

**Scientific Electronic Archives**

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 12 (3)

June 2019

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=715&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



## Estresse salino no crescimento e desenvolvimento inicial de espécies vegetais

### Saline stress in growth and initial development of vegetable species

H. M. Oliveira<sup>1</sup>, J. L. S. Oliveira<sup>1,2</sup>, E. Silva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba

**Author for correspondence:** [edevaldos@yahoo.com.br](mailto:edevaldos@yahoo.com.br)

**Resumo:** Embora a salinidade seja um fenômeno natural, o aumento de terras cultiváveis com alta salinidade tem aumentado, tornando-se uma preocupação mundial. Isto tem afetado o desenvolvimento das sociedades, que requer maior produção alimentos para suprir as necessidades da população. Nesse contexto, o estresse salino tem limitado a produtividade agrícola. A salinidade do solo pode ter origem antrópica, através do acúmulo de sais por meio das águas de irrigação de culturas. Esse trabalho teve por objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os efeitos do estresse salino no crescimento e desenvolvimento inicial de espécies vegetais. Para tanto, foi realizado uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos publicados, de forma que se tenha uma visão mais embasada, diante do que se tem publicado sobre essa temática, para compilação e análise dos dados reportados. É reportado na literatura que diversas espécies de plantas têm pouca tolerância ao estresse salino. Em geral, as pesquisas têm direcionado suas análises experimentais às fases iniciais do desenvolvimento da planta (germinação e crescimento inicial da plântula). A maioria das pesquisas publicadas na literatura tem reportado que solos com concentrações salinas entre 30-50 dS m<sup>-1</sup> e 30-90 mM de NaCl tem afetado negativamente o desenvolvimento de diversas espécies de plantas. Dentre as regiões mais afetadas pela salinização, encontra-se o semiárido, que apresenta elevada evapotranspiração e baixa precipitação anual, comprometendo a produtividade agrícola dessa região.

**Palavras-chave:** Agricultura, Salinidade, Semiárido.

**Abstract:** Although salinity is a natural phenomenon, the increase in arable land with high salinity has increased, becoming a worldwide concern. This has affected the development of societies, which requires more food production to meet the needs of the population. In this context, saline stress has limited agricultural productivity. The salinity of the soil can be anthropogenic, through the accumulation of salts through the irrigation waters of crops. The objective of this work was to carry out a bibliographical research on the effects of saline stress on the initial growth and development of plant species. In order to do so, a bibliographical research of published scientific articles was carried out, so that a more insight is taken, in front of what has been published on this subject, for compilation and analysis of the reported data. It is reported in the literature that several species of plants have little tolerance to salt stress. In general, research has directed its experimental analyzes to the early stages of plant development (germination and initial seedling growth). Most studies published in the literature have reported that soils with salt concentrations between 30-50 dS m<sup>-1</sup> and 30-90 mM NaCl have negatively affected the development of several plant species. Among the regions most affected by salinization is the semi-arid region, which presents high evapotranspiration and low annual precipitation, compromising the agricultural productivity of this region.

**Keywords:** Agriculture, Salinity, Semiarid.

#### Contextualização e Análise

O desenvolvimento das culturas irrigadas tornou-se de fundamental importância para atender ao crescimento da demanda por alimentos na atualidade, em virtude do grande aumento populacional que tem sido observado (Nascimento et al., 2015).

Metade das terras irrigadas tem sofrido com a problemática da salinização (Soares et al., 2012), o que tem despertado um amplo interesse de pesquisas científicas devido seus efeitos desfavoráveis ao cultivo, interferido na produtividade agrícola (Monteiro et al., 2014).

Mundialmente, os solos salinos são representados por 397 milhões de hectares, em

razão da evapotranspiração, das baixas precipitações, da qualidade da água de irrigação e manejo inadequado do sistema de irrigação, como principais causadores da salinização (Melloni et al., 2012), que ocasiona o acúmulo de sais na superfície dos solos (Andréo-Souza et al., 2010).

Os sais, uma vez incorporados em solos de regiões onde há baixa pluviosidade e, conseqüentemente, pouca lixiviação, permanecem como constituinte do solo, podendo chegar a níveis que podem causar estresse salino em diversas espécies de plantas, inviabilizando o seu desenvolvimento e crescimento (Xu et al., 2016).

