



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL E TOLERÂNCIA DE
ESPÉCIES DE PIMENTA AO ESTRESSE SALINO**

FERNANDA ANDRADE DE OLIVEIRA

**DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG**

**Pombal-PB,
2016**

FERNANDA ANDRADE DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL E TOLERÂNCIA DE
ESPÉCIES DE PIMENTA AO ESTRESSE SALINO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Câmpus de Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Lauter Silva Souto

**Coorientador: M.Sc., Doutorando em Engenharia Agrícola.
Francisco Vanies da Silva Sá**

**Pombal-PB,
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

O48m Oliveira, Fernanda Andrade de.
Desenvolvimento inicial e tolerância de espécies de pimenta ao estresse salino / Fernanda Andrade de Oliveira. – Pombal, 2016.
39 f.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Lauter Silva Souto, e Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá".

Referências.

1. *Capsicum sp* (Pimenta). 2. Água Salina. 3. Irrigação. I. Rocha, Josinaldo Lopes Araujo. II. Título.

CDU 664.52(043)

FERNANDA ANDRADE DE OLIVEIRA
DESENVOLVIMENTO INICIAL E TOLERÂNCIA DE
ESPÉCIES DE PIMENTA AO ESTRESSE SALINO

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

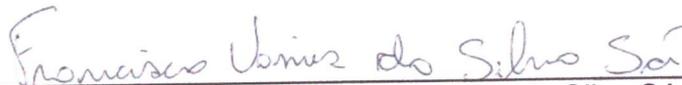
Apresentada em: 03 de Outubro de 2016

BANCA EXAMINADORA



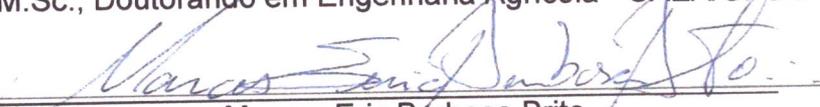
Orientador: Lauter Silva Souto

Professor D. Sc. UAGRA/CCTA/UFCG



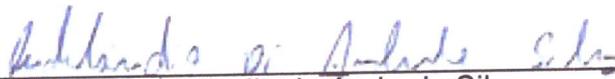
Coorientador: Francisco Vanies da Silva Sá

M.Sc., Doutorando em Engenharia Agrícola - UAEA/UFCG



Marcos Eric Barbosa Brito

Professor D. Sc. UAGRA/CCTA/UFCG



Luderlândio de Andrade Silva

Eng. Agrônomo, Mestrando em Horticultura Tropical - UAGRA/UFCG

Pombal-PB,

2016

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia, com muito amor e carinho, à minha família, pela fé e confiança demonstrada, aos meus pais Joselmi Neca de Andrade e Ildete Alves de Oliveira Andrade pelo apoio, incentivo, preocupação e por todo esforço para a realização dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, me presenteado todos os dias com muitas bênçãos, me dando todos os dias a chance de continuar na luta.

Aos meus pais Joselmi Neca de Andrade e Ildete Alves de Oliveira Andrade, aos meus irmãos Iane Andrade de Oliveira, Fernando Andrade de Oliveira, Jeime Nunes, me lembrando sempre a guerreira que sou, sem eles não teria chegado até aqui, ao meu cunhado Carlos que com todo seu conhecimento já adquirido me auxiliou na confecção deste trabalho, a todos os familiares que de alguma forma me deram apoio, incentivo, compreensão, força, amor, obrigada por sempre estarem ao meu lado quando precisei.

Ao meu orientador Lauter Silva Souto e principalmente ao meu coorientador e amigo Francisco Vanies da Silva Sá, pela paciência e incentivo para que eu evoluísse cada vez mais, para que não me acomodasse, pela dedicação para me orientar neste trabalho, muito obrigada.

Aos professores do curso de Agronomia pelo conhecimento passado nesses anos de curso, vocês foram muito importantes na minha vida acadêmica.

A todos os meus amigos, perto ou longe que me ajudaram, a família baiana que eu ganhei aqui. Em especial a Maria Kaline do Nascimento Silva minha irmã de coração que desde os primeiros dias foi parceira pra todas as horas e a Hugo José Rodrigues Arruda que passou muito desses anos ao meu lado sendo crucial para que eu continuasse firme e forte, e que me cedeu uma família paraibana. A Rômulo e Luderlândio que são um exemplo de força pra mim, que vou levar pra vida e foram companheiros até o fim, obrigada por terem amenizado a distância da minha terra natal.

A todos que mesmo não estando citados aqui, que depositaram confiança em meu potencial e contribuíram para o meu crescimento acadêmico, para a conclusão desta etapa muito importante em minha vida e feito a Fernanda que sou hoje.

"Nada é tão nosso quanto os nossos sonhos"

Nietzsche

"Eu sou maior do que era antes, estou melhor do que era ontem... As cores mudam, as mudas crescem, quando se desnudam, quando não se esquecem, daquelas dores que deixamos para traz, sem saber que aquele choro valia ouro..."

Milton Nascimento

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Percentagem de emergência, PE (A) e índice de velocidade de emergência, IVE (B) de espécies de pimenta (C1 – “Doce Comprida”; C2- “Malagueta”; C3- “De Bico”) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.....	27
Figura 2. Altura de planta, AP (A), diâmetro do caule, DC (B) e número de folhas (C) de espécies de pimenta (C1 – “Doce Comprida”; C2- “Malagueta”; C3- “De Bico”) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.....	30
Figura 3. Massa seca da parte aérea, MSPA (A), das raízes, MSR (B), total (C) e índice de tolerância a salinidade, ITS (D) de espécies de pimenta (C1 – “Doce Comprida”; C2- “Malagueta”; C3- “De Bico”) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.....	31

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Características químicas dos componentes do substrato usados no cultivo da pimenta.....	23
Tabela 2. Análise química da água de abastecimento, utilizada no preparo das soluções.	24

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Características botânicas	12
2.2 Importância econômica	13
2.3 Escassez dos recursos hídricos.....	14
2.4 Salinidade da água	15
2.5 Salinidade no solo.....	16
2.6 Efeito da salinidade sobre as planta	18
2.7 Tolerância à Salinidade.....	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Localização	21
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	21
3.3 Condução das mudas	21
3.4 Preparo da água de irrigação.....	22
3.5 Variáveis analisadas	22
3.6 Análises estatísticas.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	32

OLIVEIRA, F. A. **Desenvolvimento inicial e tolerância de espécies de pimenta ao estresse salino**. Pombal: UFCG, 2016. 39 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

A salinidade é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas, em regiões árida e semiáridas, sendo necessária a adoção de estratégias de manejo que viabilizem o cultivo nessas regiões, como a utilização de espécies tolerantes nos cultivos dessa região. Objetivou-se estudar a emergência, o crescimento inicial e a tolerância de espécies de pimenta submetida a irrigações com águas salinas. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB. Os tratamentos foram formados a partir de um esquema fatorial, 5 x 3, usando-se quatro repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 300 plantas experimentais, um delineamento experimental inteiramente casualizado, relativos a cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e três espécies de pimenta (E1 – *Capsicum annum* (“Doce Comprida”); E2- *Capsicum frutescens* (“Malagueta”); E3- *Capsicum chinense* (“De Bico”)). As plântulas de pimenta foram cultivadas em bandejas de 30 cédulas com capacidade de 0,1 dm³ de substrato, durante os primeiros 30 dias após a semeadura. Nesse período, as plantas foram monitoradas quanto à emergência, o crescimento inicial, o acúmulo de matéria seca e por meio da tolerância à salinidade. O aumento da salinidade da água de irrigação reduz a emergência, o crescimento e o acúmulo de fitomassa das plantas de pimenta. As pimentas “Doce Comprida”, “Malagueta” e “De Bico” toleram CE_a de até 1,78, 2,71 e 1,55 dS m⁻¹, respectivamente. A pimenta “Malagueta” é a mais tolerante ao estresse salino, e a “De Bico”, é a mais sensível ao estresse salino dentre as espécies estudadas.

Palavras-chave: *Capsicum sp.*, Água salina, Irrigação.

OLIVEIRA, F. A. **Initial development and tolerance of pepper species to salt stress**. Pombal: UFCG, 2016. 39 f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande. Center of Sciences and Technology Agroalimentar. Pombal, PB.

