



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**MAIARA PEREIRA BARROS**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PIMENTÃO EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE**  
**SALINO**

**FORTALEZA**  
**2018**

MAIARA PEREIRA BARROS

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PIMENTÃO EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE  
SALINO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientador: Prof. MSc. Francisco Ronaldo Alves de Oliveira.

FORTALEZA

2018

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)

---

B279g Barros, Malara Pereira.  
Germinação de sementes de pimentão em condições de estresse salino / Malara Pereira Barros. – 2018.  
34 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientação: Prof. Me. Francisco Ronaldo Alves de Oliveira..

1. Capsicum annuum L. 2. Estresse salino. 3. Cultivares. 4. Análise de imagens. I. Título.

CDD 630

---

MAIARA PEREIRA BARROS

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PIMENTÃO EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE  
SALINO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 12/06/2018.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. MSc. Francisco Ronaldo Alves de Oliveira (Coorientador)

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

---

Profa. Dra. Haynna Fernandes Abud

Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter sido meu refúgio, meu consolo e ter me dado discernimento durante todos os dias até aqui;

Aos meus pais Augusto e Leila, pelo amor, esforço, carinho e dedicação. Por terem acreditado em mim e na minha capacidade de vencer;

A minha avó Lúcia, por ser minha fonte inesgotável de amor;

As minhas irmãs Ana Karoline e Mariana, por serem os amores da minha vida e meus maiores motivos para lutar;

A Gabriela, minha irmã de coração, por dividir a mesma casa durante cinco anos e meio e, além disso, durante toda a nossa infância, agradeço enormemente o seu apoio a cada dia;

As minhas amigas Celly e Gina, que tanto me ajudaram e dividiram os dias de graduação, também não teria conseguido sem vocês;

Aos meus amigos, Rosana e Daniel, que mesmo longe sempre me apoiaram a seguir com determinação;

A Universidade Federal do Ceará (UFC), por ter me proporcionado condições necessárias a essa jornada estudantil e minha formação profissional;

Ao Núcleo de Estudo em Olericultura do Nordeste (NEON), pelo acolhimento e aprendizado, em especial nas pessoas do meu orientador, professor Marcelo de Almeida Guimarães e Hozano Lemos Neto;

Ao Ronaldo Alves de Oliveira, meu coorientador e Haynna Fernandes Abud, por toda a paciência, empenho e aprendizado durante a elaboração do meu trabalho;

Aos integrantes do Laboratório de Sementes: Charles, dona Regina e dona Salete, que me acolheram com muito carinho;

E a todos que de forma direta e indireta contribuíram para eu trilhar este caminho;

Meu agradecimento a todos.

## RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das hortaliças de maior consumo no Brasil. Seu desenvolvimento e produtividade decorrem, entre outros fatores, do bom estabelecimento das plantas em campo. Tal fator está diretamente associado à germinação de suas sementes, que são diretamente impactadas pela qualidade da água usada para sua irrigação. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo avaliar três cultivares de pimentão submetidos a diferentes níveis de estresse salino na fase de germinação. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Ceará, sendo conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 com quatro repetições de 50 sementes. O primeiro fator foi constituído por três cultivares de pimentão: All Big (C1), Casca Dura Ikeda (C2) e Amarelo SF 134 (C3) e o segundo por cinco níveis de salinidade, utilizando Cloreto de Sódio (NaCl), sendo os níveis: T1=0; T2=3; T3=6; T4=9 e T5=12 dS m<sup>-1</sup>. No total foram conduzidas 60 parcelas experimentais. Avaliaram-se as seguintes características: a germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, comprimento de plântula, massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA). Utilizou-se também o *software* ImageJ® para a análise computadorizada de imagens de plântulas, que forneceu valores de comprimento e dados qualitativos das plântulas. A cultivar Amarelo SF134 foi a que apresentou as melhores respostas para todas as características mesmo com o aumento dos níveis de NaCl. As cultivares Casca Dura Ikeda e All Big apresentaram bom desempenho até o nível de 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum* L. Estresse salino. Cultivares. Análise de imagens.

## ABSTRACT

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most consumed vegetables in Brazil. Its development and productivity results, among other factors, from the good establishment of the plants in the field. This factor is directly associated with the germination of its seeds, which are directly impacted by the water quality used for its irrigation. The objective of this research was to evaluate three pepper cultivars submitted to different levels of saline stress in the germination phase. The experiment was carried out in the Seed Laboratory of the Universidade Federal do Ceará, being conducted in a completely randomized design, in a 3 x 5 factorial scheme with four replicates of 50 seeds. The first factor was constituted by three cultivars of pepper: All Big (C1), Casca dura Ikeda (C2) and Amarelo SF 134 (C3) and the second by five salinity levels using Sodium Chloride (NaCl): T1=0; T2=3; T3=6; T4=9 and T5=12 dS m<sup>-1</sup>. In total there were conducted 60 experimental plots. The following characteristics were evaluated: germination, germination first count, germination speed index, germination mean time, seedling length, dry mass of the root (MSR) and dry mass of the shoot (MSPA). ImageJ® software was also used for the computerized analysis of seedlings images, which provided length values and qualitative data of the seedlings. The cultivar Amarelo SF134 presented better response in all the characteristics even with the increase of NaCl levels. The cultivars Casca Dura Ikeda and All Big showed good performance up to the level 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Key words:** *Capsicum annuum* L. Saline stress. Cultivars. Image analysis.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
2.1	Característica da cultura do pimentão.....	11
2.2	Processo de salinização no semiárido nordestino.....	12
2.3	Efeito da salinidade no desenvolvimento das culturas.....	13
2.4	Análise computadorizada de imagens.....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	17
<b>4</b>	<b>RESULTADOSE DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

A olericultura é uma relevante atividade agrícola praticada por pequenos e grandes agricultores. Ela possui grande importância social, já que contribui para a segurança alimentar de muitas famílias, gera emprego e renda no campo, melhora a qualidade de vida e diminui o êxodo rural. Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, em um levantamento de dados socioeconômico realizado quanto à perspectiva da produção de hortaliças para o ano de 2018, esperava-se uma tendência do consumidor na substituição de produtos industrializados por produtos *in natura*, considerados mais saudáveis. Segundo a confederação, para o ano de 2019, a expectativa é que o número de adultos que passem a consumir hortaliças deva crescer em 17,8% (BRASIL, 2017).

Dentre as olerícolas com potencial econômico no mercado nacional, destaque pode ser feito ao pimentão (*Capsicum annuum* L.). Esta espécie está entre as dez hortaliças de maior importância econômica no Brasil (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011). O pimentão é caracterizado como adaptado ao clima tropical, sendo muito explorada por pequenos e médios agricultores já que apresenta resposta rápida aos investimentos feitos para sua produção. No nordeste, o estado do Ceará se destaca na produção da cultura. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no ano de 2010, esse estado foi responsável pela produção aproximada de 18% do pimentão no Brasil (IBGE, 2010).

Apesar do bom volume de produção no Ceará, este estado possui área considerada de intensa escassez hídrica, possuindo um regime pluviométrico irregular, mal distribuído no espaço e no tempo, o que dificulta sua constância na produção agrícola (NUNES *et al.*, 2013). Em decorrência disso, o suprimento de água de boa qualidade pode não ser suficiente para o desenvolvimento e a manutenção de uma agricultura irrigada. Para isso, buscam-se alternativas para a produção, sendo uma das mais utilizadas o uso de águas subterrâneas. O problema é que a maior parte desses reservatórios hídricos apresentam altos teores de sais (SILVA *et al.*, 2014), o que torna seu uso restrito para muitas culturas.

A utilização de água, mesmo com baixos níveis de salinidade, pode prejudicar o solo ocasionando sua salinização, sobretudo se não houver um manejo correto de sua irrigação. De acordo com Pedrotti *et al.* (2015), a elevada concentração de sais no solo tem se apresentado como uma das principais limitações encontradas para a produção de culturas em geral, o que causa perdas consideráveis na agricultura mundial. Estima-se que exista cerca de 1 a 5 bilhões de hectares de solos afetados por sais, com grande parte de todas as áreas

irrigadas do mundo sofrendo com a redução da produção devido ao excesso de sais no solo (RIBEIRO *et al.*, 2003; SOUSA, 2007).

A salinidade do solo causa variados efeitos nas plantas, como: maior gasto de energia para absorção de água e íons em virtude da diminuição do potencial osmótico do solo, a toxidez por elementos presentes na água e, também, causa um desequilíbrio nutricional por conta da influencia dos sais em processos fisiológicos (absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta) (PEDROTTI *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2016).