A salinidade é um fator limitante da produtividade de várias espécies de plantas (Garantizado et al., 2011), sendo sua tolerância variável entre as espécies (Souza et al., 2012). Assim, o conhecimento sobre as espécies tolerantes é de grande importância para a produção (Sousa et al., 2014), principalmente como em regiões áridas e semiáridas que são naturalmente salinizadas (Melloni et al., 2012).

Para que haja o avanço da agricultura mundial, inevitavelmente, deverá haver o aumento do consumo de água de irrigação, o que pode ser um fator limitante para a prática da agricultura em diversas regiões do mundo (Xu et al., 2016), tendo em vista que os solos salinos (CEe maior que 4,0 dS.m<sup>-1</sup>) são capazes de reduzir o crescimento da maioria das espécies vegetais (Willadino & Camara, 2010).

A presença de sais no ambiente pode influenciar o processo germinativo, pois interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial osmótico entre o solo e a superfície da semente, impedindo a entrada de água (Gordin et al., 2012), reduzindo a mobilização de reservas para o embrião (Nobre et al., 2013) e a absorção de elementos químicos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas (Maeda et al., 2010).

Nas plantas, os teores de sais provocam alterações morfológicas, estruturais e bioquímicas (Nobre et al., 2013), desequilíbrio nutricional devido a elevada concentração iônica, inibição de outros cátions pelo sódio (Maeda et al., 2010).

Nas sementes, os efeitos observados são redução do vigor, alteração no estabelecimento de plântulas, comprometendo seu crescimento (Nobre et al., 2013), na diminuição de absorção de água, redução da porcentagem e velocidade de germinação, efeito tóxico no embrião (Sousa et al., 2014).

Então, nesse contexto, é perceptível que as espécies de plantas possuem sensibilidade e tolerância variáveis quanto ao seu desenvolvimento em solos salinos, e diversas pesquisas tem dedicado atenção à análise experimental sobre o efeito que o estresse salino tem causado nos vegetais.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os efeitos

do estresse salino no crescimento e desenvolvimento inicial de espécies vegetais.

### **Irrigação e aumento da salinidade no solo**

A água é um recurso natural renovável limitado e indispensável para qualquer forma de vida. Nesse sentido, a agricultura é responsável pelo maior uso consultivo da água doce no mundo, o que tem causado sua escassez, e comprometimento da produtividade de alimentos, resultando no uso de fontes alternativas desse recurso para suprir as necessidades da população (Weaver & Lawton, 2017).

A degradação do solo e o aumento da escassez dos recursos hídricos têm colocado em risco os diversos sistemas essenciais de produção alimentar no mundo, que tem se tornado mais crítico, em regiões que apresentam características naturais adversas, como as regiões áridas e semiáridas (Onu, 2011).

Na região nordeste do Brasil predomina as rochas cristalinas no subsolo do semiárido e, suas águas subterrâneas possuem altos teores de sais como Na<sup>+</sup>, característico de solos irrigados, o que compromete a sustentabilidade edáfica do solo, e a capacidade produtiva das plantas, modificando assim a concentração de íons e alterando a regulação osmótica das plantas (Santos et al., 2016).

Apesar do constante uso de águas salinas para diversas atividades, a salinidade dificulta seu aproveitamento para consumo humano, embora seja frequentemente usada como forma alternativa para suprir as necessidades básicas da população, sendo usada para consumo humano, atividades domésticas e de recreação.

A irrigação de culturas vegetais com água salina é uma alternativa para àquelas regiões em que há escassez de água com boa qualidade. Nessas regiões, há fontes hídricas que apresentam baixa qualidade, tais como as águas de reservatórios superficiais (Matos et al., 2013). Além disso, estima-se que o nordeste brasileiro tenha cerca de 150 milhões de hectares com insuficiência de água, o que tem intensificado o uso dessas fontes alternativas de irrigação para manutenção das culturas agrícolas (Andréo-Souza et al., 2010).

A irrigação periódica de culturas pode acumular, por evaporação e ausência de lixiviação, excesso de sais no solo e no sistema radicular da planta (Veras et al., 2011). Esse aumento gradual de sais no solo aumenta, diariamente, a sua concentração salina, onde, em um longo espaço de tempo, torna o solo infértil para desenvolvimento da agricultura, resultando em um decréscimo na produção da regional.