ABSTRACT

Salinity is a major cause of yield loss of crops in arid and semi-arid regions, requiring the adoption of management strategies that facilitate the cultivation in these regions, the use of crops tolerant species in this region. The objective was to study the emergence, early growth and tolerance of pepper species subjected to irrigation with saline water. The experiment was conducted in a protected environment (greenhouse) of the Center for Science and Technology Agrifood - CCTA Federal University of Campina Grande - UFCG, located in the municipality of Pombal, Paraíba, PB. The treatments were formed from a factorial 5 x 3, using four replicates and five plants per plot, totaling 300 experimental plants, a completely randomized experimental design, for five levels of irrigation water salinity (0, 6; 1.2; 1.8; 2.4 and 3.0 dS m⁻¹) and three pepper species (E1 – *Capsicum annum* (“Doce Comprida”); E2- *Capsicum frutescens* (“Malagueta”); E3- *Capsicum chinense* (“De Bico”)). The pepper plants were cultivated in trays 30 ballots capacity of 0.1 dm³ substrate during the first 30 days after sowing. During this period, the plants were monitored for the emergence, early growth, the accumulation of dry matter and through the tolerance to salinity. The increase in water salinity reduces the emergence, growth and biomass accumulation of pepper plants. The peppers Sweet Long, “Malagueta” and “De Bico” tolerate EC_w up to 1.78, 2.71 and 1.55 dS m⁻¹, respectively. The pepper “Malagueta” is the most tolerant to salt stress, and “De Bico”, is the most sensitive to salt stress among the species studied.

Keywords: *Capsicum sp.*, Saline water, Irrigation.

1 INTRODUÇÃO

A água é um bem fundamental para produção agrícola, sendo crucial para a germinação, desenvolvimento e produção das plantas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2002). No entanto, em regiões onde a disponibilidade de água de boa qualidade é pequena, como no semiárido, o desenvolvimento das culturas agrícolas é limitado, devido disponibilidade da mesma para irrigação como pela presença de sais, o que promove uma série de distúrbios fisiológicos e nutricionais sob as plantas (FLOWERS & FLOWERS, 2005; SÁ et al., 2013; TAIZ & ZEIGER, 2013; OLIVEIRA et al., 2015).

A salinidade é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas, seja no solo ou na água (FLOWERS, 2004), porém, dependem de vários outros fatores, como espécie, intensidade e os tipos de sais, estágio fenológico, manejo cultural, irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER & DAVÉNPORT, 2003). Segundo Hasegawa et al. (2000), a salinidade é um dos estresses abióticos que mais limitam a produção agrícola, os quais podem ser de natureza iônica e ou osmótica. Os efeitos osmóticos são decorrentes da redução do potencial hídrico do meio de crescimento, diminuindo, assim, a disponibilidade de água para a semente e plântula, já os efeitos iônicos resultam da elevada absorção de íons, em especial Na^+ e Cl^- , que alteram a homeostase da célula quando em altas concentrações.

Algumas culturas são sensíveis à salinidade, mesmo expostas a níveis baixos, outras produzem significativamente sob altos níveis de salinidade, isso se dá pela melhor capacidade de adaptação osmótica, que algumas plantas possuem, permitindo absorver, mesmo em meio salino, quantidade suficiente de água (AYERS & WESTCOT, 1991). De maneira geral as culturas são inicialmente tolerantes à salinidade na fase de semente, no entanto tornam-se mais sensíveis ao longo do desenvolvimento, principalmente na emergência e no estágio inicial do crescimento (RHOADES, 1990; LOPES et al., 2010).

A cultura da pimenta é proveniente de espécies pertencentes ao gênero *Capsicum*, da família solanaceae. A cultura apresenta uma importância significativamente econômica ao agronegócio brasileiro, destacando-se com vinte e sete espécies de interesse comercial distribuídas em todo o país. Podem-se destacar como principais regiões produtoras os Estados do Pará, Bahia, Minas Gerais e Goiás, onde sua exploração comercial posiciona-se como uma cultura de elevada importância socioeconômica e alimentar, dentro do cenário agrícola

brasileiro, proporcionando geração de renda através de seus altos índices de produção e emprego da mão de obra (FILGUEIRA, 2000).

No que diz respeito à cultura da pimenta, pouco se sabe a respeito da sua tolerância à salinidade, haja vista que a cultura ainda é uma cultura emergente, com isso são poucas informações e estudos sobre pimenta e suas variedades, principalmente relacionadas a tolerância à salinidade. Assim, objetivou-se estudar a emergência, o crescimento inicial e a tolerância de espécies de pimenta submetida a irrigações com águas salinas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características botânicas

Existem várias hipóteses sobre a origem do gênero *Capsicum*. A mais aceita é citada por Blat (2004), sugeriram que uma importante porção do gênero se originou em uma área na Bolívia e logo após foi migrada aos Andes e terras baixas da Amazônia. As pimenteiras do gênero *Capsicum* são nativas da América, sua origem exata é controversa: alguns pesquisadores acreditam que elas surgiram na Bacia Amazônica, outros afirmam que elas se originaram na América Central ou México (GUIDOLIN, 2005).

Entre as tantas pimentas conhecidas, as espécies mais comerciais são: *Capsicum frutescens* conhecida popularmente como (“Malagueta”, malaguetinha, malaguetão e tabasco), *Capsicum baccatum* (dedo-de-moça, chifre-de-veado, chapéu-de-frade, cambuci e sertozinho), *Capsicum chinense* (bode, de cheiro e murici), *Capsicum praetermissum* (cumari e passarinho) e *Capsicum annuum* (pimenta-doce e pimenta-verde). Esses diversos nomes científicos se tornaram em nomes populares, nomes usados pelos consumidores e até mesmo os produtores a fim de facilitar a identificação e comercialização. (GUIDOLIN, 2005; BARBIERI & STUMPF, 2009).

O nome “Malagueta” foi atribuído por conta de uma espécie africana, *Aframomum melegueta*, da família Zingiberaceae, conhecida por grão do paraíso ou “Malagueta”, era a pimenta com sabor picante que os povos escravizados trazidos para o Brasil a partir do século 16 consumiam. Ao chegarem aqui, tiveram contato com as pimentas do gênero *Capsicum* e, pela semelhança no sabor e ardência, passaram a chamá-las também de “Malagueta” (BARBIERI e STUMPF, 2009).

As características morfológicas e anatômicas dessas plantas variam de acordo com a espécie e as condições de cultivo, o seu sistema radicular é pivotante, com um número elevado de ramificações laterais, também apresentam folhas de tamanho, coloração, formato e pilosidades variáveis, as hastes podem apresentar antocianina ao longo do seu comprimento e/ou nós (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2007).

Os frutos são a parte que mais variam por variedade, todos com numerosas sementes presas a uma placenta central que contém o princípio ativo picante,

havendo pimentas alongadas e globulares. A coloração vermelha é a mais comum, em frutos maduros, mas existem de coloração amarelada, creme e alaranjada (FILGUEIRA, 2000). A pimenta-”Malagueta” (*Capsicum frutescens*), por exemplo, é um dos mais fortes condimentos picantes, é pequena, vermelha e mede até 3 cm de comprimento por até 0,5 cm de diâmetro (GRUENWALD, 2000).

Possuem como característica marcante a presença de capsaicina, que é a substância responsável pela pungência (ardência) que é a principal característica do gênero, cujo grau varia de acordo com a espécie (BARBIERI & STUMPF, 2009). O melhoramento genético ainda não é muito usado em relação a pimenta, existem poucas espécies comerciais desenvolvidas no Brasil através dos raros programas de melhoramento. Dados recentes do mercado de sementes já apresentam pequenas quantidades de sementes híbridas sendo comercializadas.

2.2 Importância econômica

A nível mundial o Brasil é o segundo maior produtor de pimenta (Ristori et. al., 2002) Já em relação a América do Sul, ocupa o primeiro lugar com uma produção de aproximadamente 45,7 milhões de toneladas, estando a frente de países como Costa Rica, Guatemala e Honduras (FAO-ONU, 2000).

No Brasil, a produção de pimenta vem crescendo muito nos últimos anos, vem se tornando um cultivo de grande importância no país, quer por suas características bastante rentáveis, principalmente quando o produtor agrega valor ao produto (conservas, geleias, por exemplo), como por sua importância social, empregando elevado número de mão-de-obra (EPAMIG, 2006), sendo grandemente explorada pela agricultura familiar, além de contribuir para a integração pequeno agricultor-agroindústria.