Diante disso, faz-se necessária a busca por culturas que sejam tolerantes ao desenvolvimento em solos salinos, para produção em regiões áridas e semiáridas. Partindo-se da hipótese de que há cultivares de pimentão que apresentem bom desempenho inicial quando irrigadas com água salina, este estudo teve como objetivo avaliar a germinação de três cultivares dessa cultura submetidas a diferentes níveis de estresse salino.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características da cultura do pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família das solanáceas, é originário da América Latina. Essa cultura pode ser produzida durante o ano todo em regiões de clima quente, o que torna a região nordeste do Brasil um dos bons ambientes para sua produção (MONTEIRO *et al.*,2009). O pimentão é uma espécie que se destaca entre as solanáceas pelo seu consumo e importância econômica tanto no Brasil, como no exterior, com destaque sendo feito aos Estados Unidos, México, Itália, Japão e Índia. Essa cultura é cultivada em todo território nacional, sendo uma das dez hortaliças de maior importância econômica no setor hortícola.

A produção brasileira de pimentão em 2010 foi de aproximadamente 249 mil toneladas. As regiões Sudeste (44%), Nordeste (31%), Sul (15%) foram as que se destacaram em volume de produção. No Nordeste, destacam-se como principais produtores os estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Bahia em ordem decrescente (IBGE, 2010). Segundo estimativa da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), em 2014 a cultura do pimentão gerou, para o produtor, cerca de R\$ 567 milhões, chegando a cerca de um bilhão para o atacado e mais de dois bilhões ao varejo.

De clima tropical, o pimentão é considerado uma planta herbácea, de caule lenhoso e crescimento indeterminado, que necessita de condições adequadas de luminosidade, temperatura, nutrientes, umidade, dentre outros fatores para alcançar elevadas produções (RYLSKI *et al.*,1994). Seus frutos são caracterizados como bagas ocas de formato cônico ou cúbico, que podem apresentar diferentes cores, como: vermelha, amarela, chocolate, branca, dentre outras, quando maduros. O pimentão é uma planta autógama. Suas flores são hermafroditas e localizam-se isoladamente nas axilas das folhas, sobre pedúnculos curtos. São pequenas, ao redor de 1 cm de diâmetro e possuem pétalas brancas.

O principal órgão de consumo dessa hortaliça é o fruto *in natura*, podendo ser consumido também na forma processada como condimentos, indústrias de embutidos, geleias ou como corantes alimentares. De forma geral, os frutos de coloração verde e vermelha são mais aceitos, embora aqueles de cor laranja, amarelo e lilás, mais exóticos, têm alcançado bons preços, pela excentricidade.

Além de apresentar baixa caloria, o pimentão apresenta elevado valor nutritivo, já que em seus frutos há a presença de importantes vitaminas. A vitamina C, essencial à nutrição

humana, pode ser encontrada em teores que podem chegar a 100,2 mg em 100 g in natura do pimentão. Também são quantificadas vitaminas E, A, B1, B2, cálcio, fósforo, ferro, antioxidantes e carotenóides nos frutos (FILGUEIRA, 2008; VIANA *et al.*, 2007).

Além dessas importantes características nutricionais, o pimentão apresenta algumas propriedades medicinais como: a eliminação das manchas de pele, de gases no tubo digestivo, de cólicas ou dores abdominais (através da utilização do suco de pimentão). Também pode ser utilizado para o tratamento de avitaminose C, devido ao seu alto teor de ácido ascórbico.

## 2.2 Processo de salinização no semiárido nordestino

O Semiárido brasileiro ocupa uma área de 969.589 km<sup>2</sup> e inclui os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende até Minas Gerais, seguindo o Rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do Rio Jequitinhonha. Nesta região vivem aproximadamente 21 milhões de pessoas, sendo que cerca de 9 milhões delas são residentes na zona rural (BRASIL, 2005).

A região Nordeste é marcada por possuir um regime de chuvas irregularmente distribuídas no espaço e no tempo. Suas precipitações giram em torno de 800 mm ano<sup>-1</sup>, sendo concentradas em períodos de três a cinco meses. Na região também ocorrem elevadas médias anuais de temperatura, com valores de 23 a 27°C. Sua evapotranspiração potencial é alta, podendo variar entre 1.500 a 2.000 mm ano<sup>-1</sup>. Seu balanço hídrico é negativo em grande parte do ano, apresenta solo raso e o bioma principal é conhecido como Caatinga (LIMA *et al.*, 2011). A umidade relativa média da região é de aproximadamente 50% e o período de insolação pode chegar a 2.800 h ano<sup>-1</sup>. A região semiárida além de enfrentar o revés da escassez de água, também sofre com problemas ocasionados pela salinidade do solo.

Segundo Sousa (2010), os problemas de salinidade nessa região estão amplamente relacionados à precipitação pluvial, em geral insuficiente para lixiviar os sais acumulados cuja situação é agravada pelo movimento ascendente de solutos que chegam a superfície por capilaridade em regiões com elevada evapotranspiração potencial. A salinidade, tanto dos solos como das águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas nesta região, chegando até mesmo a inviabilizar o cultivo em determinadas áreas.

Segundo Ribeiro, Ribeiro Filho e Jacomine (2016), os principais sais solúveis encontrados nos solos salinos são cloretos, sulfatos e bicarbonatos de Na, Ca e Mg. Em menor quantidade podem ocorrer potássio (K<sup>+</sup>), amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>).

A gênese de solos salinos tem uma alta relação tanto com a formação geológica predominante na paisagem como com a drenagem. A origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação dos solos, que é um produto da intemperização das rochas (RIBEIRO *et al.*, 2003). Daker (1988) destaca que os sais resultantes dos minerais primários, encontrados nos solos e nas rochas, são transportados pelas águas e armazenados nos solos se acumulando à medida que a água é evaporada ou consumida pelas culturas, originando o processo de salinização.

A salinidade do solo pode também ser induzida pelo homem, sendo mais perceptível em ambientes de elevada evapotranspiração e baixa precipitação pluviométrica no curso do ano, manifestando-se de forma mais acentuada nessas áreas em decorrência do manejo inadequado da irrigação, onde o controle da drenagem não é feito ou feito de forma ineficiente (OLIVEIRA, 1997).

Os solos afetados por sais são geralmente classificados com base no conteúdo total de sais solúveis medido pela condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) e na percentagem de sódio trocável (PST), que representa o percentual de  $\text{Na}^+$  em relação à capacidade total de troca de cátions (CTC). De acordo com a classificação americana citada por Ferreira, Silva e Ruiz (2016), os solos salinos classificam-se em três tipos: 1) Solos Salinos - nestes a concentração elevada de sais solúveis neutros pode afetar seriamente o desenvolvimento e a produção das culturas pelo estresse osmótico; 2) Solos Salino-Sódicos - apresentam concentrações apreciáveis de sais solúveis neutralizantes e quantidade de sódio suficiente para interferir no desenvolvimento das plantas; 3) Solos Sódicos - apresentam baixa concentração de sais solúveis neutralizantes e alta toxicidade às plantas por excesso de  $\text{Na}^+$  e  $\text{OH}^-$  como também o efeito indireto do  $\text{Na}^+$  trocável sob a estrutura solo.

### **2.3 Efeito da salinidade no desenvolvimento das culturas**

A salinidade afeta as culturas de duas maneiras: pela diminuição do potencial osmótico do solo e pela toxidez de determinados elementos minerais, principalmente sódio, boro, bicarbonatos e cloretos. Na primeira, quanto mais salino estiver o solo, maior será a energia gasta pela planta para conseguir absorver água e com ela os demais elementos minerais vitais ao seu desenvolvimento. Na segunda, os elementos minerais citados, quando em concentração elevada, causam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA *et al.*, 2002; MUNNS, 2005) que prejudicam seu crescimento e desenvolvimento. A elevada concentração de sais na rizosfera provoca a redução da permeabilidade das raízes à água, tendo como consequência direta o estresse hídrico (TÁVORA *et al.*, 2001). Isso provoca o fechamento

dos estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, reduzindo, conseqüentemente, a taxa fotossintética afetando assim o desenvolvimento das plantas ao longo do seu ciclo.