Por isso, nas regiões áridas e semiáridas o aumento da salinidade no solo vem sendo uma das limitações para a produtividade agrícola, visto que, nessas regiões, existe a necessidade do uso de água irrigada no cultivo de espécies agrícolas para a alimentação, ou de espécies de interesse

econômico, que podem ser usadas, por exemplo, para o reflorestamento de áreas degradadas (Gondim et al., 2010).

O excesso de sais no solo afeta as suas propriedades físico-químicas, em resposta a exposição ao sódio ( $\text{Na}^+$ ) que pode provocar o aumento da dupla camada iônica difusa e causar a expansão das argilas, reduzindo assim, a porosidade e a permeabilidade do solo, causando sua infertilidade em curto ou longo prazo (Monteiro et al., 2014).

Nesse contexto, a salinização do solo reduz a capacidade de absorção de água pelas plantas (Coelho et al., 2013), tendo em vista que ela se dá pelo acúmulo de sais solúveis presentes no solo, onde as sementes estão germinando e as plantas crescendo, em sua grande maioria, com concentrações de soluto prejudiciais ao crescimento dos vegetais submetidos a essas condições de salinidade (Nascimento et al., 2015).

### Efeito do estresse salino nas plantas

No processo de germinação, a semente sofre diversas mudanças bioquímicas e fisiológicas, assim como, alterações no estresse hídrico e nutricional, que dificulta o estabelecimento das plântulas em diferentes ambientes, como os solos salinos (Gordin et al., 2012).

O processo de germinação ocorre quando a semente absorve água e seu embrião fica metabolicamente ativo, ocorrendo diversos eventos bioquímicos e fisiológicos (Brito et al., 2015). Em um solo com concentrações elevadas de soluto, as sementes expostas a essa condição, podem não conseguir absorver a quantidade necessária de água para que a sua germinação ocorra (Echer et al., 2010).

A germinação da semente envolve processos iniciais do desenvolvimento da planta e necessita de diversos outros fatores que exercem influência nesse processo, tal como a temperatura. Embora envolva outros fatores ambientais, como a luz, a disponibilidade hídrica e de oxigênio (Brito et al., 2015) sendo a luz de grande importância para a germinação e o estabelecimento de plântulas no seu habitat natural (Yu et al., 2008). Entretanto, esses fatores podem não ser adequados, particularmente em solos salinos (Andréo-Souza et al., 2010).

A acumulação de  $\text{NaCl}$  através da embebição pela semente ocasiona o rompimento das camadas do tegumento, causa danos ao embrião, podendo ocasionar a morte da semente (Lopes et al., 2015). Após sua absorção pelas raízes, o  $\text{Na}^+$  é transportado para a parte aérea onde pode ocasionar a queima das folhas (Maeda et al., 2010). O excesso de  $\text{NaCl}$  no protoplasma causa alterações específicas sobre enzimas e membranas celulares (Klafke et al., 2012).

As plantas tolerantes a elevadas concentrações de sal, com capacidade de crescer em ambientes salinos que variam de 50 a 500 mM, são

classificadas como halófitas. Por sua vez, as glicófitas, apresentam pouca tolerância à salinidade, apresentando redução do crescimento quando o teor de sal supera os 10 mM (Lopes et al., 2015).

As consequências dos altos níveis de sais no solo para o cultivo de vegetais variam segundo a sensibilidade e tolerância da espécie ao estresse salino (Lima et al., 2013), sendo este uma das principais causas para a baixa produtividade de plantações agrícolas (Matos et al., 2013), podendo atingir mais de 50% das terras aráveis no mundo até 2050 (Wang et al., 2003).

Plantas sob condições de solos com concentrações elevadas de sais, podem sofrer alterações morfológicas e no crescimento, com implicações contrárias na fisiologia e na parte bioquímica da planta, influenciando negativamente processos fotossintéticos e causar degradação de pigmentos, como a clorofila (Souto et al., 2015).

A atividade fotossintética da planta pode ser danificada frente ao estresse salino, pois a deficiência de trocas gasosas vai ocasionar lentidão desenvolvimento da área foliar, bem como afetará a resistência estomática do vegetal (Stefanello et al., 2015).

A elevada concentração de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no protoplasma causam distúrbios no balanço iônico e efeitos específicos desses íons sobre as enzimas e membranas da célula vegetal (Lopes et al., 2015). Dessa forma, o estresse osmótico provocado pelo sal é um problema para a produtividade e limita a expansão agrícola de várias regiões do mundo (Gordin et al., 2012).