O mercado interno para pimentas in natura é fortemente influenciado pelos hábitos alimentares de cada região. No Nordeste brasileiro, por exemplo, predomina o consumo da “Malagueta” e a de cheiro. Na Bahia, entre janeiro de 1999 e maio de 2006, a CEASA-BA registraram uma comercialização de aproximadamente 172 toneladas de pimenta, em média, por ano, tendo o maior volume de comercialização ocorrido em 2001 (EPAMIG, 2006).

Além do mercado interno, parte da produção brasileira de pimentas é exportada em diferentes formas, como páprica, pasta, desidratada e em conservas

ornamentais (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2004). O seu cultivo é realizado por pequenos, médios e grandes produtores individuais ou integrados a agroindústrias (FURTADO et al., 2006). No mercado as pimentas podem ser divididas de acordo com o objetivo da produção, seja para consumo interno ou exportação e com a forma de apresentação do produto, in natura ou processado. Vale destacar que a maioria da produção exportada é na forma processada devido a distância, enquanto para o mercado interno as duas formas são importantes (HENZ, 2004).

2.3 Escassez dos recursos hídricos

O ciclo hidrológico é a movimentação que a água realiza entre a atmosfera, os oceanos e os continentes. Sua manutenção se dá pela energia proveniente do sol, uma vez que essa energia aumenta as demandas por evaporação da água quando líquida ou do derretimento quando em estado sólido (TUCCI, 2001). Todas as formas de circulação da água no ambiente são conhecidas como processos hidrológicos, são eles: Precipitação, interceptação, evaporação, transpiração, infiltração e escoamento superficial (BITTENCOURT, 2000). A hidrologia é uma das principais ciências que estuda os desastres naturais, estudam os mecanismos desencadeadores desses desastres, e os fenômenos hidrológicos vivenciados diariamente, evidenciando a importância da água e do convívio integrado com a natureza UNESCO (2007).

A precipitação pluvial tem sido bastante estudada em diferentes regiões do mundo, por conta de sua importância em relação ao ciclo hidrológico e a manutenção dos seres vivos no planeta, com ênfase na grande seca dos últimos anos que constitui sério problema para a sociedade humana e para os ecossistemas naturais (DINPASHOH et al., 2004).

A precipitação pluvial limitada nessas regiões (áridas e semiáridas), associada à baixa atividade bioclimática, deficiência de drenagem e a utilização de água de má qualidade, conduzem à formação de solos com alta concentração de sais (Holanda et al., 2007). As secas e a salinidade estão entre os principais estresses que afetam negativamente o crescimento e a produtividade das culturas (Youssef, 2009). Nas regiões áridas e semiáridas os solos salinos estão se tornando um grande problema, devido a uma série de fatores naturais e socioambientais (GUMA et al., 2010).

A agricultura irrigada é a atividade humana que demanda maior quantidade de água, estima-se cerca de 80% em termos mundiais das derivações de água. No Brasil, esse valor supera os 60% (GRAZIANO, 1998).

Excessiva demanda evaporativa ou limitada disponibilidade de água relacionada ao baixo potencial hídrico afetam os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas pelo déficit de água nos tecidos. Devido à deficiência hídrica, verifica-se também aumento na concentração de solutos, diminuição do volume celular e gradativa desidratação do protoplasto. (LARCHER, 2000; NOGUEIRA, 2005; TAIZ & ZEIGER, 2004).

A determinação da evapotranspiração (ET₀) tem sido usada por causa da sua maior praticidade e da menor exigência de mão-de-obra tornando-se ferramentas importantes no manejo da irrigação. Assim as informações obtidas através da determinação da evapotranspiração levam às estimativas da evapotranspiração das culturas (ARAÚJO et al., 2007).

2.4 Salinidade da água

A composição iônica da água é de suma importância em relação a sua qualidade para fins agrônômicos, principalmente para uso na irrigação. Dentre a grande variação nas classificações de água para fins de irrigação, existe um consenso de que o equilíbrio iônico e a salinidade são fatores decisivos para a avaliação de sua qualidade para fins de irrigação (MAIA et al., 2001).

Existem várias maneiras de classificar a água para irrigação, a mais utilizada é a baseada na condutividade elétrica (CE) e na razão de adsorção de sódio (RAS) proposta pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, para avaliar os riscos de salinização e sodicidade, respectivamente. Porém, outras classificações foram propostas, Maia & Rodrigues (2012), propuseram uma classificação com base nos padrões das águas por fonte, com CE menor que 0,7 dS m⁻¹.

A escassez de água potável que vem ocorrendo nos últimos anos está sendo uma das principais preocupações da humanidade, só que há tempos faz parte da realidade dos nordestinos, além das baixas pluviométricas, há ocorrência frequente de elevados níveis de salinização dos seus mananciais. A salinização das águas no Nordeste brasileiro vem se revelando como um fenômeno tão preocupante quanto a baixa precipitação. Assim, esse fenômeno vem se tornando objeto de vários estudos

que, a fim de se ter um maior entendimento às suas causas, desenvolver técnicas de medição do teor de sal nas águas e desenvolver tecnologias de recuperação e dessalinização estão sendo um dos focos (CEARÁ, 1996).

Cabral Pessoa (2000) afirma que o problema da salinização já não causa tanto espanto na atualidade, pois com o domínio das tecnologias de dessalinização, vem sendo possível tratar as águas de altas concentrações salinas para torná-las próprias para o consumo humano, mas isso está ainda distante do cotidiano da maioria necessitada. A área salinizada continua aumentando em função da utilização de sistemas de irrigação e do desmatamento e sua predisposição. (FAO, 2002).

2.5 Salinidade no solo

O processo de salinização dos solos é comum nas regiões áridas e semiáridas e dá-se pelo acúmulo predominante dos cátions Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e dos ânions Cl^- e SO_4^{2-} (Lacerda, 2005). O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas além exercerem influência sobre a dispersão das argilas do solo e aos aspectos tóxicos e osmóticos de nutrientes como o boro, o cálcio, o magnésio, o sódio, o potássio, o cloreto, o sulfato e o nitrato que são utilizados na nutrição mineral das plantas (CAVALCANTE, 2000; ALENCAR et al., 2003; FARIAS et al., 2003).

Mesmo com o uso da irrigação, a percolação de água e sais é mínima, não lixiviando totalmente os sais presentes, promovendo assim o aumento da salinidade nessas áreas ao decorrer dos anos, afetando o solo e as águas, haja vista que as águas subterrâneas nessas regiões apresentam elevados teores de sais dissolvidos (RESENDE & CORDEIRO, 2007).

A quantidade de sais adicionados ao solo via irrigação, é proporcional à quantidade de água aplicada, ou seja, a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina de irrigação aplicada, outro fator relacionado ao acúmulo de sal no solo é o processo de evapotranspiração, à medida que a água é absorvida pela planta ou perdida para a atmosfera o sal vai se acumulando na superfície do solo. Atualmente, a principal causa do aumento da salinização dos solos agrícolas tem sido as irrigações mal manejadas (Medeiros et al., 2003). Normalmente, solos afetados por sais são encontrados em zonas áridas e semiáridas, onde a

evaporação é superior à precipitação ocasionando assim, o acúmulo desses sais solúveis e o incremento do sódio trocável na superfície dos solos (BARROS et al., 2004).

A irrigação com água de qualidade inferior acelera o processo de salinização do solo, e conforme o tipo de problema que afeta os solos salinizados, eles podem ser classificados em salinos, salino-sódicos e sódicos. Os solos salinos correspondem a solos com elevado teor de sais de Na, K, Ca, Mg que se acumulam no perfil do solo (Ribeiro et al., 2003). Nestes solos a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é maior que 4 dS m^{-1} a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, com uma percentagem de sódio trocável (PST) menor que 15%, geralmente apresentam valores de pH menor que 8,5. Quase sempre são reconhecidos no campo pela presença de crostas brancas de sal em sua superfície. Em tais solos, o estabelecimento de um sistema de drenagem eficiente permite, através da lavagem, eliminar o excesso de sais na zona radicular das plantas (Richards, 1954). Neste caso o aumento da força iônica da solução do solo pelo excesso de sais diminui a energia livre da água, dificultando sua absorção pelas plantas.