As plantas adaptadas a ambientes salinos são denominadas de halófitas, podendo sobreviver em ambientes onde a concentração de NaCl é superior a 200 mM (equivalente a condutividade elétrica, no extrato de saturação do solo, de aproximadamente 20 dS m<sup>-1</sup>) (FLOWERS; COLMER, 2008). As plantas sensíveis ou hipersensíveis à salinidade, ou que estão mais adaptadas a ambientes não salinos, são denominadas de glicófitas e representam a maioria das culturas existentes. Quase a totalidade das plantas assim classificadas apresenta algum tipo de comprometimento de fases do seu ciclo de desenvolvimento quando a concentração de NaCl supera 40 mM, equivalente a condutividade elétrica, no extrato de saturação do solo, de aproximadamente 4,0 dS m<sup>-1</sup> (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Entre as estratégias bioquímicas utilizadas pelas plantas halófitas, como resposta aos danos causados pelo excesso de sal no solo, incluem-se: a acumulação ou exclusão seletiva de íons; o controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas; a compartimentalização de íons a nível celular pelos vacúolos, e estrutural pelas folhas; a síntese de osmólitos; alterações nas vias fotossintéticas; modificações nas estruturas das membranas; indução de hormônios e de enzimas. De forma geral esses mecanismos proporcionam um manejo mais eficiente dos solutos para esse grupo de plantas (MUDGAL *et al.*, 2010) e, portanto, podem ser considerados mecanismos de defesas que favorecem a sobrevivência das plantas nessa condição edafoclimática.

As plantas glicófitas também apresentam o mecanismo de regulação osmótica celular, contudo são incapazes ou pouco eficientes na compartimentalização dos íons inorgânicos, apresentando assim elevada concentração de sais no tecido fotossintetizante quando submetidas à condição de estresse salino (MUNNS, 2002).

A alta salinidade e o elevado teor de sódio trocável do solo também afetam a germinação e o desenvolvimento das culturas, limitando a sua produtividade bem como seu desenvolvimento vegetativo. Nos casos mais graves, causa sérios problemas de ordem econômica, com a morte generalizada das plantas, já que o solo usado para o cultivo se torna inapto para a agricultura, sendo então descartados do sistema de produção, tornando-se desertos salinos (BARROS *et al.*, 2005; FERNANDES *et al.*, 2008; MAJOR; SALES, 2012).

Os sais presentes na água são tóxicos para as atividades hormonais e enzimáticas da semente, sendo que a alta salinidade não só causa inibição da germinação, mas também é a causa de perda da viabilidade das sementes por toxidez. Além disso, reduz a permeabilidade e

o crescimento radicular e incrementa o acúmulo salino no tecido vegetal, inibindo os processos metabólicos e fisiológicos das plantas (GUL *et al.*, 2013).

Em solos com a presença de sais em níveis elevados, a germinação das sementes pode ser afetada significativamente, como relatado por Sangoi *et al.* (2009). Plântulas são mais susceptíveis a injúrias do que plantas bem estabelecidas, tendo em vista que os sais interferem no potencial osmótico 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).

Um dos períodos mais críticos para a maioria das plantas, aos sais, é durante a germinação, que é afetada pela composição salina e a pressão osmótica, tornando-se mais agressivos à medida que a concentração salina aumenta. Segundo Moraes *et al.* (2007), a salinidade pode ainda causar injúrias, como por exemplo degradação das clorofilas e alterações no metabolismo de proteínas e nos teores de aminoácidos, devido ao estresse iônico decorrente da alteração na concentração de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no protoplasma.

## **2.4 Análise computadorizada de imagens**

A análise de imagens de plântulas vem sendo estudada com o objetivo de minimizar as limitações existentes nos testes tradicionais, como por exemplo, o vigor de crescimento, de uniformidade das plântulas e de velocidade de germinação, constituindo, assim, em uma técnica com amplo potencial de utilização no controle de qualidade de sementes de diversas culturas. Ferreira *et al.* (2013) usaram essa tecnologia para avaliar o vigor de sementes de tomate híbrido, já Silva e Cícero (2014) avaliaram o potencial fisiológico de sementes de berinjela.

A técnica consiste na captação de imagens digitais durante a germinação das sementes em scanner e o seu processamento com o uso de programa de computação especialmente desenvolvido para esse fim (MARCOS FILHO, 2015). Além disso, a captação de imagens também pode ser feita de forma manual, com a utilização de câmeras digitais, as quais devem estar posicionadas de forma fixa durante toda a captura das imagens, respeitando assim os valores numéricos gerados em cada imagem. O processamento das imagens utiliza os valores numéricos que foram obtidos e que, coletivamente, representam a qualidade das sementes, com base nos parâmetros preestabelecidos.

Dentre os softwares gratuitos disponíveis para esse tipo de análise, o Image Processing and Analysis In Java (ImageJ®), é usado em várias áreas do conhecimento e em

análises muito complexas (LAURECEN; CHROMY, 2010). Silva e Dotto (2017), usaram o software ImageJ® para análise computadorizada do crescimento de plântulas de arroz para avaliação da qualidade de sementes. Vilhanueva *et al.*(2015) também utilizaram este software e avaliaram o crescimento de plântulas de sementes de milho e soja de forma automatizada.

A análise computadorizada de imagens é um método utilizado atualmente para que se tenha mais consistência e rapidez na avaliação de testes. Gonçalves *et al.* (2017) fizeram uso da análise computadorizada de imagens de plântulas para a detecção de diferença de vigor em lotes de sementes de cebola e a comparação com os testes de vigor tradicionalmente utilizados, concluindo que é possível identificar diferenças de vigor entre lotes de sementes dessa cultura por meio da análise computadorizada, de forma similar aos testes tradicionais de vigor.

Além de ser mais rápido (Gomes Junior *et al.*, 2009), já que os resultados para uma amostra de 50 sementes podem ser obtidos em aproximadamente três minutos, o uso da imagem também contribui para reduzir e, muitas vezes eliminar o erro humano na análise, aumentando a confiabilidade dos dados para fins de comparação de diferentes lotes de sementes e a possibilidade de arquivamento das imagens para análise posterior (ALVARENGA *et al.*, 2012).

### 3 METODOLOGIA

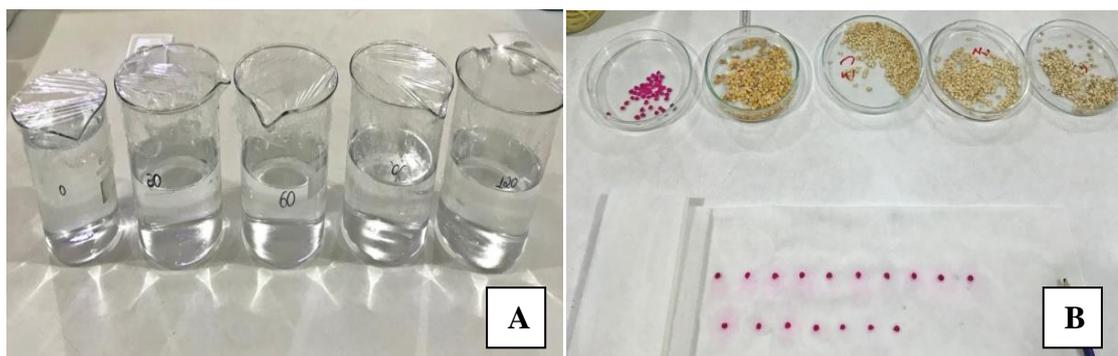
Os testes foram realizados em condições controladas, no Laboratório de Análise de Sementes - LAS, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, entre os meses de abril e maio de 2018.

Foram utilizadas sementes de três cultivares de pimentão, com poder de germinação acima de 90%. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 com quatro repetições de 50 sementes. O primeiro fator foi constituído por três cultivares de pimentão: All Big (C1), Casca Dura Ikeda (C2) e Amarelo SF 134 (C3) e o segundo por cinco níveis salinos: T1= 0; T2= 3; T3= 6; T4= 9 e T5= 12 dS m<sup>-1</sup>, totalizando 60 parcelas experimentais. Para o tratamento controle (T1), foi utilizada água destilada, já para os demais tratamentos, as concentrações salinas foram obtidas a partir da diluição de NaCl em 1 litro de água destilada, calculando-se a quantidade de gramas do sal necessárias para se obter soluções com 30, 60, 90 e 120 mM, que correspondem as salinidades de 3, 6, 9 e 12 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Para a verificação da concentração das soluções foi utilizado um condutivímetro de bancada com correção de temperatura.

Os testes foram conduzidos em rolos com papel germitest, com quatro repetições contendo 50 sementes dispostas uniformemente sobre duas folhas de papel e cobertas com uma terceira toalha também de papel, umedecidas com as soluções na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (FIGURA 1A E 1B). Os rolos foram mantidos em câmara de germinação do tipo “Biochemical Oxygen Demand” (BOD), em regime alternado de luz (12 horas sob luz e 12 horas sem) e mantendo a temperatura alternada de 20-30° C (BRASIL, 2009). Foram avaliadas as seguintes características:

**Germinação (G)** - A avaliação do percentual de germinação foi realizado aos quatorze dias após a instalação do teste (BRASIL, 2009). Foram consideradas como germinadas, as sementes que apresentaram a raiz primária > 2 mm.