O excesso de concentrações de sais no solo pode causar clorose (Lima et al., 2013), reduzir o potencial osmótico da planta e esses íons podem causar danos ao protoplasma da célula vegetal (Ribeiro et al., 2001). Entretanto, os efeitos negativos do estresse salino dependem diferentes fatores, tais como: cultivar, estágio fenológico, intensidade, concentração e duração do estresse salino, tipos de sais, manejo cultural e condições edafoclimáticas (Tester & Davénport, 2003).

### O estresse salino na literatura atual

A salinidade é usada para caracterização das concentrações de sais dissolvidos na água e na solução nutritiva do solo, sendo medida em partes por milhão (ppm) ou como Sólidos Totais Dissolvidos (SDT). Entretanto, na maioria dos trabalhos que reportam valores de salinidade, é usual a utilização da unidade deciSiemens por metro ( $\text{dS m}^{-1}$ ), por meio da conversão da sua concentração em ppm. Além dessas unidades de medida que são frequentemente utilizadas na literatura para o desenvolvimento de experimentos, também é usual se reportar as concentrações salinas experimentais em miliMol por litro de  $\text{NaCl}$  quando se prepara as soluções salinas experimentais a partir desse sal.

As faixas de concentrações salinas dos diversos experimentos variam a depender da espécie em

estudo. Mas, em geral, observa-se que a maioria das pesquisas não superam os valores máximos de 12,0 dS m<sup>-1</sup> e 400 mM de NaCl, para as concentrações experimentais.

A acumulação de íons de Cl<sup>-</sup> e Na<sup>+</sup> provenientes do cloreto de sódio (NaCl), são tóxicos para as plantas, onde, os efeitos negativos podem ser diretos quando a planta apresenta sensibilidade a presença dos íons, ou indiretos, quando após serem absorvidos, prejudiquem reações químicas importantes para o desenvolvimento (Nascimento et al., 2015).

Dentre os fatores que podem acarretar danos fisiológicos e morfológicos quando em associação com a salinidade, pode se destacar o uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura, que tem influenciado na resposta das plantas em exposição a solos com elevadas concentrações salinas, demonstrando a necessidade de promover controle no uso dessas substâncias químicas no ambiente (Santos et al., 2016).

Pesquisas envolvendo a influência do estresse salino nos vegetais são importantes, e comumente são desenvolvidas através de teste de germinação, que é considerado um dos testes mais difundidos para avaliar a tolerância de plantas em solos salinos, fazendo uso de concentrações experimentais de sal para avaliar o seu nível de toxidez para a germinação, desenvolvimento e/ou crescimento inicial da plântula (Lima et al., 2015).

De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada, as espécies de plantas investigadas, assim como, as fases mais frequentemente usadas para observação do efeito do estresse salino, demonstrou que, a tendência experimental do estresse salino em plantas é analisar os efeitos do sal nas fases do desenvolvimento germinativo (germinação de sementes) e no início da emergência da planta (Tabela 1).

Tabela 1 – Concentrações de salinidade utilizadas em experimentos de estresse salino em diversas espécies vegetais publicado na literatura (2010-2016)