Os solos salino-sódicos são aqueles que apresentam elevados teores de sais solúveis associados a elevados teores de sódio trocável. Esses solos apresentam CEes maior que $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, PST superior a 15% e pH em geral, maior que 8,5. Nestes solos a simples lavagem não é suficiente para sua recuperação. Nesta condição, o excesso de sódio aliado ao seu elevado raio hidratado, promove dispersão de argilas, as quais são aluviadas no perfil do solo, entupindo os poros e promovendo a formação de camadas adensadas ou impermeáveis. Em geral, sua recuperação requer o uso de corretivos para a remoção do sódio trocável, melhorar a estruturação do solo antes de ser procedida a aplicação de uma lâmina de lixiviação (GUPTA & SOI, 1992; SANTOS & MURAOKA, 1997).

O solos sódicos são aqueles cuja PST é maior que 15%, com CEes menor que $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e valores de pH que variam de 8,5 a 10,0. Neste solo, a fração argila e a matéria orgânica em geral encontram-se dispersa, o que causa um escurecimento característico na superfície do mesmo. A infiltração e a percolação da água nestes solos são extremamente afetadas, causando dificuldade na sua reabilitação/recuperação. Assim como nos solos salino-sódicos, o uso de corretivos químicos antes da aplicação de uma lâmina de lixiviação é de fundamental importância para sua recuperação.

As propriedades físicas dos solos são muito influenciadas pelos tipos de cátions trocáveis presentes neles, enquanto a acumulação de sais solúveis torna o solo floculado, friável e bem permeável, o aumento do sódio trocável poderá torná-lo adensado, compacto em condições secas, disperso e pegajoso em condições molhadas (Gheyi et al., 1991; Dias & Blanco, 2010). O teor excessivo de Na⁺ no solo causa dispersão das argilas, interferindo nas propriedades físicas do solo, tais como: estrutura, porosidade e condutividade hidráulica. Graças à substituição do Na⁺ trocável por Ca²⁺, a adição de sulfato de cálcio contribui para a melhoria dessas propriedades (SANTOS & HERNANDEZ, 1997; QADIR et al., 1998; FREIRE, 2001)

No semiárido nordestino atualmente há grandes áreas com solos salinizados, devido não somente à natureza física e química dos solos, mas também ao déficit hídrico e à elevada taxa de evaporação, com maior incidência desses problemas nas terras com cultivo intensivo e irrigação intensiva (Silva et al., 2011). A sodicidade ou alcalinidade está mais relacionada com a ação dos sais aos solos como alteração da estrutura, diminuição da infiltração de água no solo, da condutividade hidráulica e aeração, além de concentrar no solo, sódio trocável, carbonato e bicarbonato (CAVALCANTE, 2000).

2.6 Efeito da salinidade sobre as planta

Os sais quando em excesso, prejudicam o crescimento das plantas, em virtude dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo. Além disso, restringem a absorção de nutrientes pelas plantas, interferindo no desenvolvimento das mesmas podendo, assim, reduzir a produção agrícola a níveis não econômicos (FREIRE et al., 2003).

O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas (DIAS et al., 2005b; SOARES et al., 2007), podendo apresentar também problemas, como desequilíbrio nutricional e de toxicidade de íons específicos sobre a fisiologia vegetal, a ponto de afetar os rendimentos e a qualidade de sua produção (FERREIRA NETO et al., 2007).

A salinidade afeta as culturas de duas maneiras: pelo aumento do potencial osmótico do solo, ou seja, quanto mais salino for um solo, maior será a energia gasta pela planta para absorver água e os demais elementos contidos nela vitais; e

pela toxidez de determinados elementos, como sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que em concentração elevada causam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA et al., 2002).

Há também um agravante, o desequilíbrio nutricional em virtude da significativa alteração nos processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta, por exemplo, o excesso de Na inibe a absorção de nutrientes, como o K^+ e Ca^{2+} (MUNNS & TERMAAT, 1986; RIBEIRO et al., 2003; VIANA et al., 2004; FARIAS et al., 2009; SILVA et al., 2009).

A fitorremediação é uma estratégia eficaz para solos salino-sódicos, para o sucesso da fitoextração de sais no solo, as plantas devem ser tolerante a excesso de sais e a elevada produção de biomassa nesta condição. Além disso, deve acumular altos níveis de sais na parte aérea, para que possa ser possível a remoção de sais com a colheita das plantas (ZHU, 2002; QADIR et al., 2007). No entanto, a maioria das plantas existentes são sensíveis à salinidade, ou estão mais adaptadas a ambientes não salinos, elas são denominadas de glicófitas, essas plantas apresentam algum tipo de comprometimento de alguma fase do seu ciclo quando a concentração de NaCl supera uma condutividade elétrica no extrato de saturação do solo de aproximadamente $4,0 \text{ d Sm}^{-1}$ (RIBEIRO et al., 2007; MUNNS & TESTER, 2008).

2.7 Tolerância à salinidade

O uso de espécies ou espécies adaptadas às condições de solos salinizados pode ser uma estratégia promissora para melhorar a produção de alimentos. Nesse sentido, pesquisas com estratégias voltadas a modificação das condições de cultivo e melhor manejo do ambiente em que as plantas são cultivadas e aumento da tolerância das culturas à salinidade através da seleção e melhoramento genético estão sendo executadas (LACERDA et al., 2003).

A necessidade do uso de espécies adaptadas à salinidade é notável, entretanto, a tolerância à salinidade é variável entre espécies e indivíduos de uma mesma espécie, portanto fazem-se necessários estudos a respeito de espécies e genótipos com potencial de tolerância ao estresse salino (SÁ et al., 2013; BRITO et al., 2014).

As plantas adaptadas a ambientes salinos são denominadas de halófitas, podendo sobreviver em ambientes onde a concentração de NaCl é superior a 200 mM (20 dS m⁻¹), e representam aproximadamente 1,0% de toda flora (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 (LARCHER, 2000; YOKOI et al., 2002; WILLADINO & CAMARA, 2010).

A redução da taxa de crescimento das plantas sob estresse salino ocorre de forma mais acentuada nos tecidos jovens, afetando os mecanismos de divisão e expansão celular nos pontos de crescimento da planta (SANTOS 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, sob coordenadas geográficas de 6°47'20" de latitude S e 37°48'01" de longitude W, a uma altitude de 194 m, no período de agosto a setembro de 2014.

3.2 Delineamento estatístico e tratamentos

Foram estudadas três espécies de pimenta de maior importância comercial no semiárido nordestino, sendo elas (E1 – *Capsicum annum* (“Doce Comprida”); E2- *Capsicum frutescens* (“Malagueta”); E3- *Capsicum chinense* (“De Bico”)) e cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,6 (controle); 1,2; 1,8, 2,4 e 3,0 dS m⁻¹), níveis esses comuns em águas utilizadas para irrigação no Nordeste brasileiro (Medeiros et al., 2003). Arranjados em esquema fatorial, 5 x 3, em um delineamento experimental de blocos casualizado, com quatro repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 300 plantas experimentais.

3.3 Condução das mudas

As plantas de pimenta foram cultivadas em bandejas de 30 cédulas com capacidade de 0,1 dm³ de substrato, até os 30 dias após a semeadura (DAS). O substrato para a produção de mudas foi composto por solo (Neossolo Fluvico) (EMBRAPA, 2013) e substrato comercial na proporção 1:1, respectivamente (Tabela 1). Para o semeio foram distribuídas cinco cédulas por tratamento, de modo que cada cédula recebesse duas sementes, totalizando 10 sementes por tratamento, após a total emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cédula, a mais vigorosa. As sementes de ambas as espécies foram adquiridas em casa comercial, apresentando 99% de pureza e 95% de germinação.

Tabela 1. Características químicas dos componentes do substrato usados no cultivo da pimenta.

	CE dS m ⁻¹	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	T	MO g kg ⁻³
	-----cmol _c dm ⁻³ -----											
A	0,09	8,07	3,00	0,32	6,40	3,20	0,18	0,00	0,00	10,49	10,49	16,0
B	1,65	5,75	86,00	1,67	11,60	28,50	17,84	0,00	11,88	59,61	71,49	570,0

SB=soma de bases; CE= condutividade elétrica; T = capacidade de troca de cátions total; M.O= matéria orgânica; A= Solo; B= substrato comercial.