Figura 1- Soluções preparadas com diferentes níveis de sais (A). Distribuição das sementes em papel germitest (B). Fortaleza, UFC, 2018.



**Primeira contagem de germinação (PCG)** - Realizado conjuntamente ao teste de germinação computando-se os percentuais médios de sementes germinadas ao sétimo dia da instalação do teste (BRASIL, 2009).

**Índice de velocidade de germinação (IVG)** - realizado contando-se diariamente, no mesmo horário, até o décimo quarto dia, o número de sementes que apresentaram raiz primária > 2 mm. O índice foi obtido utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i} \quad (1)$$

Onde:  $n_i$  = número de sementes que germinaram no tempo “i”;  $t_i$  = número de dias após a instalação do teste;  $i = 1 \rightarrow 14$ .

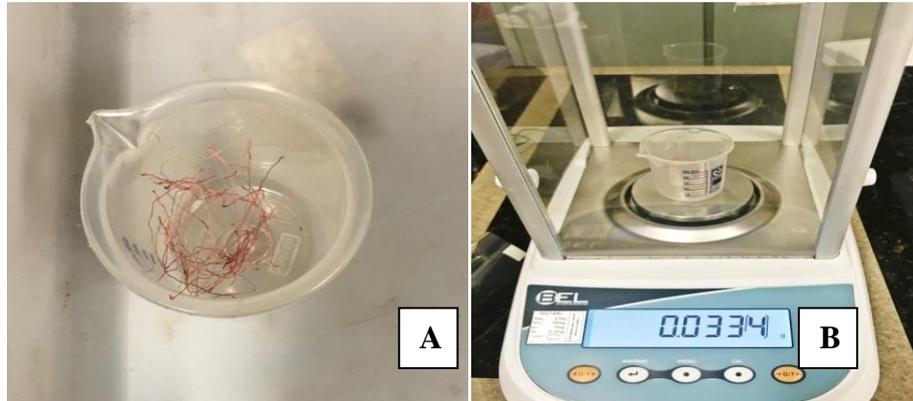
**Tempo médio de germinação (TMG)** - calculado a partir das contagens diárias até o décimo quarto dia após semeadura, conforme Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias, onde estas foram separadas em raiz e parte aérea, sendo então determinadas:

$$TMG = \frac{(\sum \frac{n_i}{t_i})}{\sum n_i} \quad (2)$$

Onde:  $n_i$  = número de sementes que germinaram por dia;  $t_i$  = tempo de incubação;  $i = 1 \rightarrow 14$ .

**Massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA e MSR)** - foram selecionadas as plântulas consideradas normais de cada repetição, ao décimo quarto dia após a semeadura. Estas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa a temperatura de 65° C, por 48 horas até atingirem uma massa constante. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g) (FIGURA 2A E 2B) e os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup>.

Figura 2 - Obtenção da massa seca da raiz MSR (A) e da parte aérea MSPA (B). Fortaleza, UFC, 2018.



Fonte: Barros, M.P., 2018

**Comprimento de plântula (CP)** - as medições das plântulas foram realizadas através da análise de imagens, após a contagem final do teste de germinação. Com o auxílio de uma régua graduada para definir a escala da imagem e uma câmera apoiada sobre um sistema adaptado (FIGURA 3) que distava aproximadamente 20 cm das plântulas, procedeu-se a captura das imagens, que em seguida foram analisadas no *software* ImageJ® (FIGURA 3), sendo os resultados expressos em  $\text{cm plântula}^{-1}$ .

Os valores foram somados e divididos pelo número de amostras (plântulas), obtidas em cada repetição, o qual resultou no comprimento médio por plântula.

Figura 3 - Análise de imagens; obtenção das imagens de plântulas de pimentão da cultivar Amarelo SF134 aos 14 dias (A). *Software* ImageJ® (B). Fortaleza, UFC, 2018.



Fonte: Barros, M.P., 2018

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk ( $p < 0,05$ ) para verificar a normalidade dos dados e em seguida à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). As médias do fator cultivar foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ), enquanto que as do fator salinidade foram submetidas à análise de regressão, sendo analisados por meio de equações polinomiais de melhor ajuste, de acordo com o grau de significância e do coeficiente de correlação ( $R^2$ ). Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico Sisvar versão 5.6.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise de variância (TABELA 1), observam-se diferenças entre as cultivares, as concentrações de salinidade, bem como a ocorrência de interações para todos os fatores avaliados.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as características: germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), tempo médio de germinação (TMG) e comprimento de planta (CP), realizados com sementes e, posteriormente, plântulas de cultivares de pimentão em função de diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, UFC, 2018.

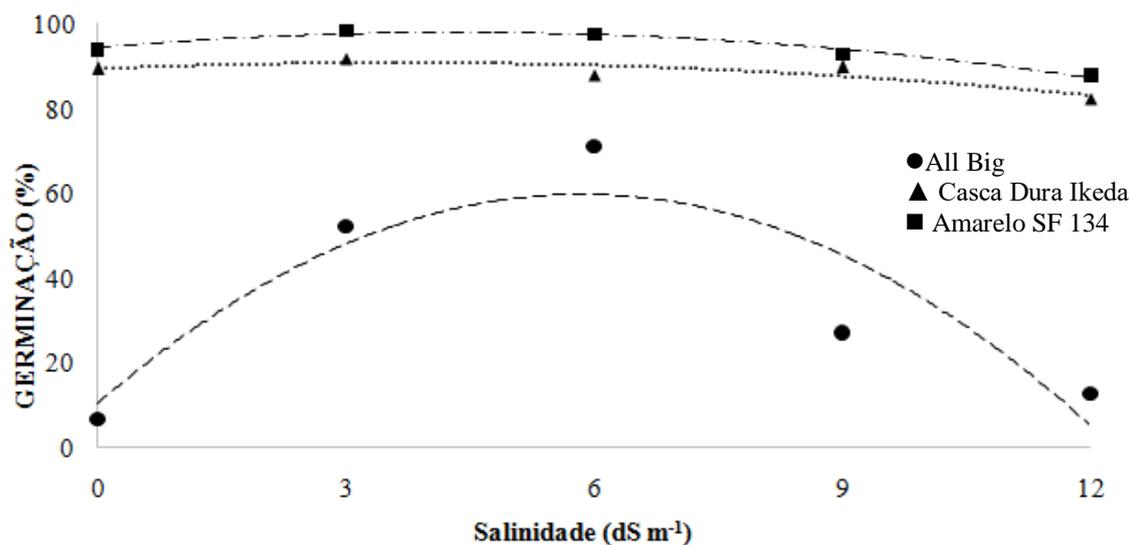
F.V.	G.L.	Quadrados médios						
		G	PCG	IVG	MSPA	MSR	TMG	CP
Cultivar	2	3,4**	4,2**	0,2**	90,0**	38,1**	50,1**	61,7**
Salinidade	4	0,2**	0,3**	0,0**	61,2**	19,8**	15,1**	20,9**
Cult*Salin	8	0,1**	0,0**	0,0**	9,5**	3,1**	2,8*	5,0**
Erro	45	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	1,2	0,2
Média		1,1	0,7	0,2	5,1	3,2	7,1	3,3
C.V. (%)		11,3	9,1	6,7	11,6	10,0	15,6	14,0

FV - Fontes de variação; Cult - Cultivar; Salin - Salinidade; C.V. - Coeficiente de variação; \*\* - Significativo a 1% pelo teste F; \* - Significativo a 5% pelo teste F.

Todas as variáveis analisadas tiveram seus resultados ajustados a um modelo de regressão quadrático em função dos níveis de NaCl. De uma forma geral, só se observou decréscimo acentuado das variáveis a partir de 6 dS m<sup>-1</sup> para as cultivares.

Analisando-se o comportamento das cultivares em cada nível de salinidade, para germinação (G; FIGURA 4) verifica-se que as cultivares Amarelo SF 134 e Casca dura Ikeda foram superiores a All Big em todos os níveis de salinidade. A cultivar Amarelo SF 134 foi superior a Casca dura Ikeda nos níveis salinos de 3,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>. A 'All Big' apresentou baixa germinação mesmo para o tratamento testemunha, ou seja, 0 dS m<sup>-1</sup>.