Espécie	Fase	Concentrações	Referência
<i>Jatropha curcas L.</i>	M	0,5; 8,0; 16,0; 24,0*	Matos et al. (2013)
<i>Jatropha curcas L.</i>	SM	2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0*	Andréo-Souza et al. (2010)
<i>Cucumis melo</i>	SP	0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; 1,0; 1,2**	Sohrabikertabad et al. (2013)
<i>Chorisia glaziovii O. Kuntze</i>	S	0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0*	Guedes et al. (2011)
<i>Guizotia abyssinica</i>	SP	-0,3; -0,6; -0,9 e -1,2**	Gordin et al. (2012)
<i>Anacardium occidentale</i>	SP	0; 3,0; 6,0; 9,0; 12*	Sousa et al. (2011)
<i>Jatropha curcas L.</i>	S	2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0*	Lima et al. (2013)
<i>Helianthus annuus</i>	S	0,0 - 100***	Azevendo Neto et al. (2011)
<i>Curcubita moschata</i>	SM	0,66; 2,11; 3,29; 4,11; 4,38	Carmo et al. (2011)
<i>Abutilon theophrastie</i>	S	0; 45; 90; 135; 180***	Sadeghloo et al. (2013)
<i>Echinochloa crus-galli</i>	S	0; 45; 90; 135; 180; 225; 265; 310; 355; 400***	Sadeghloo et al. (2013)
<i>Trianthema portulacastrum</i>	S	25; 50; 75; 100; 125; 150; 175; 200; 225; 250***	Tanveer et al. (2013)
<i>Glycine max. L.</i>	SP	5,0; 15; 30; 60; 120***	Carvalho et al. (2012)
<i>Melilotus officinalis</i>	S	0; 45; 90; 135; 180; 225; 270; 315***	Ghaderi-Far et al. 2010)
<i>Vigna unguiculata (L.) Walp</i>	S	0,5; 2,0; 3,5 e 5,0*	Oliveira et al. (2015)
<i>Petiveria alliacea L.</i>	S	0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4; -0,5; -0,6; -0,7; -0,8; -0,9 e -1,0**	Lavezo et al. (2015)
<i>Senna macranthera</i>	SP	0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4 e -0,5**	Silva et al. (2015)
<i>Brassica oleracea</i>	SP	-0,6 e -1,2**	Kaiser et al. (2016)
<i>Passiflora edulis</i>	SM	0,3; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0*	Bezerra et al. (2016)

S = sementes; M = mudas; SM = sementes e mudas; SP = sementes e plântulas. \* unidade em deciSiemens por metro (dSm m<sup>-1</sup>). \*\* unidade em pressão osmótica (mpa). \*\*\* unidade em mmol L<sup>-1</sup> de NaCl

Dentre as pesquisas com espécies vegetais no semiárido, a espécie mais pesquisada é a *Jatropha curcas L.* (pinhão-mansão). É uma espécie xerófila e possui um desenvolvimento resistente em regiões secas. Ela é uma oleaginosa viável para cultivá-la para fins de produção de biodiesel (Carmo et al., 2011). Para tanto, as pesquisas são importantes por avaliar como ela se desenvolve em um solo salino.

Pesquisas que avaliaram o efeito do estresse salino no desenvolvimento do pinhão manso, verificaram que a irrigação utilizando água com salinidade igual ou superior a 16 dSm<sup>-1</sup> causou efeitos negativos nas plantas, como a redução do

crescimento vegetativo e elevados índices de senescência e abscisão foliar (Matos et al., 2013).

Quanto ao efeito do estresse salino na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de mudas do pinhão-mansão, pesquisas verificaram redução do crescimento das plântulas irrigadas com água à 6 dS m<sup>-1</sup> de salinidade (Andréo-Souza et al., 2010).

Nesse contexto, as pesquisas citadas acima encontraram alta correlação significativa entre a redução dos valores de diversas variáveis relacionadas às plântulas e a variação da concentração salina, tais como: altura da planta (R<sup>2</sup>

= 0,92), comprimento da raiz ( $R^2 = 0,97$ ), diâmetro do caule ( $R^2 = 0,91$ ), número de folhas ( $R^2 = 0,79$ ), área foliar ( $R^2 = 0,92$ ), peso fresco e seco do caule (com pecíolo), das folhas e das raízes ( $R^2$  entre 0,93 e 0,98).

Na pesquisa de Lima et al. (2013), também com o pinhão-manso, foi verificado efeito negativo do estresse salino em diversos fatores relacionados à germinação a partir da concentração salina de 10 dS m<sup>-1</sup>, observando uma redução da germinação de até 50% em concentração salina igual a 12 dS m<sup>-1</sup>. Entretanto, foi observado a influência negativa do sal em variáveis vegetativas (massa fresca e seca de caule e folhas, número de folhas, altura da plântula) já em concentrações iguais a 2 dS m<sup>-1</sup>.

Dessa forma, observa-se que o pinhão-manso, apesar de ser uma espécie xerófila e do semiárido, ela sofre consequências negativas em seu

desenvolvimento germinativo e fase inicial de crescimento da sua plântula em concentrações que variam de 2 a 16 dS m<sup>-1</sup> (Matos et al., 2013).