3.4 Preparo da água de irrigação

No preparo das águas de irrigação com os vários níveis de salinidade, foi considerada a relação equivalente entre CE_a e concentração de sais (10*meq L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CE_a) extraída de Rhoades et al. (1992), válida para CE_a de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ em que se enquadram os níveis testados. Foi utilizada água de abastecimento existente no local (CE_a= 0,3 dS m⁻¹) acrescida de sais de NaCl conforme necessário (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química da água de abastecimento, utilizada no preparo das soluções.

Água	CE _a dSm ⁻¹	pH	K	Ca	Mg	Na	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS ¹ (mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}
(mmol _c L ⁻¹).....										
	0,3	7,0	0,3	0,2	0,6	1,4	0,2	0,0	0,8	1,3	2,21

1. RAS= Razão de absorção de sódio.

Para o preparo das águas, com as devidas condutividades elétricas (CE), os sais foram pesados conforme tratamento, adicionando-se águas, até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutímetro portátil ajustada à temperatura de 25°C. Após preparadas, as águas salinizadas foram armazenadas em recipientes plásticos de 30 L, um para cada nível de CE_a estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

As irrigações foram realizadas diariamente, de modo a deixar o solo com umidade próxima à máxima capacidade de retenção, com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20%. O volume aplicado (V_a) por recipiente foi obtido pela diferença entre o volume anterior (V_{ant}) aplicada menos a média de drenagem (d), dividido pelo número de recipientes (n), como indicado na equação 1:

$$V_a = \frac{V_{ant} - D}{n(1 - FL)} \quad \text{Eq. 1}$$

3.5 Variáveis analisadas

Durante a condução do experimento a emergência das plantas de pimenta foi monitorada por meio de contagens do número de plântulas emergidas, ou seja, com os cotilédones acima do nível do solo, foram realizadas diariamente, sem que estas fossem descartadas, obtendo-se, portanto, um valor cumulativo. Dessa maneira, o número de plântulas emergidas referentes a cada contagem foi obtido subtraindo-se do valor lido com o valor referente à leitura do dia anterior. Dessa forma, com o número de plântulas emergidas referentes a cada leitura, foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE), empregando a equação 2 (eq. 2) descrita por Schuab et al. (2006).

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da semeadura a cada contagem.

Após a estabilização da emergência, foi determinada a percentagem de emergência (PE) (%), obtida pela relação entre o número de plantas emergidas e o número de sementes plantadas.

Para a monitoração dos aspectos morfológicos da cultura, foi realizada análise de crescimento das plântulas aos 20 DAS, foi feita com a determinação da altura de planta (AP) (cm), medida com uso de uma régua graduada pela distância entre o solo e o ápice da planta, do diâmetro do caule (DC), medido com paquímetro digital, a um centímetro da superfície do solo e pela contagem do número de folhas (NF), a partir da contagem das folhas maduras.

Ao fim da análise de crescimento, as plantas foram coletadas, separando-se a parte aérea das raízes e acondicionadas em estufa de circulação de ar à 65°C, para secagem do material que, após atingir massa constante, foram pesados em balança analítica determinando-se, com isso, a massa seca da parte aérea (MSPA) (g), e da raiz (MSR) (g). De posse desses dados, foi determinada a massa seca total (MST) por meio do somatório da MSPA e da MSR.

Com os dados de produção de matéria seca total, foram calculadas as percentagens particionadas entre os órgãos vegetativos e o índice de tolerância à salinidade, comparando-se os dados dos tratamentos salinos com os do controle (CEa = 0,6 dS.m⁻¹), de acordo com a metodologia de Fageria et al. (2010), baseada

em quatro níveis de classificação: T (tolerante; 0-20%), MT (moderadamente tolerante; 21-40%), MS (moderadamente sensível; 41-60%) e S (Sensível; > 60%), assim como disposto na Eq. 3:

$$IT(\%) = \frac{\text{Produção de MST no tratamento salino}}{\text{Produção de MST no tratamento controle}} \times 100 \quad \text{Eq.3}$$

Nos cálculos desses índices utilizaram-se a produção de matéria seca total dos genótipos como parâmetro principal para determinação da tolerância dos materiais ao estresse salino.

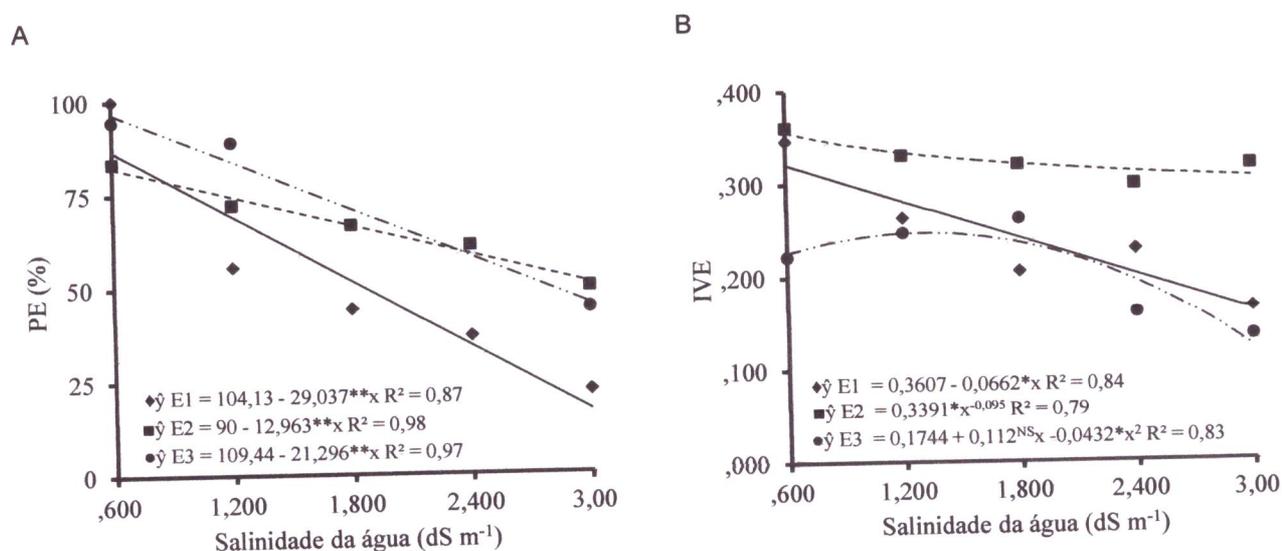
3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste 'F', e nos casos de significância foram realizadas análises de regressão para o fator níveis de salinidade da água de irrigação e teste de média Tukey para o fator espécies, ambos ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito significativo de, $p < 0,01$, da interação entre as espécies de pimenta e os níveis de salinidade da água de irrigação em todas as variáveis estudadas (Figuras 1, 2, e 3).

A percentual de emergência (PE) das plântulas de pimenta independente da espécie estudada foi reduzida linearmente, à medida que houve aumento da salinidade da água de irrigação. A pimenta “Malagueta” obteve as menores reduções unitárias (12,96%) em resposta ao aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Todavia, as pimentas “Doce Comprida” e “De Bico” apresentaram reduções unitárias na ordem de 29,03 e 21,29% em função de cada aumento unitário da salinidade da água de irrigação, denotando maior sensibilidade dessas espécies em relação a pimenta “Malagueta” na fase de emergência (Figura 1A).



** e * = significativo a 1e 5% ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) de probabilidade; ^{NS} = não significativo. *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*.

Figura 1. Percentagem de emergência, PE (A) e índice de velocidade de emergência, IVE (B) de espécies de pimenta (E1 – “Doce Comprida”; E2- “Malagueta”; E3- “De Bico”) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Assim como observado para a PE, a pimenta “Malagueta” sofreu as menores reduções no índice de velocidade de emergência em relação às demais espécies (Figura 1B). O IVE da pimenta “Doce Comprida” reduziu linearmente com aumento

da salinidade da água, com redução de 48,5% quando irrigada com maior nível de salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) em relação ao menor nível de salinidade estudado ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$), denotado drásticas reduções no vigor das sementes desta espécie sob condições de estresse salino.