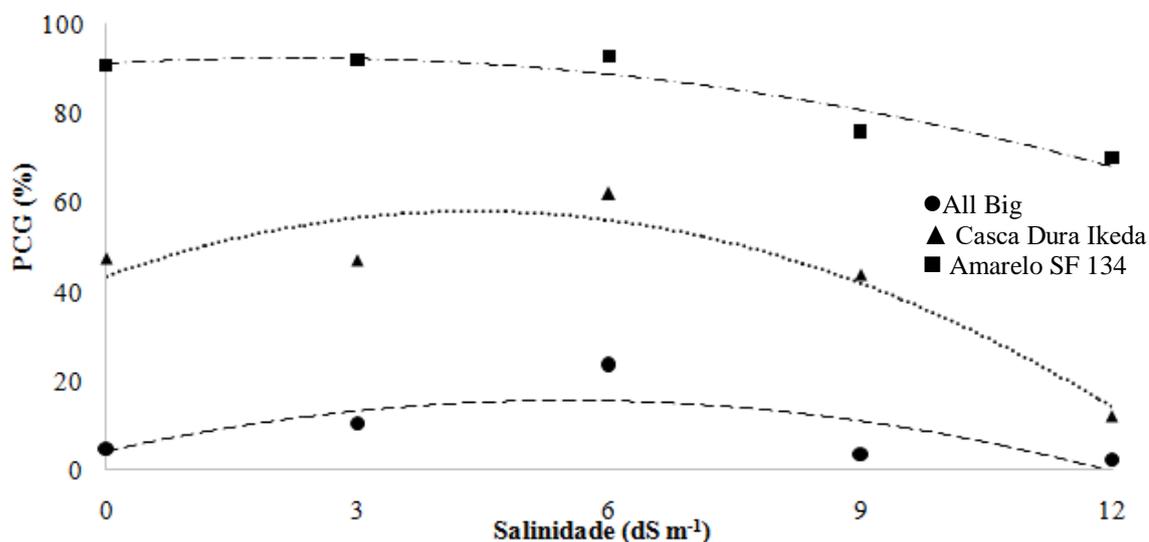
Figura 4 - Porcentagem de germinação apresentada pelas sementes de cultivares de pimentão, submetidos a diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, UFC, 2018.



GERMINAÇÃO (%)	Função de resposta	R <sup>2</sup>
All Big (C1)	$y = -1,4524x^2 + 16,995x + 10,257$	0,8138
Casca dura Ikeda (C2)	$y = -0,1111x^2 + 0,8x + 89,6$	0,7660
Amarelo SF 134 (C3)	$y = -0,1786x^2 + 1,5595x + 94,486$	0,9637

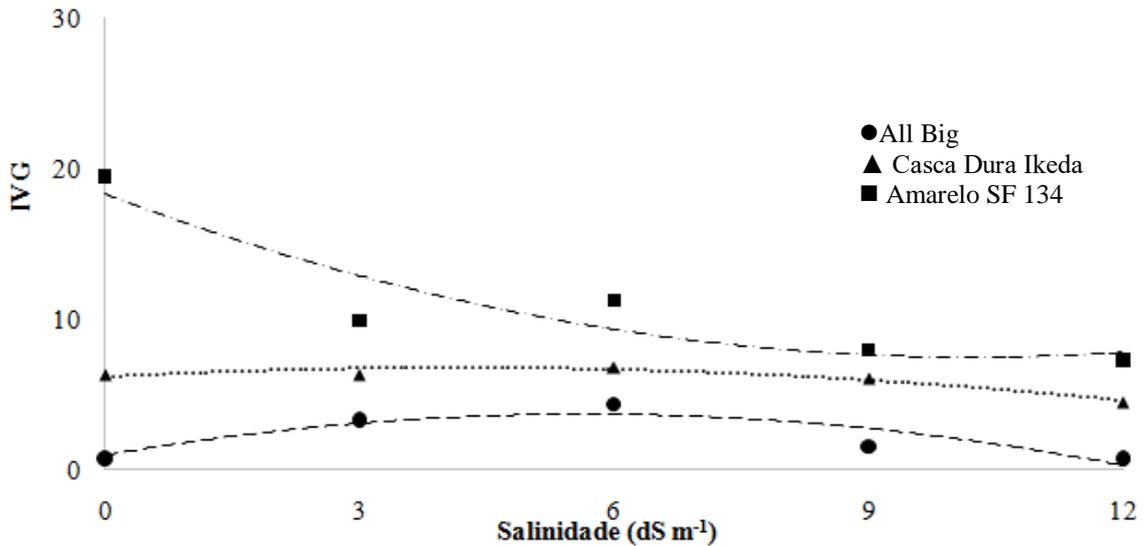
Para as características: primeira contagem de germinação (PCG; FIGURA 5) e índice de velocidade de germinação (IVG; FIGURA 6), a cultivar Amarelo SF 134 se destacou, apresentando maior valor do que as demais, em todos os níveis de NaCl. Para o tempo médio de germinação (TMG; FIGURA 7) essa mesma apresentou menor tempo médio de germinação em quase todas as salinidades às quais foi submetida, à exceção de 9 dS m<sup>-1</sup>.

Figura 5 - Primeira contagem germinação (PCG) realizada para sementes de cultivares de pimentão, submetidos a diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, UFC, 2018.



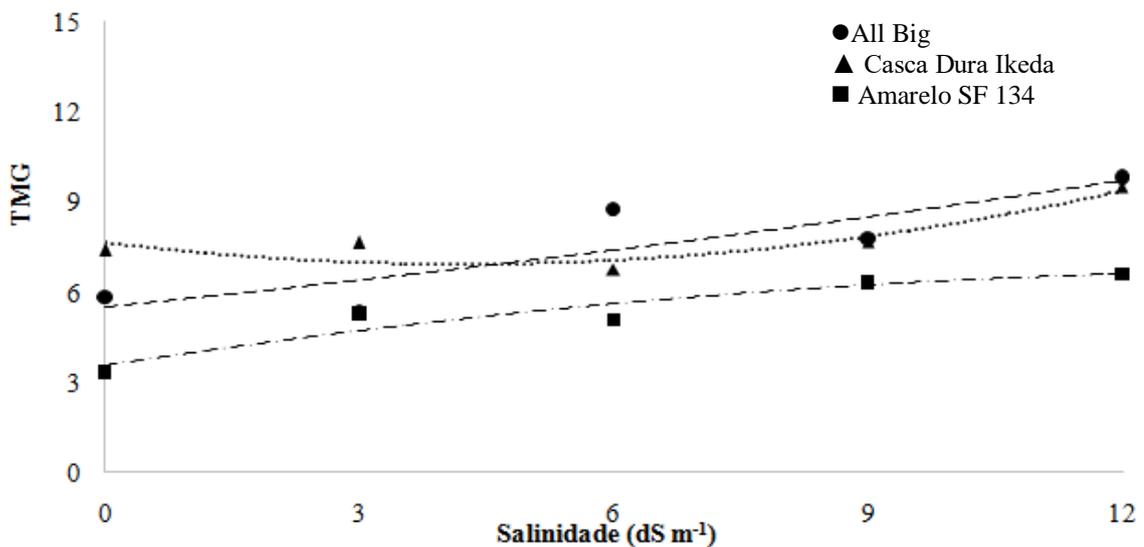
PCG (%)	Função de resposta	R <sup>2</sup>
All Big (C1)	$y = -0,375x^2 + 4,125x + 4,3$	0,559
Casca dura Ikeda (C2)	$y = -0,759x^2 + 6,660x + 43,67$	0,891
Amarelo SF134 (C3)	$y = -0,254x^2 + 1,131x + 91,22$	0,906

Figura 6 - Índice de velocidade de germinação (IVG) realizado para sementes de cultivares de pimentão, submetidos a diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, UFC, 2018.



IVG	Função de resposta	R <sup>2</sup>
All Big (C1)	$y = -0,084x^2 + 0,954x + 0,924$	0,788
Casca dura Ikeda (C2)	$y = -0,035x^2 + 0,294x + 6,142$	0,928
Amarelo SF184 (C3)	$y = 0,104x^2 - 2,135x + 18,33$	0,851

Figura 7 - Tempo médio de germinação (TMG) obtido ao final do teste de germinação realizado com sementes de cultivares de pimentão, submetidos a diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, UFC, 2018.



TMG	Função de resposta	R <sup>2</sup>
All Big (C1)	$y = 0,005x^2 + 0,278x + 5,516$	0,745
Casca dura Ikeda (C2)	$y = 0,039x^2 - 0,333x + 7,667$	0,851
Amarelo SF184 (C3)	$y = -0,014x^2 + 0,431x + 3,540$	0,897

Todas as cultivares apresentaram porcentagem de germinação e primeira contagem maiores em níveis mais altos de teor de sais, do que na testemunha, que continha apenas água destilada. Sendo resultado inverso observado para o tempo médio de germinação.

