, 2006.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. (Monografias Científicas).
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 236-284, 1976.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de sob influência do teor de substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.79-85, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Current Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, C. J. G. S. Efeito da água salina na germinação de *Stylosanthes capitata* Vogel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, n.1, p.77-82, 2008.
- PADILHA, M. S.; SOBRAL, L. S.; BARRETA, C. R. D. M.; ABREU, L. Substratos e teor de umidade para o teste de germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 437-444, 2018.
- PEDÓ, T.; AISENBERG, G. R.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Desempenho fisiológico de sementes e plântulas de

genótipos de Cucurbitaceae e Solanaceae em ambiente salino. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.8, n.2, p.1-7, 2014.

PITANN, B.; KRANZ, T.; ZÖRB, C.; WALTER, A.; SCHURR, U.; MÜHLING, K. H. (2011). Apoplastic pH and growth in expanding leaves of *Vicia faba* under salinity. **Environ. Exp. Bot.**, 74: 31-36, 2011.

PRISCO, J. T. **Contribuição ao estudo da fisiologia do estresse salino durante a germinação e estabelecimento da plântula de uma glicófita [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]**.65 f. Tese (Professor Titular) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1987.

REBOUÇAS, M. A. et al. 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.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. **Salinity Laboratory**. 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; OLIVEIRA, F. A.; MESQUITA, E. F.; FERREIRA NETO, M.; DANTAS, J. S. Initial development and tolerance of bell pepper (*Capsicum annuum*) cultivar under salt stress. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 11, p. 181-189, 2017.

SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. A. Initial development and tolerance of pepper species to salinity stress. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 826 – 833, 2019.

SEHRAWAT, N.; YADAV, M.; BHAT, K.; SAIRAM, R.; JAIWAL, P. Effect of salinity

stress on mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] during consecutive summer and spring seasons. **J. Agric. Sci. Belgrade**. 60, 23-32, 2015.

SILVA, V. F.; BEZERRA, C. V. C.; NASCIMENTO, E. C. S.; FERREIRA, T. N. F.; LIMA, V. L. A.; ANDRADE, L. O. Production of chili pepper under organic fertilization and irrigation with treated wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.2, p.84-89, 2019.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade e mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* X *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.297-302, 2011.

SOUZA, M. O.; SOUZA, C. L. M.; C. R. Germinação de sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas e crescimento inicial de *Physalis angulata* L. (*Solanaceae*) em ambientes salinos. **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n.1, p. 105-112, 2011.

SYVERTSEN, J. P.; GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v. 103, n. 1, p. 128-137, 2014.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017. 858 p.

TAUFIQ, A.; WIJANARKO, A.; KRISTIONO, A. Nitrogen and phosphorus fertilization for groundnut in saline soil. **J. Degrad. Min. Land. Manage**. 5: 1307-1318, 2018.

XU, J.; TRAN, T.; PADILLA, M.C.S.; BRAUN, D.M.; GOGGIN, F.L. Superoxide-responsive gene expression in *Arabidopsis thaliana* and *Zea mays*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.117, p.51-60. 2017.