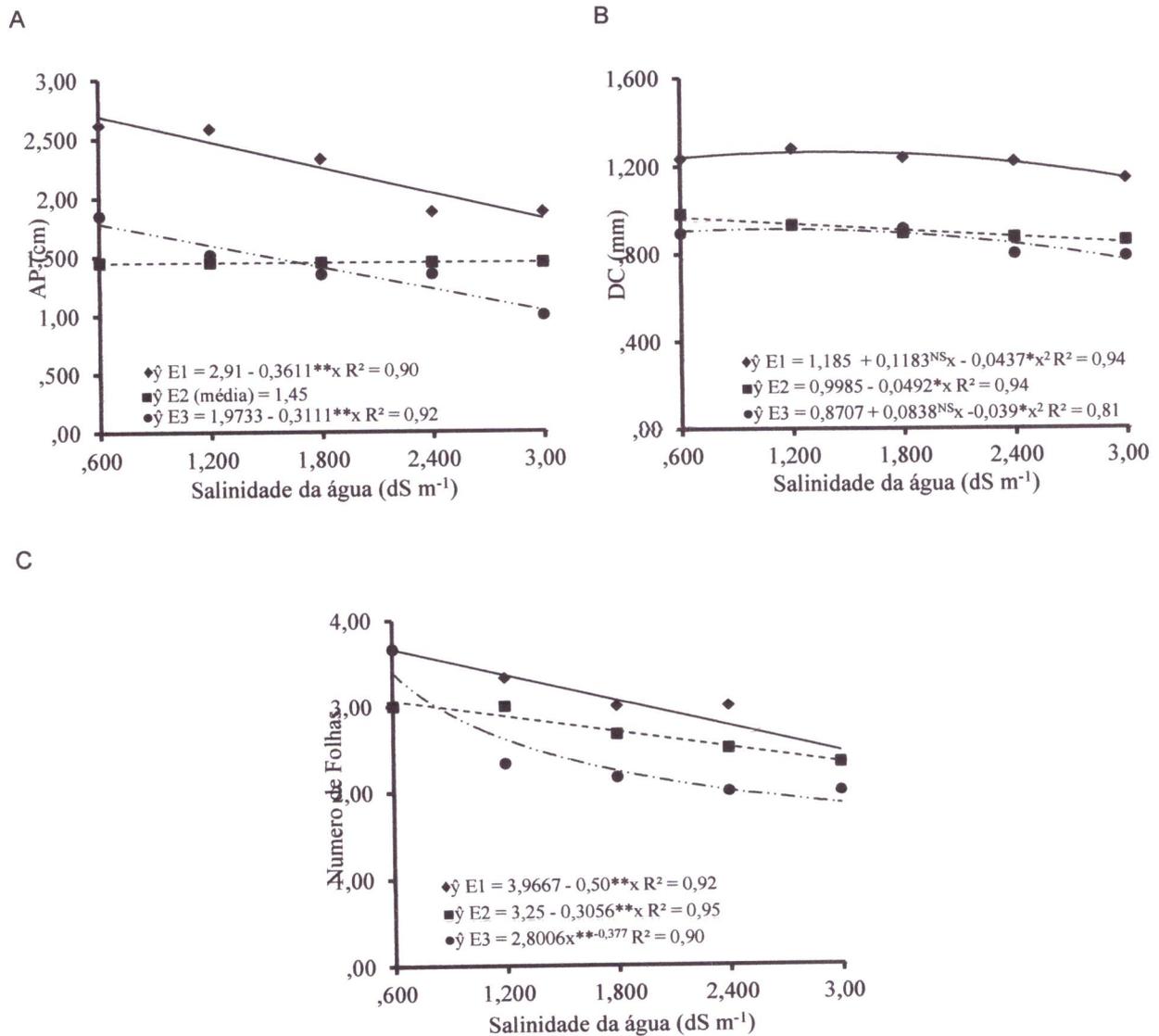
O IVE da pimenta “De Bico” comportou-se de maneira quadrático em função do aumento da salinidade da água de irrigação, obtendo o maior IVE quando irrigada com água de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, tais resultados indicam que a semente da pimenta “De Bico” se mantiveram vigorosas com aumento inicial da CEa de irrigação, com isso, é possível que com a percepção do estresse salino, as semente intensificaram a sua atividade metabólica em busca de escapar da condição de estressante, promovendo uma emergência mais rápida garantindo sua sobrevivência. No entanto com aumento das concentrações de sais na água de irrigação, o estresse salino afetou diretamente o vigor das sementes.

Com os resultados de emergência denota-se que o estresse salino afetou o potencial fisiológico das sementes e plântulas emergidas em alta salinidade, ocasionando redução do vigor e, possivelmente, morte das mesmas ainda na fase de germinação, provavelmente pela redução do potencial osmótico ocasionado pelo aumento dos teores de NaCl no substrato, além da toxicidade ocasionado por esses íons, diminuindo a viabilidade das sementes e a emergência das plântulas (Munns & Tester, 2008; Voigt et al., 2009; Dantas et al., 2011; Taiz & Zeiger, 2013). Todavia, a espécie “Malagueta” foi a menos afetada pelo estresse salino na fase de emergência (Figuras 1A e B).

Observou-se reduções lineares no crescimento em altura das pimentas “Doce Comprida” e “De Bico” em função do aumento da salinidade da água de irrigação, na ordem de 0,36 e 0,31 cm, para cada aumento unitário CEa. Para a pimenta “Malagueta”, não foi observado ajuste significava, observando um crescimento médio das plântulas de 1,45 cm (Figura 2A).

O diâmetro do caule das espécies de pimenta foi afetado pelo aumento da salinidade da água de irrigação, sendo verificadas reduções lineares para a pimenta “Malagueta”, na ordem de 0,05 mm para cada aumento unitário da salinidade da água (Figura 2B). O diâmetro do caule das pimentas “Doce Comprida” e “De Bico” comportou-se de maneira quadrática ao aumento da salinidade da água de irrigação, obtendo o maior crescimento em diâmetro nos níveis de 1,35 e $1,07 \text{ dS m}^{-1}$,

respectivamente, com posterior decréscimo de crescimento até o nível de 1,35 dS m⁻¹ (Figura 2B)



** e * = significativo a 1e 5% (p < 0,01 e p < 0,05) de probabilidade; ^{NS} = não significativo. *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*.

Figura 2. Altura de planta, AP (A), diâmetro do caule, DC (B) e número de folhas (C) de espécies de pimenta (E1 – “Doce Comprida”; E2- “Malagueta”; E3- “De Bico”) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

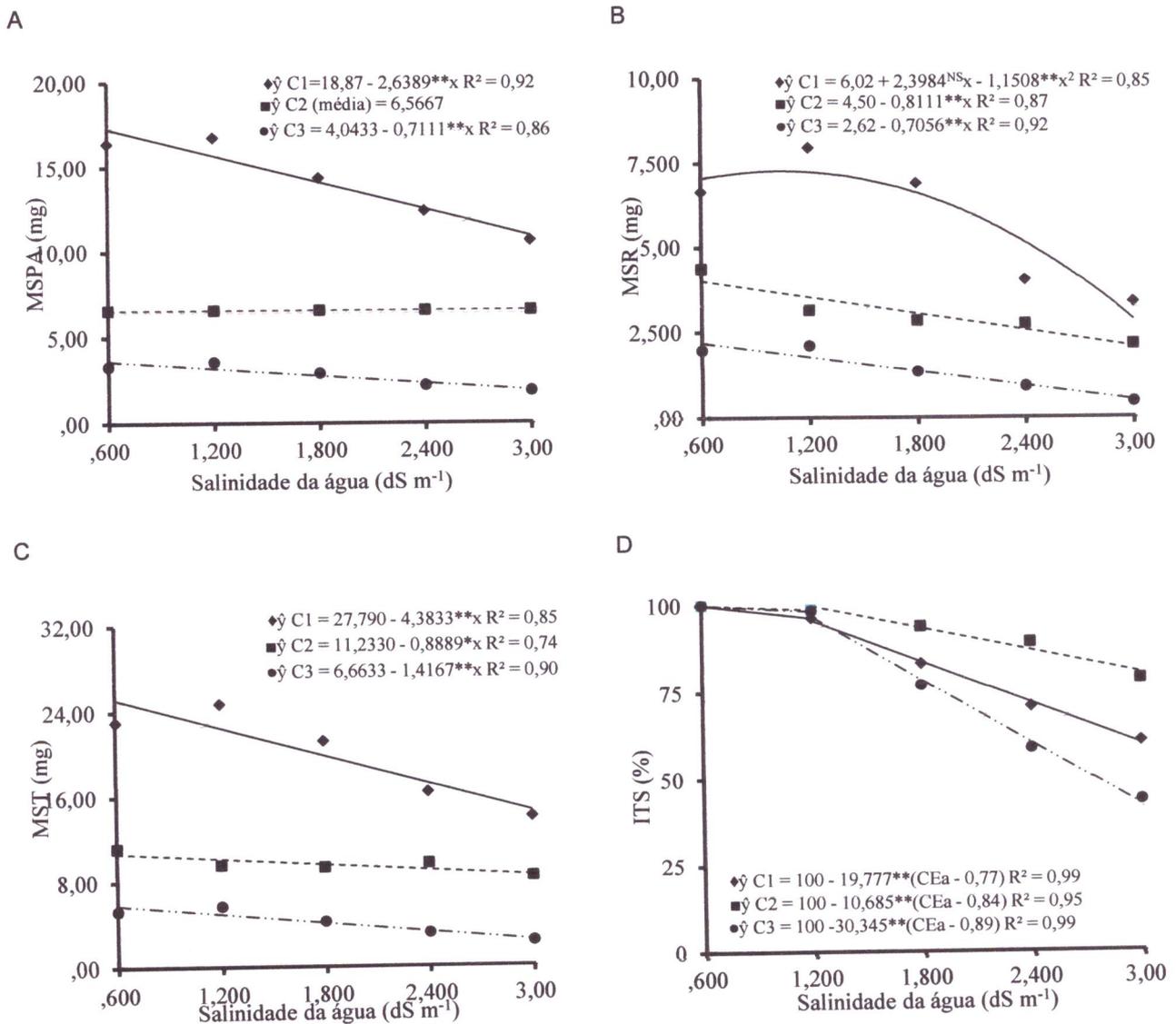
O aumento da salinidade da água de irrigação reduziu a emissão de folhas das plantas de pimenta, verificando reduções de 32,7, 24,1 e 45,4% quando comparado o maior (3,0 dS m⁻¹) e o menor (0,6 dS m⁻¹) nível de salinidade estudado,