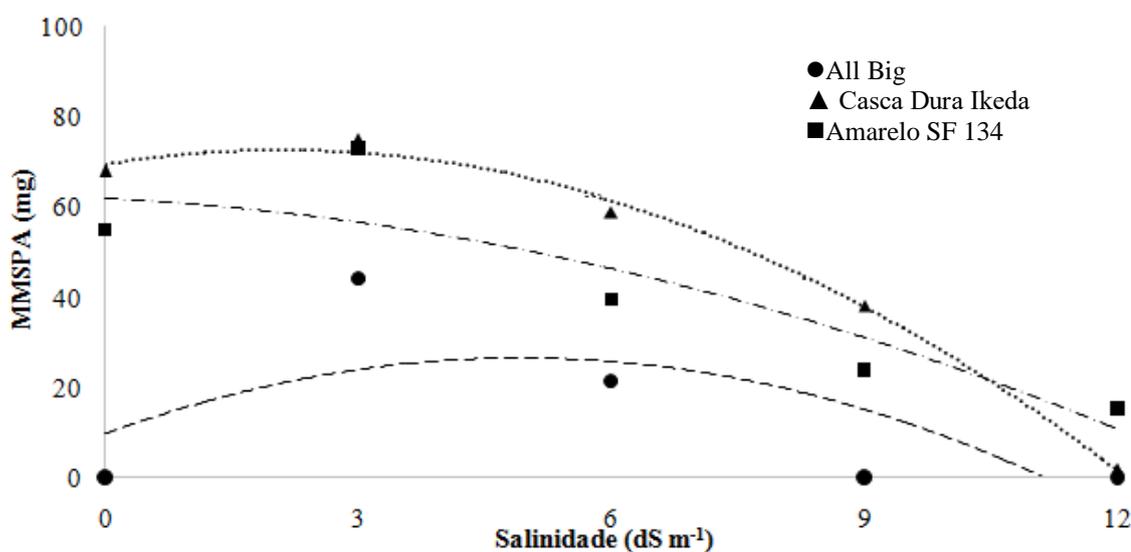
Lemos Neto *et al.* (2017), observou que sementes de alface de diferentes cultivares germinaram melhora mais rapidamente em ambientes onde a concentração de NaCl foi inferior a 10 dS m<sup>-1</sup>, sendo que acima desta concentração foi observada redução nestes fatores. Segundo Silveira *et al.* (2016), em condições de salinidade na faixa baixa a moderada, que pode ser arbitrariamente definida de 2 a 4 dS m<sup>-1</sup> de condutividade na solução do solo, as plantas conseguem completar seus ciclos de desenvolvimento, porém com uma menor produtividade. Silva *et al.* (2017), estudando sementes de girassol, verificaram que a solução salina afetou a emergência das sementes desta espécie, principalmente a partir de 8 dS m<sup>-1</sup>, sendo que o crescimento inicial foi afetado na medida em que se aumentou a salinidade do meio de cultivo. Segundo Dias *et al.* (2016), as plantas podem responder de forma diferente aos efeitos da salinidade, havendo para cada espécie ou cultivar um limite tolerável de salinidade que não causa redução na produtividade potencial, a partir do qual a produtividade passa a diminuir à medida que se incrementa a salinidade do solo. Ayers; Westcot (1999), afirmam que quanto à salinidade, a cultura do pimentão é considerada moderadamente sensível, ou seja, suporta teor de sais do solo entre 1,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup> sem que hajam perdas significativas de seu potencial produtivo.

O estresse salino nas fases iniciais da germinação tem como principal causador de injúria o desbalanço iônico e a toxicidade causada pelo excesso de Na<sup>+</sup>. A diminuição da disponibilidade hídrica ocasionada pela redução do potencial osmótico das soluções salinas, também reduz gradativamente a porcentagem de germinação de sementes.

Matias *et al.* (2015), trabalhando com sementes de pepino ‘Caipira’ observaram aumento linear do TMG conforme houve aumento da condutividade elétrica do substrato. De forma geral, a semente necessita alcançar um nível adequado de hidratação que irá permitir a reativação dos seus processos metabólicos, para que ocorra o processo germinativo, que se inicia com a absorção de água por embebição (FONSECA *et al.*, 2003). Em meio salino, o tempo necessário para a absorção de água pelas sementes é prolongado pela redução do potencial osmótico do meio ou pelo efeito fitotóxico do NaCl sobre o embrião das sementes, dificultando a cinética de absorção da água (BEWLEY *et al.*, 2013) o que pode prolongar o

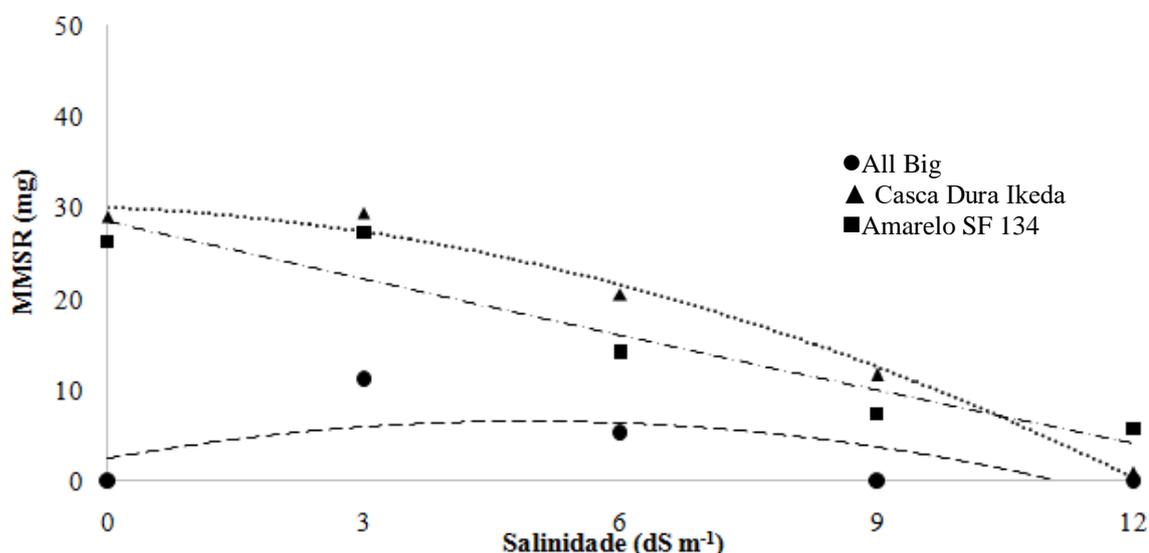
tempo médio de germinação das sementes. Quanto à massa seca de parte aérea (MSPA; FIGURA 8) e massa seca de raiz (MSR; FIGURA 9) destaque pode ser feito a ‘Casca dura Ikeda’ para os tratamentos, de 6 e 9 dS m<sup>-1</sup>. Para o tratamento com maior concentração de NaCl, 12 dS m<sup>-1</sup>, a cultivar Amarelo SF 134 foi a que apresentou os maiores valores.

Figura 8 - Matéria seca de parte aérea (MSPA) obtida ao final do teste de germinação realizado com sementes de cultivares de pimentão, submetidos a diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, UFC, 2018.



MSPA(mg)	Função de resposta	R <sup>2</sup>
All Big (C1)	$y = -0,690x^2 + 6,809x + 9,518$	0,474
Casca dura Ikeda (C2)	$y = -0,722x^2 + 3,025x + 69,35$	0,994
Amarelo SF184 (C3)	$y = -0,279x^2 - 0,922x + 61,97$	0,797

Figura 9 - Matéria seca de raiz (MSR) obtida ao final do teste de germinação realizado com sementes de cultivares de pimentão, submetidos a diferentes níveis de salinidade. Fortaleza, UFC, 2018.