### Tolerância salina de algumas espécies vegetais

Em relação às concentrações salinas com consequências negativas para o desenvolvimento germinativo e/ou crescimento de plântulas de diversas espécies publicadas na literatura (2010-2014), a *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (paineira branca) e a *Anacardium occidentale* (cajuero) também apresentaram efeitos negativo dentro da faixa de concentração salina que causaram efeitos negativos ao pinhão-manso, apresentando efeito negativo em seu desenvolvimento nas concentrações de sal iguais a 6,0 e 3,0 quando dS m<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Tabela 2 – Concentrações salinas com consequências negativas para o desenvolvimento germinativo e/ou crescimento de plântulas de diversas espécies publicadas na literatura (2010-2013).

Espécie	Nome popular	Concentração com efeito negativo	Referência
<i>Jatropha curcas L.</i>	Pinhão-manso	16 dSm m <sup>-1</sup>	Matos et al. (2013)
<i>Jatropha curcas L.</i>	Pinhão-manso	6,0 dSm m <sup>-1</sup>	Andréo-Souza et al. (2010)
<i>Jatropha curcas L.</i>	Pinhão-manso	2,0 dSm m <sup>-1</sup>	Lima et al. (2013)
<i>Chorisia glaziovii O. Kuntze</i>	Paineira branca	6,0 dSm m <sup>-1</sup>	Guedes et al. (2011)
<i>Guizotia abyssinica</i>	Niger	-0,3 MPa	Gordin et al. (2012)
<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro	3,0 dSm m <sup>-1</sup>	Sousa et al. (2011)
<i>Abutilon theophrastie</i>	Malvão, juta-da-china	45 mM NaCl	Sadeghloo et al. (2013)
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Capim capivara	90 mM NaCl	Sadeghloo et al. (2013)
<i>Trianthema portulacastrum</i>	Bredo	50 mM NaCl	Tanveer et al. (2013)
<i>Glycine max. L.</i>	Soja	30 mM NaCl	Carvalho et al. (2012)
<i>Melilotus officinalis</i>	Trevo amarelo doce	135 mM NaCl	Ghaderi-Far et al. (2010)

As espécies *Abutilon theophrastie* (malvão), *Trianthema portulacastrum* (breda) e *Glycine max. L.* (soja) reportaram efeitos negativos do estresse salino em concentrações próximas, que variam entre 30 e 50 mM de NaCl. Outras espécies apresentaram maior resistência salinidade, suportando concentrações maiores se efeito, tais como a *Melilotus officinalis* (trevo amarelo doce) e a *Echinochloa crus-galli* (capim capivara; Tabela 2).

### Considerações Finais

Em geral, as pesquisas têm direcionado suas análises experimentais às fases iniciais do desenvolvimento da planta (germinação e crescimento inicial da plântula). Dentre as espécies de plantas do semiárido mais pesquisadas está o pinhão manso, em virtude do interesse em cultivá-la nessa região para fins de produção de biodiesel.

Grande parte das pesquisas publicadas na literatura tem reportado que solo com concentrações salinas entre 30-50 dS m<sup>-1</sup> e 30-90 mM de NaCl tem afetado negativamente o desenvolvimento de diversas espécies de plantas.

Na revisão bibliográfica verificou-se que diversas pesquisas têm reportado efeitos negativos do estresse salino em várias espécies de plantas, entretanto, ainda se tem pouco conhecimento sobre

a tolerância dessas espécies a salinidade, demonstrando a importância do desenvolvimento de estudos sobre como as espécies vegetais tem reagido quando em contato com solos que apresentem algum nível de salinidade.

### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento a Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo de mestrado.

### Referências

ANDREO-SOUZA, Y., PEREIRA, AL., SILVA, FFS., RIBEIRO-REIS, RC., EVANGELISTA, MRV., CASTRO, RD., DANTAS, BF. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. Revista Brasileira de Sementes 32(2): 83-92, 2010.

AZEVEDO NETO, AD., PEREIRA, PPA., COSTA, DP., SANTOS, ACC. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. Revista Ciência Agrônômica 42(4): 893-897, 2011.