para as espécies “Doce Comprida”, “Malagueta” e “De Bico”, respectivamente (Figura 2C).

Os resultados apontam a espécie “Malagueta” como a menos influenciada pelos efeitos deletérios da salinidade, por apresentar as menores reduções no crescimento em relação as demais espécies. Os resultados observados para o crescimento das plantas de pimenta corroboram com os observados por Sales et al. (2015), Oliveira et al. (2015a) e Albuquerque et al., (2016), avaliando a emergência e o crescimento inicial de plântulas de coentro, beterraba e pepino, respectivamente, sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Os autores destacam que o aumento excessivo da salinidade do substrato em função da irrigação com água salina afeta, diretamente, as respostas fisiológicas das sementes, além de ocasionar distúrbio hormonal nas plantas jovens, promovendo, assim, reduções na emergência e no crescimento inicial das plantas.

O aumento da salinidade da água influenciou significativamente o acúmulo de fitomassa da parte aérea, da raiz e conseqüentemente a total das plantas de pimenta (Figuras 3A, B e C). A espécie “Doce Comprida” apresentou o maior acúmulo de fitomassa da parte aérea, da raiz e total, todavia foi à espécie mais afetada com aumento da salinidade da água de irrigação, reduzindo em 36,7, 59,3 e 41,8% a MSPA, MSR e MST quando comparado o acúmulo de fitomassa do maior ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e do menor ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) nível de salinidade da água de irrigação (Figuras 3A, B e C).

O acúmulo de fitomassa da espécie “De Bico” também foi drasticamente reduzindo em função do aumento da salinidade da água de irrigação, sendo constatando reduções de 47,2, 77,3 e 58,5% quando comparado o acúmulo de fitomassa do maior ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e do menor ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) nível de salinidade da água de irrigação (Figuras 3A, B e C). Entretanto a espécie “Malagueta” não foi observado influência dos níveis de salinidade no acúmulo de fitomassa da parte aérea, porém, houve redução de 48,4 e 19,9% no acúmulo de massa seca da raiz e total quando comparado o acúmulo de fitomassa do maior ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e do menor ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) nível de salinidade da água de irrigação (Figuras 3A, B e C).



** e * = significativo a 1 e 5% ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) de probabilidade, ^{NS} = não significativo. *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*.

Figura 3. Massa seca da parte aérea, MSPA (A), das raízes, MSR (B), total (C) e índice de tolerância a salinidade, ITS (D) de espécies de pimenta (E1 – “Doce Comprida”; E2- “Malagueta”; E3- “De Bico”) sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

A redução do acúmulo de fitomassa está relacionada aos efeitos deletérios ocasionados pelo estresse salino, haja vista que as altas concentrações de sais de sódio interagem, negativamente, sobre os aspectos fisiológicos da planta, promovendo alterações iônicas, osmóticas, hormonais e nutricionais, que podem ser deletérias às plantas, ou ocasionam reduções no crescimento e, conseqüentemente,

no acúmulo de fitomassa das plantas (FLOWERS & FLOWERS, 2005; MUNNS & TESTER, 2008; ESTEVES & SUZUKI, 2008; TAIZ & ZEIGER, 2013). A redução do acúmulo de fitomassa em função do aumento da salinidade da água de irrigação também foi observada em outras hortaliças como: o coentro por Rebolças et al., (2013), alface (OLIVEIRA et al., 2011); brócolis (MACIEL et al., 2012); aboboras (OLIVEIRA et al., 2014); beterraba (OLIVEIRA et al., 2015a); repolho (OLIVEIRA et al., 2015b); meloeiro (ARAÚJO et al., 2016) e no pepino (ALBUQUERQUE et al., 2016).

Quanto ao índice de tolerância à salinidade (ITS), observa-se que as espécies de pimenta começaram a diminuir o rendimento relativo a partir da salinidade de $0,77 \text{ dS m}^{-1}$. Tendo como fundamento a classificação de Fageria et al. (2010), onde as plantas classificadas como tolerantes sofrem reduções no rendimento inferiores 20%, pode-se estimar que as pimentas “Doce Comprida”, “Malagueta” e “De Bico” toleram CE_a de até 1,78, 2,71 e 1,55 dS m^{-1} , respectivamente. Destacando-se a pimenta “Malagueta” como a mais tolerante (Figura 3D).

5 CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água de irrigação reduz a emergência, o crescimento e o acúmulo de fitomassa das plantas de pimenta.

As pimentas “Doce Comprida”, “Malagueta” e “De Bico” toleram CE_a de até 1,78, 2,71 e 1,55 $dS\ m^{-1}$, respectivamente.

A pimenta “Malagueta” é a mais tolerante ao estresse salino, e a “De Bico”, é a mais sensível ao estresse salino dentre as espécies estudadas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. R. T., et al. Crescimento inicial e tolerância de espécies de pepino sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, p. 486-495, 2016.
- ALENCAR, R. D., et al. Crescimento de espécies de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 221-226, 2003.
- ARAUJO, E. B. G., et al. Crescimento inicial e tolerância de espécies de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, p. 462-471, 2016.
- ARAÚJO, W. F.; COSTA, S. A. A.; SANTOS, A. E. dos. Comparação entre métodos de estimativa da Evapotranspiração de referência (ET_o) para Boa Vista-RR. **Revista Caatinga**, v. 20, p. 84-88, 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Tradução: GHEVI, HR; MEDEIROS, JF; DAMASCENO, SAV. A qualidade da água na agricultura. 1991.
- BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. **Pimentas – muitos tipos, muitas opções**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/pimentas/index.htm. Acesso em: 6/6/2016.
- BARROS, M. F. C., et al. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, p. 59-64, 2004.
- BATISTA, M. J., et al. Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos. 2.ed., **revista e ampliada: CODEVASF**, p. 216, 2002.
- BITTENCOURT, M. V. L. Influência da tecnologia e de fatores macroeconômicos sobre a agricultura. **Texto para discussão**, v. 10, 2000.
- BLAT, S. F. **Herança da reação de Capsicum spp ao oídio (*Leveillula taurica* (Lev) Arn.)**. 153p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba – SP. 2004.
- BRITO, M. E. B., et al. “Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros.” **Revista Caatinga**, v. 27, p. 17-27, 2014.
- CARVALHO, N. M. e NAKAGAWA, J. **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 2.ed., Fundação Cargill, 565p., 2000.

- CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados. Areia-PB:** Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, p. 71. 2000.
- DANTAS, C. V. S., et al. Influência da salinidade e deficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 574-582, 2011.
- DIAS, N. da S. et al. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se e ando-se extratores de solução do solo es de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 496-504, 2005.
- DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, INCTSal**, v. 1, p. 129-141, 2010.
- DINPASHOH, Y., et al. Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods. **Journal of Hydrology**, v. 297, p. 109-123, 2004.
- COSTA C. S. R. da; Henz G. P. Sistemas de Produção, **Pimentas (Capsicum spp.)**, Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. Disponível em https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/autores.html. Acesso em 08 ago. 2016.
- ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, p. 662-679, 2008.
- FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de espécies tolerantes à salinidade. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, cap 13, p. 205-216, 2010.
- FARIAS, S. G. G. de et al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura – Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2ª edição, p. 402, 2000.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p. 307-319. 2004.
- FLOWERS, T. J.; COLMER, T. D. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, v. 179, p. 945-963, 2008.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders?. **Agricultural water management**, v. 78, p. 15-24, 2005.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO
Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África (CCD) 2002.
Disponível em <http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=sp>. Acesso em 11 de ago. de 2016.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO.
2000 Disponível em <http://www.fao.org/> acesso em 19 ago. 2016.
- FREIRE, M. B. G. dos S. et al. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2003.
- FREIRE, M. B. G. dos S. **Saturação por sódio e qualidade da água de irrigação na degradação de propriedades físicas de solos no Estado de Pernambuco. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 66 p.** Tese de Doutorado, 2001.
- FURTADO, A. A. L.; DUTRA, A. S.; DELIZA, R. Processamento de “Pimenta Dedo-de-Moça” (*Capsicum baccatum* Var, *pendulum*) em conserva. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. ISSN 0103-5231 Dezembro, 2006.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos e sódicos. Curso de Especialização em Irrigação e Drenagem. Mossoró: ESAM, 1991. 56p. Apostila.
- GRAZIANO, F. Agricultura: a produção de água limpa. **Agroanalysis**, v. 18, p. 60-63, 1998.
- GRUENWALD, J.; BRENDLER, T e JAENICKKE, C. (eds), Physician Desk References (PDR) for herbal medicines, Med. Econ. Co., New Jersey, p. 858, 2000.

- GUIDOLIN, F. R. Resposta técnica. <http://sbirt. ibict. br/upload/sbirt214. pdf.>>
Acesso em 11 de agosto de 2016, v. 19, 2005.
- GUMA, I. R. et al. Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L.(Chenopodiaceae) from Canary Islands. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 708-711, 2010.
- GUPTA, J. P.; SOI, A. T. R. Effect of gypsum application on physicochemical characteristics of sodic soil and crop yield of rice (*oryza-sativa*) and wheat (*triticum-aestivum*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 37, p. 812-814, 1992.
- HASEGAWA, P. M. et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual review of plant biology**, v. 51, p. 463-499, 2000.
- HENZ, G. P. Perspectivas e potencialidades do mercado de pimentas. **Anais do I Encontro Nacional de Agronegócio de Pimentas. Brasília: Embrapa Hortaliças**, p. 1-8, 2004.
- HOLANDA, A. C. et al. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, p. 39-50, 2007.
- LACERDA, C. F. de et al. Interação salinidade x nutrição mineral. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRPE**, p. 127-137, 2005.
- LACERDA, C. F. et al. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 107-120, 2003.
- LARCHER, W. Relações hídricas. In: LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. (Trad.) São Carlos: Rima, p. 231-294, 2000.
- LOPES, A. P. et al. Efeito do condicionamento osmótico e estresse salino na qualidade fisiológica de sementes de pimenta. **Horticultura Brasileira 28: S4331-S4336**, 2010.
- MACIEL, K. S.; LOPES, J. C.; MAURI, J. Germinação de sementes e vigor de plântulas de brócolos submetida ao estresse salino com NaCl. **Nucleus**, v. 9, p. 221-228, 2012.
- MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C de; OLIVEIRA, M. Classificação da composição iônica da água de irrigação usando regressão linear múltipla. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 55-59, 2001.

- MAIA, C. E.; RODRIGUES, K. K. R. da P. Proposal for an index to classify irrigation water quality: a case study in northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 823-830, 2012.
- MEDEIROS, J. F. et al. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 469-472, 2003.
- MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Functional Plant Biology**, v. 13, p. 143-160, 1986.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651– 681, 2008.
- NETO, M. F. et al. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1675-1681, 2007.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Aspectos ecofisiológicos da tolerância à seca em plantas da caatinga. Nogueira, RJMC; Araújo, EL; Willadino, LG; Cavalcante, UMT **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p. 22-31, 2005.
- OLIVEIRA, A. C. S. et al. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **InterSciencePlace**, v. 1, 2015.
- OLIVEIRA, F. A., et al. Desempenho de espécies de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p. 771–777, 2011.
- OLIVEIRA, F. A., et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de repolho cv. Chato de Quintal sob estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, p. 273-279, 2015b.
- OLIVEIRA, F. A., et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 11, p. 1-6, 2015a.
- OLIVEIRA, F.A., et al. Desenvolvimento inicial de espécies de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino. **Agro@ambiente On-line**, v. 8, p. 222-229, 2014.
- PESSOA, J.C.C. **Análise do desempenho e do impacto ambiental dos dessalinizadores por osmose reversa**. 2000. 94p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- QADIR, M. et al. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. **Advances in Agronomy**, v. 96, p. 197-247, 2007.

- QADIR, M. et al. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. **Advances in Agronomy**, v. 96, p. 19, 1998.
- RESENDE, G. M.; CORDEIRO, G. G. Uso da água salina e condicionador de solo na produtividade de beterraba e cenoura no semi-árido do Submédio São Francisco. **Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico**, 2007.
- RHOADES, J. D. Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v. 21, p. 1887-1926, 1990.
- RHOADES, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, Q. M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO (Irrigation and Drainage Paper, 48), p. 133, 1992.
- RIBEIRO, J. S. et al. Estresse abiótico em Regiões Semi-Áridas: Respostas Metabólicas das Plantas. **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos, Recife: Comunigraf.** 361p, 2007.
- RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. de A. Solos Halomórficos do Brasil: Ocorrência, Gênese, Classificação, Uso e Manejo Sustentável. In: CURTI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ, V.H. **Tópicos em Ciência do Solo. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo.** v. 3, p. 165-208, 2003.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. **Soil Science**, v. 78, p. 154, 1954.
- RISTORI, C. A.; PEREIRA, M. A. dos S.; GELLI, D. S. O. Efeito da pimenta do reino frente a contaminação in vitro com *Salmonella* Rubslaw. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, p. 131-133, 2002.
- RUFINO, J. L. dos S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 27, p. 7-15 nov./dez. 2006.
- SÁ, F. V. S., et al. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1047-1054, 2013.
- SALES, M. A. L., et al. Germinação e crescimento inicial do coentro em substrato irrigado com água salina. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, p. 221-227, 2015.
- SANTOS, H. G. dos et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2006.

- SANTOS, R. V. dos et al. Interações salinidade e fertilidade do solo. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, p. 289-317, 1997.
- SANTOS, R. V. dos et al. Recuperação dos solos afetados por sais. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Campina Grande: SBEA, p. 383, 1997.
- Schuab, S. R. P., et al. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, p. 553-561, 2008.
- SILVA, E. N., et al. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-manso sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 240-246, 2009.
- SILVA, J. L. A., et al. Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, p. 26-31, 2011.
- SOARES, T. M. et al. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, v. 12, p. 235-248, 2007.
- SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Assimilação de Nutrientes. **Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p. 918, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, p. 613-643. 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5.ed. 918p. 2013.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of botany**, v. 91, p. 503-527, 2003.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: Ed Universidade/ UFRGS, ABRH. p 943. 2001.
- UNESCO About natural disasters. Paris: UNESCO. Disponível em <http://www.unesco.org/science/disaster/about_disaster.shtml#prevention>. Acesso em: 01 julho 2016.
- VOIGT, E. L., et al. Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v. 166, p. 80-89, 2009.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, p. 1-23, 2010.

- YOKOI, S.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. Salt stress tolerance of plants. **JIRCAS working report**, v. 23, p. 25-33, 2002.
- YOUSSEF, A. M., et al. Salt tolerance mechanisms in some halophytes from Saudi Arabia and Egypt. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 5, p. 191-206, 2009.
- ZHU, Jian-Kang. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual review of plant biology**, v. 53, p. 247, 2002.