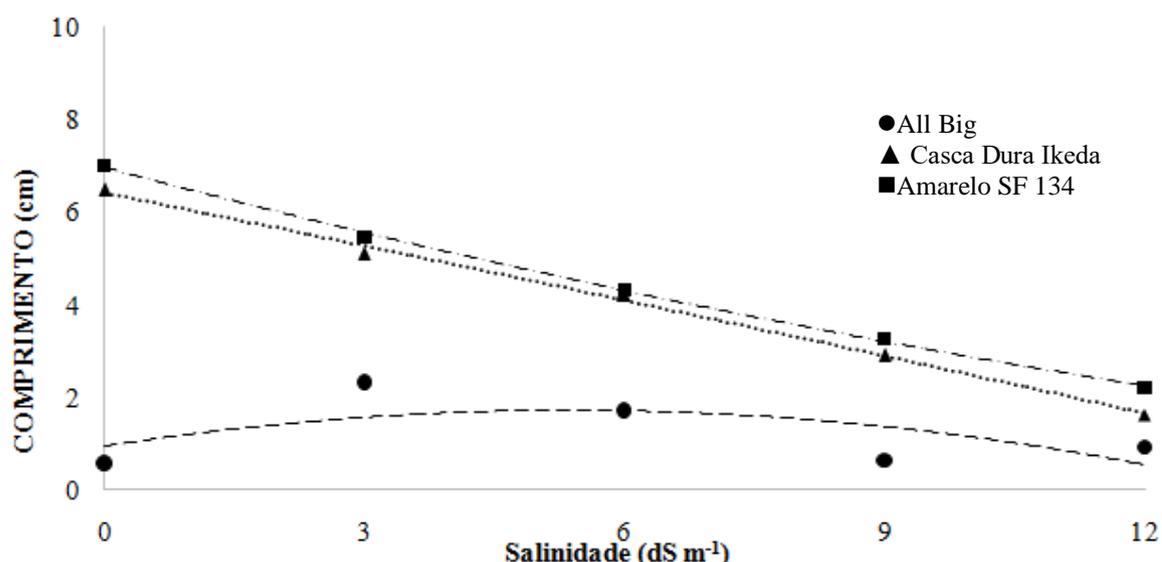
MSR(mg)	Função de resposta	R <sup>2</sup>
All Big (C1)	$y = -0,171x^2 + 1,685x + 2,424$	0,466
Casca dura Ikeda (C2)	$y = 0,009x^2 - 2,153x + 28,58$	0,895
Amarelo SF184 (C3)	$y = -0,175x^2 - 0,364x + 29,99$	0,986

Nunes *et al.* (2013) também observaram resultados semelhantes para a cultura do pimentão cultivado em sistema hidropônico com diferentes níveis de salinidade na solução nutritiva, tanto para a massa fresca quanto para massa seca de parte aérea e raiz. Eloi *et al.* (2007) e Oliveira *et al.* (2007) observaram que a fotossíntese de plantas de tomate cultivadas em solução nutritiva com condutividade elétrica elevada foi reduzida devido à inibição da produção de cloroplastos, causada pelas altas concentrações de sais no apoplasto das células foliares, o que resultou na perda de produção de biomassa.

As perdas ocorridas nessas variáveis também podem ser um reflexo do efeito negativo do potencial osmótico na solução nutritiva salina sobre o crescimento das plântulas de pimentão, que inibi a absorção de água pelas plantas e reduz a capacidade fotossintética das mesmas. Isso ocorre devido a vários fatores, tais como: desidratação das membranas celulares, toxicidade, redução do suprimento de CO<sub>2</sub> (fechamento de estômatos), senescência induzida pela salinidade e mudança na atividade das enzimas (IYENGAR; REDDY, 1996).

Para a característica comprimento de plantas (FIGURA 10), a cultivar Amarelo SF 134 foi a que apresentou os maiores comprimentos independentemente do nível de salinidade a que foi submetida.

Figura 10 - Comprimento total de plântulas obtido ao final do teste de germinação realizado com sementes de cultivares de pimentão, submetidos a diferentes níveis de salinidade, analisados com o auxílio do *software* ImageJ®. Fortaleza, UFC, 2018.

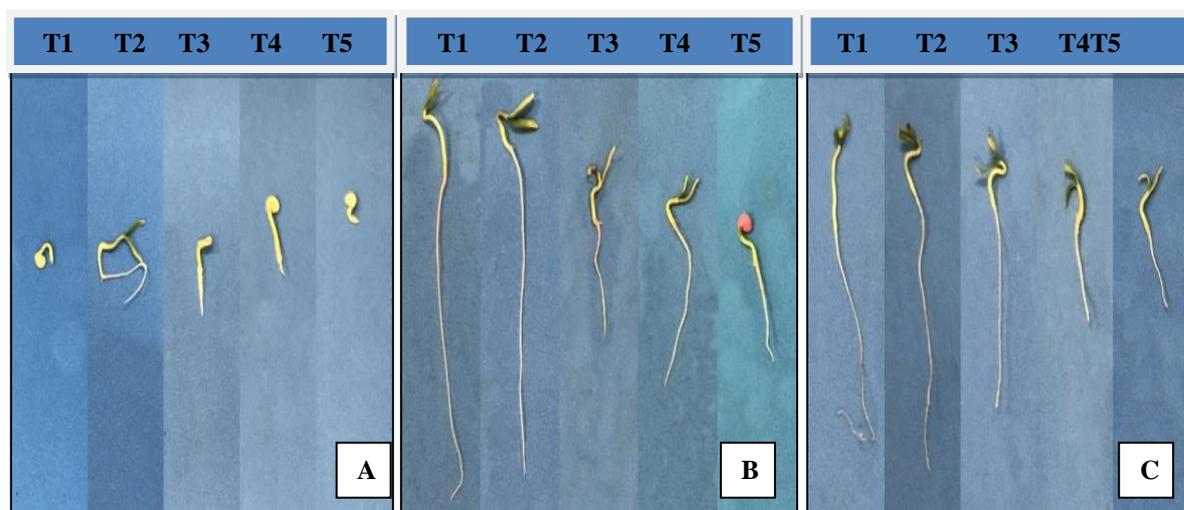


COMPRIMENTO (cm)	Função de resposta	R <sup>2</sup>
All Big (C1)	$y = -0,026x^2 + 0,288x + 0,941$	0,400
Casca dura Ikeda (C2)	$y = -0,001x^2 - 0,377x + 6,422$	0,996
Amarelo SF184 (C3)	$y = 0,008x^2 - 0,496x + 6,977$	0,998

Esse mesmo resultado foi observado por Lemos Neto *et al.* (2017) que também verificou decréscimo linear no crescimento tanto da raiz como da parte aérea com o aumento dos níveis de concentração de NaCl, para diferentes cultivares de alface. Andrade *et al.* (2016) também observaram o mesmo comportamento para o pimentão a diferentes níveis de salinidade, evidenciando plantas com tamanho adequado até o nível 2,2 dS m<sup>-1</sup>.

O uso de parâmetros capazes de detectar diferenças de vigor entre lotes com germinação semelhante é desejável na análise de sementes. Através da análise de imagens pode-se observar diferença de vigor entre as três cultivares de pimentão, além de observar a diferença na formação das plântulas e da redução no comprimento de acordo com o aumento dos níveis de salinidade (FIGURA 11). As cultivares Casca dura Ikeda e Amarelo SF 134 apresentaram plântulas visivelmente maiores e mais bem desenvolvidas do que a cultivar All Big. De forma geral, a análise de imagens possibilitou uma maior sensibilidade para avaliar o aspecto fisiológico das plântulas, fornecendo uma resposta consistente para o efeito da salinidade no desempenho das cultivares.

Figura 11 - Plântulas de pimentão aos 14 dias submetidos a diferentes níveis de salinidade; cultivar All Big (A); cultivar Casca dura Ikeda (B); Amarelo SF 134 (C). Fortaleza, UFC, 2018.



Fonte: Barros, M.P., 2018

## 5 CONCLUSÃO

Há diferentes níveis de tolerância entre cultivares de pimentão.

A cultivar Amarelo SF134 se apresenta como a cultivar mais tolerante aos diferentes níveis de NaCl avaliados para os fatores de avaliação de qualidade de sementes e comprimento.

## REFERÊNCIAS

- ABCSEM – Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudas. **2º levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. Campinas, SP, 2014. Disponível em <http://www.abcsem.com.br/> Acessado em 20 de maio de 2018.
- AHMED, M.; QAMAR, I. A. Rehabilitation and Productive use of Salt affected Lands through Afforestation. **Science Vision**.v.9, n.1, p.178-191, 2004.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; SOUZA, A. E. R.; ROLIM, M. M. Lixiviação de potássio em um cultivo de pimentão sob lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 135-144, 2011.
- ALMEIDA, W. F. **Efeitos da salinidade sobre a germinação e o desenvolvimento inicial do pinhão-mansão**. 2009. 65p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2009.
- ALVARENGA, R. O.; MARCOS FILHO, J.; GOMES JUNIOR, F. G. Avaliação do vigor de sementes de milho super doce por meio da análise computadorizada de imagens de plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 488-494, 2012.
- ANDRADE, F. H. A.; ARAÚJO, C. S. P.; BATISTA, W. F.; NETO, J. A. Q.; DANTAS, E. E. M.; ANDRADE, R. Comportamento da cultura do pimentão submetido a diferentes níveis de salinidade. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 12, n. 3, 2016.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água para irrigação**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 1999. 153p. Tradução de GUEYI, H. R.;
- BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ V. V. H.; RUIZ, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.9, p.320-326, 2005.
- BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. **Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos**. 2.ed., rev. e ampliada. Brasília: CODEVASF, 2002. 216p.
- BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**.3rd. New York: Springer, 2013. 392p.
- BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Balanco 2017**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <[http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/hortalicas\\_balanco\\_2017.pdf](http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/hortalicas_balanco_2017.pdf)>. Acesso em: 27 março de 2018.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005. 32 p. il.
- CAVALCANTE, L. F.; SOUSA, L. F. P. Dados de solo, água e clima visando o aproveitamento das áreas atingidas e não atingidas do montante do açude Jatibir, Patos, PB. **Revista o Solo**. Piracicaba, 1982.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 1, p. 15-26, 2003.