BEZERRA, JD., PEREIRA, WE., SILVA, JM., RAPOSO, RWC. Crescimento de dois genótipos de

- maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. *Revista Ceres* 63(4): 502-508, 2016.
- BRITO, CD., LOUREIRO, MB., TELES, CAS., SCHUCK, MR., FERNANDEZ, LG., CASTRO, RD. Behavior of *Jatropha curcas* L. seeds under osmotic stress: germination and cell cycle activity. *Acta Scientiarum* 37(3): 279-287, 2015.
- CARMO, GA., OLIVEIRA, FRA., MEDEIROS, JF., OLIVEIRA, FA., CAMPOS, MS., FREITAS, DC. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15(5): 512-518, 2011.
- CARVALHO, TC., SILVA, SS.; SILVA, C., PANOBIANCO, M. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. *Ciência Rural* 42(8): 1366-1371, 2012.
- COELHO, JBM., BARROS, MFC., NETO, EB., CORREA, MM. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17(4): 379-385, 2013.
- ECHER, FR., CUSTÓDIO, CC., HOSSOMI, ST., DOMINATO, JC., NETO, NBM. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. *Revista Ciência Agronômica* 41(4): 638-645, 2010.
- GARANTIZADO, FEA., COSTA, JH., MAIA, GI., MELO, DF. Expressão diferencial dos genes *VuUCP1a* e *VuUCP1b* em caupi sob estresse salino. *Revista Ciência Agronômica* 42(2): 404-408, 2011.
- GHADERI-FAR, F., GHEREKHLOO, J., ALIMAGHAM, M. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Mellilotus officinalis*). *Planta daninha* 28(3): 463-469, 2010.
- GONDIM, TMS., CAVALCANTE, LF., BELTRAO, NEM. Aquecimento global: salinidade e consequências no comportamento vegetal. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas* 14(1): 37-54, 2010.
- GORDIN, CRB., MARQUES, RF., MASETTO, TE., SOUZA, LCF. Estresse salino na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.). *Acta Botanica Brasílica* 26(4): 966-972, 2012.
- GUEDES, RS., ALVES, EU., GALINDO, EA., BARROZO, LM. Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze. *Revista Brasileira de Sementes* 33(2): 279-288, 2011.
- KAISER, IS., MACHADO, LC., LOPES, JC., MENGARDA, LHG. Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. *Revista Ceres* 63(1): 39-45, 2016.
- KLAFKE, AV., LOPES, RR., FRANKE, LB. Desempenho de sementes nuas e revestidas de azevém-anual em condições de estresse salino. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41(5): 1093-1099, 2012.
- LAVEZO, A., BRAGA, LF., BATISTÃO, AC., BONFANTE, LV. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 17(4): 622-630, 2015.
- LIMA, MFP.; PORTO, MAF., TORRES, SB., FREITAS, RMO., NOGUEIRA, NW., CARVALHO, DR. Emergência e crescimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(2): 106-112, 2015.
- LIMA, LA., ALMEIDA, WF., LIMA, PL., OLIVEIRA, EC., SHOCK, CC. Germination and early growth of physic nut submitted to levels of salinity. *Engenharia Agrícola* 33(6): 1110-1123, 2013.
- LOPES, JC., FREITAS, AR., BELTRAME, RA., VENANCIO, LP., MANHONE, PR., NUNES, FR. Germinação e vigor de sementes de pau d'alho sob estresse salino. *Pesquisa Florestal Brasileira* 35(82): 169-177, 2015.
- MAEDA, S., SILVA, HD., BELLOTE, AFJ. Efeito da salinidade em características biométricas e na nutrição de *Pinus taeda* em Neossolo Litótico húmico. *Pesquisa Florestal Brasileira* 30(61): 51, 2010.
- MATOS, FS., ROCHA, EC., CRUVINEL, CKL., RIBEIRO, RA., RIBEIRO, RP., TINOCO, CF. Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 37(4): 947-954, 2013.
- MELLONI, MLG., CRUZ, FJR., SANTOS, DMM., SOUZA, LFG., SILVA, J., SACCINI, VAV., MONTEIRO, JG. Espermidina exógena atenua os efeitos do NaCl na germinação e crescimento inicial de leguminosas forrageiras. *Revista Brasileira de Sementes* 34(3): 495-503, 2012.
- MONTEIRO, JG., CRUZ, FJR., NARDIN, MB., SANTOS, DMM. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 49(1): 18-25, 2014.