DAKER, A. 1988. **A água na agricultura: Irrigação e drenagem**. 7 ed. Rio de Janeiro, RJ: Freitas Bastos, 543p.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; NETO, O. N. S.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 11, p. 151-161.

DUARTE, H. H. F.; SOUZA, E. R. Soil water potentials and *Capsicum annuum* L. under salinity. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, p.1-11, 2016.

ELOI, M. W.; DUARTE, N. S.; SOARES, M. T. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v. 2, n. 1. p. 83-89, 2007.

FERNANDES, C. A. D.; FILGUEIRA, M. A.; MARINHO, E. Estudos Preliminares do “Deserto Salino” e sua Influência na Poluição do Ar na Cidade de Mossoró/RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, v.1, n.3, p.152-163, 2008.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 3, p. 17-34.

FERREIRA, R. L.; FORTI, V. A.; SILVA, V. N.; MELLO, S. C. Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate. **Ciência Rural**, v. 43, n.7, p.1189-1195, 2013.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008.

FLOWERS, T. J.; COLMER, T. D. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, v.179, n.4, p.945-963, 2008.

FONSECA, A. F. A.; ANGELETTI, M. P. Recomendações técnicas para o cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE de Porto Velho, 1986. 16 p.

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantharpavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Semente**. Londrina, PR, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2003.

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de olho de dragão (*Adenantherapavoninam* L.): ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 23, n. 2, p. 14-20, 2001.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. 1.ed. Campinas: IAC, 1999. 52p. Boletim Técnico, 180.

GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: SBEA, cap.10, p.337-356.

GOMES JUNIOR, F. G.; MONDO, V. H. G.; CICERO, S. M.; MCDONALD, M.B.; BENNETT, M.A. Evaluation of priming effects on sweet corn seeds by SVIS. **Seed Technology**, Lincoln, v. 31, n. 6, p. 95-100, 2009.

GONÇALVES, N. R.; CICERO, S. M.; ABUD, H. F. Seedling imaging analysis and traditional tests to assess onion seed vigor. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 3, p. 216-233, 2017.

GUL, B.; ANSARI, R.; FLOWERS, T. J.; KHAN, M. A.; Germination strategies of halophyte seeds under salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v.92, p.4-18, 2013.

HOFFMASTER, A. L.; FUJIMURA, K.; MCDONALD, M. B.; An automated system for vigor testing three-day old soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, v. 31, n. 3, p. 701-713, 2003.

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

IBGE/SIDRA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2010. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 09 abril de 2018.

IYENGAR, E.R.R.; REDDY, M.P. **Photosynthesis in highly salt olerant plants**. In: PESSARAKLI, M. (ed.) Handbook of photosynthesis. Baten Rose: Marshal Dekar, 1996. p. 897-909.

KRAMER, P. J. **Plant and Soil Water Relations Hips**. New York, Mc Grow Hill, 1969.

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

LEMONS NETO, H. S.; GUIMARÃES, M. A.; SAMPAIO, I. M. G.; MAIA, C. L.; MESQUITA, R. O.; LIMA NETO, B. P. Estresse salino na fase de crescimento inicial da alface. In: IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza.

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **RevistaAgro@mbiente On-line**, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.

LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P. **Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro**. (Ed). Instituto Nacional do Semiárido - INSA, Campina Grande, 2011. 209 p.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, 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. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAJOR, I.; SALES, J. C. **Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável**. 2012. Disponível em <<http://www.fdr.com.br/mudancasclimaticas/index.php>> acessado em 16 de maio de 2018.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015.659 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012. 20 p. (Circular Técnica, 101).

MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINEZ, P.F. The influence of environmental conditions of mild winter climate on the physiological behavior of protected crops. **Acta Horticulturae**, v.357, p.29-41, 1994.

MATIAS, J. R.; SILVA, T. C. F.; OLIVEIRA, G. M.; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de pepino cv. Caipira em condições de estresse hídrico e salino. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

MONTEIRO, M. T. M.; GOMES, V. F.; MENDES, P. F.; GUIMARÃES, F. V. A. Absorção de nutrientes por mudas de pimentão micorrizado cultivado em substrato de pó de coco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.95-101, 2009.

MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A., SILVA, L. M., LIMA, A. R., DA COSTA, R. C., ROCHA, I. M.; SILVEIRA, J. A. Acumulação de íons e metabolismo de N em cajueiro anão em meio salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n.2, p. 125-133, 2007.

MUDGAL, V.; MADAAN, N.; MUDGAL, A. Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants: A review. **Int. J. Bot.**, v.6, n.2, p. 136-143, 2010.

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

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, n.3, p.645-663, 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.

NUNES, R. L. C.; DIAS, N. S.; MOURA, K. K. C. F.; NETO, O. N. S.; COSTA, J. M. Efeitos da salinidade da solução nutritiva na produção de pimentão cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.26, n. 4, p. 48-53, 2013.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 48-56, 2009.

OLIVEIRA, B. C.; CARDOSO, M. A. A.; OLIVEIRA, C. J.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 01, p. 11-16, 2007.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. Cap.1, p.1-35.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. 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.

PRISCO, J. T. **Efeitos da Salinidade na Germinação de Sementes e no Crescimento das Plantas**. Reunião sobre salinidade em áreas irrigadas, 1ed. Fortaleza, 1978. anais...Fortaleza.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Manole, 1990.

RIBEIRO, M. R. Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed) **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal., 2010. p.11-19.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. H. (ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208, 2003.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2 ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 2, p. 9-16.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C., U.S. Salinity Laboratory, 1954. 160p.

RYLSKI, I.; ALONI, B.; KARNI, L.; ZAIDMAN, Z. Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. **Acta Horticulturae**, v.366, p.45-55, 1994.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; BIANCHET, P.; VARGAS, V. P.; PICOLI, G. J. Efeitos de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com texturas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** v. 8, n. 2, p. 187-197, 2009.

SILVA, F. J. A.; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v. 28, n. 2, p. 136-159, 2007.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; JUNIOR, M. J. S.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, p. S66-S72, 2014.

SILVA, R. D. C. B.; SANTANA, G. S.; BORGES NETO, M. R.; COELHO, F. J. S.; SOUZA M. G.; LEITE, R. L. Emergência de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) sob estresse salino irrigado por bombeamento fotovoltaico. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, n. 2, p. 80-87, 2017.

SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Utilização de análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, 2014.

SOUSA, C. H. C. 2007. **Análise da tolerância a salinidade em plantas de sorgo, feijão de corda e algodão**. Fortaleza. 73f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUZA, Y. A.; PEREIRA, A. L.; FRANCISCO, F.; SILVA, S. D.; REIS, R. C. R.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.83-92, 2010.

TAIZ, L. F.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006. 719 p.

TAN, K. H. **Principles of soil chemistry**. 2 ed. New York, 1992. 362p.

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.441–446, 2001.

TEIXEIRA, E. F.; CICERO, S. M.; NETO, D. D. Análise de imagens digitais de plântulas para avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p.159-167, 2006.

VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; PARENTE, G. B. **Controle das principais doenças do pimentão cultivado nas Regiões Serranas do Estado do Ceará**. Embrapa Agroindústria Tropical: Comunicado Técnico 132. Fortaleza: Infoteca, 2007.

SILVA, V. N.; DOTTO, L. Análise de imagens para avaliação do crescimento de plântulas de arroz. **Agrarian Academy**, Goiânia, v.4, n.7; p. 39, 2017.

VILHANUEVA, M. P.; CASTRO JUNIOR, A. A.; RODRIGUES, E. S. C.; RODRIGUES, F. A. Análise de Imagens: Método Alternativo de Mensuração do Comprimento de Plântulas para testes de vigor. Congresso Nacional de Agroinformática, 10., 2015, Ponta Grossa.