- NASCIMENTO, HHC., SANTOS, CA., FREIRE, CS., SILVA, MA., NOGUEIRA, RJMC. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. *Revista Árvore* 39(4): 641-653, 2015.
- NOBRE, RG., LIMA, GS., GHEYI, HR., LOURENÇO, GS., SOARES, LAA. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica* 44(1): 76-85, 2013.
- OLIVEIRA, FA., MEDEIROS, JF., ALVES, RC., LIMA, LA., SANTOS, ST., LÚCIA, R., RÉGIS, L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(11): 1049-1056, 2015.
- ONU. Organização das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentação. Escassez e degradação dos solos e da água ameaçam segurança alimentar. 2011. [www.fao.org.br](http://www.fao.org.br).
- RIBEIRO, MCC., MARQUES, BM., AMARO-FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). *Revista Brasileira de Sementes* 23(1): 281-284, 2001.
- SADEGHLOO, A., ASGHARI, J., GHADERI-FAR, F. Seed germination and seedling emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Planta daninha* 31(2): 259-266, 2013.
- SANTOS JB., GHEYI, HR., LIMA, GS., XAVIER, DA., CAVALCANTE, LF., CENTENO, CRM. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. *Comunicata Scientiae* 7(1): 86-96, 2016.
- SILVA, AL., DIAS, DCFS., BORGES, EEL., RIBEIRO, DM., SILVA, LJ. Effect of sodium nitroprusside (SNP) on the germination of *Senna macranthera* seeds (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Baneby under salt stress. *Journal of Seed Science* 37(4): 236-243, 2015.
- SOARES, LAA.; NOBRE, RG., GHEYI, HR., LIMA, GS., SILVA, AO., SOARES, SS. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. *Irriga* 40-54, 2012.
- SOHRABIKERTABAD, S., GHANBARI, A., MOHASSEL, MHR., MAHALATI, MN., GHEREKHLOO, J. Effect of desiccation and salinity stress on seed germination and initial plant growth of *Cucumis melo*. *Planta Daninha* 31(4): 833-841, 2013.
- SOUSA, ABO., BEZERRA, MA., FARIAS, FC. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15(4): 390-394, 2011.
- SOUSA, JRM., SOARES, LAA., SOUSA JÚNIOR, JR., MAIA, PME., SILVA, SS., MARACAJÁ, PB. Germinação de sementes de girassol cv. BRS 324 submetidas a estresse salino simulado por NaCl. *Agropecuária Científica no Semiárido* 8(3): 123-127, 2014.
- SOUTO, AGL., CAVALCANTE, LF., GHEYI, HR., NUNES, JC., OLIVEIRA, FIF., ORESCA, D. Photosynthetic pigments and biomass in noni irrigated with saline waters with and without leaching. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(11): 1035-1041, 2015.
- SOUZA, MO., SOUZA, CLM., PELACANI, CR. Germinação de sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas e crescimento inicial de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em ambientes salinos. *Acta Botanica Brasílica* 25(1): 105-112, 2012.
- STEFANELLO, R., NEVES, LAS., ABBAD, MAB., VIANA, BB. Resposta fisiológica de sementes de chia (*Salvia hispanica* – *Lamiaceae*: Lamiaceae) ao estresse salino. *Revista Biotemas* 28(4): 35-39, 2015.
- TANVEER, A., MUMTAZ, K., JAVAID, MM., CHAUDHRY, MN., BALAL, RM., KHALIQ, A. Effect of ecological factors on germination of horse purslane (*Trianthema portulacastrum*). *Planta Daninha* 31(3): 587-597, 2013.
- TESTER, M., DAVÉNPORT, R. *Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants*. *Annals of Botany* 19: 503-527, 2003.
- VERAS, RP., LAIME, EMO., FERNANDES, PD., SOARES, FAL., FREIRE, EA. Altura de planta, diâmetro caulinar e produção do pinhão-mansão irrigado sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15: 582-587, 2011.
- WANG, WX., VINOCUR, B., ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218: 1-14, 2003.
- WEAVER, DB., LAWTON, LJ. A new visitation paradigm for protected areas. *Tourism Management* 60: 140-146, 2017.

WILLADINO, L., CAMARA, TR. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Enciclopédia Biosfera* 6:11, 1-23, 2010.

XU, Q., BURGESS, P., XU, J., MEYER, W., HUANG, B. Osmotic stress- and salt stress-inhibition and gibberellin-mitigation of leaf elongation associated with up-regulation of genes controlling cell expansion. *Environmental and Experimental Botany* 131: 101-109, 2016.

YU, Y., BASKIN, J. M., BASKIN, CC., TANG, Y., CAO, M. Ecology of seed germination of eight non-pioneer tree species from a tropical seasonal rain forest in southwest china. *Plant Ecology* 197: 1-16, 2008.